



**COPPE/UFRJ**

APLICAÇÃO E ANÁLISE DA METODOLOGIA DA IWA PARA O CONTROLE DE  
PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA DE  
JACAREPAGUÁ/RJ

Monica Maria Pena

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil.

Orientador(es): José Paulo Soares de Azevedo  
José Antonio Fontes Santiago

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

APLICAÇÃO E ANÁLISE DA METODOLOGIA DA IWA PARA O CONTROLE DE  
PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA DE  
JACAREPAGUÁ/RJ

Monica Maria Pena

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM  
ENGENHARIA CIVIL.

Examinada por:

---

Prof. José Paulo Soares de Azevedo, Ph.D.

---

Prof. Marcelo Gomes Miguez, D.Sc.

---

Prof. Marcos Von Sperling, Ph.D.

---

Prof. Ricardo Toledo Silva, D.Sc.

---

Prof<sup>a</sup>. Rosa Maria Formiga Johnsson, Docteur

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
FEVEREIRO DE 2010

Pena, Monica Maria

Aplicação e Análise da Metodologia da IWA para o Controle de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água da Baixada de Jacarepaguá/RJ/Monica Maria Pena – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

XXII, 342 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

José Antonio Fontes Santiago

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2010.

Referencias Bibliográficas: p. 280-297.

1. Perdas em sistemas de abastecimento de água. 2. Abastecimento de água. 3. Gestão de sistemas de abastecimento de água. I. Azevedo, José Paulo Soares de. et al. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil. III. Título.



## DEDICATÓRIA

Vendo, pois, Ezequias que Senaqueribe vinha e que estava resolvido a pelejar contra Jerusalém, resolveu, de acordo com os seus príncipes e os seus homens valentes, tapar as fontes das águas que havia fora da cidade; e eles o ajudaram.

2 Cr 32: 2-3

E não vos conformeis com este século, mas transformai-vos pela renovação da vossa mente, para que experimenteis qual seja a boa, agradável e perfeita vontade de Deus.

Rm 12: 2

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor José Paulo, meu orientador, pelo seu apoio e confiança que sempre demonstrou no meu trabalho. Pela paciência e generosidade com que me ajudou a transpor os momentos de dúvidas e indecisões.

Ao professor José Antonio Santiago, que sempre atenciosamente atendeu às minhas solicitações.

Ao professor Jordão, mentor pela minha realização da tese no PEC/COPPE e o qual tive o imenso prazer e privilégio de tê-lo como membro da minha banca.

Aos demais integrantes da banca, professores Marcelo Gomes Miguez, Marcos Von Sperling, Ricardo Toledo Silva, Rosa Maria Formiga Johnsson, pelas observações e contribuições valiosas para este importante tema que merece a devida atenção no cenário técnico-político-institucional da Cidade do Rio de Janeiro.

Ao professor Paulo Canedo pelo seu incentivo à minha introdução ao PEC/COPPE e participação na banca de qualificação ao doutorado.

Ao corpo técnico e colegas da CEDAE pela gentileza e espírito de colaboração à realização da tese.

Aos engenheiros Jairo Tardelli da SABESP, Elton Gonçalves da CAESB, Euclides Chaves Filho do SAAE de Volta de Redonda e Airton Sampaio Gomes, pelo entusiasmo e disponibilidade em transmitir experiência e conhecimento, mesmo à distância e através de telefonemas.

Aos colegas e engenheiros Ezer Rosa, Edson de Barros Mendonça e Irene Altafin, que em algum momento ou momentos deram suporte técnico e moral nesta jornada.

À COPPE pela oportunidade que me foi concedida e acolhida durante a elaboração dos estudos.

Aos funcionários da Secretaria Acadêmica, do Laboratório de Hidrologia e do Laboratório de Informática do PEC pelo prestativo atendimento.

À CAPES pelo apoio para a elaboração desta tese.

À minha família que proporcionou uma atmosfera profícua à realização dos estudos.

Finalmente, aos colegas e amigos não citados.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

APLICAÇÃO E ANÁLISE DA METODOLOGIA DA IWA PARA O CONTROLE DE  
PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA BAIXADA DE  
JACAREPAGUÁ/RJ

Monica Maria Pena

Fevereiro/2010

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

José Antonio Fontes Santiago

Programa: Engenharia Civil

O presente trabalho analisa a viabilidade e a sustentabilidade técnica-econômica-financeira de um programa de controle e redução de perdas na Baixada de Jacarepaguá, no município do Rio de Janeiro, utilizando as premissas da metodologia da IWA com ações e intervenções ao longo de um período de cinco anos. A análise é feita considerando cenários com diferentes eficiências na redução de perdas, para os quais são obtidos os tempos de retorno do investimento – *payback*. Para definir os cenários são utilizados parâmetros relatados na literatura e obtidos através da experiência de outros prestadores. A gestão do controle e redução de perdas visa contribuir na eficiência do sistema de abastecimento, principalmente no sistema de distribuição. A análise dos cenários sinaliza a possibilidade de contribuir no processo de universalização do atendimento em outras áreas do Sistema Produtor Guandu, ao prever reduções de perdas na Baixada de Jacarepaguá mesmo no cenário e meta mais desfavoráveis. Os resultados sugerem que o prestador obteria ‘ganhos’ de oferta para seu sistema produtor podendo ofertar água tratada para outras áreas.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

APPLICATION AND ANALYSIS OF IWA METHODOLOGY FOR A WATER LOSS  
CONTROL IN BAIXADA DE JACAREPAGUA SYSTEM / RJ

Monica Maria Pena

February/2010

Advisors: José Paulo Soares de Azevedo  
José Antonio Fontes Santiago

Department: Civil Engineering

This work analyses the technical-economic-financial feasibility and sustainability for a water loss control and reduction program at Baixada de Jacarepagua, in Rio de Janeiro, using the assumptions of the IWA methodology with actions and interventions over a five years period. The analysis is done considering scenarios with different efficiencies of loss reduction, with corresponding payback times. To define the scenarios, reported parameters from the literature together with data from other utility companies are used. The control and loss reduction management aims to contribute to the efficiency of supply, especially in the distribution system. The analysis of the scenarios indicates the possibility of contributing in the process of universal care in other areas of Guandu Production System, providing reduced losses in the Baixada de Jacarepaguá even in the worst scenario and goal case. The results suggest that the supplier would get 'gains' for its production system allowing to supply treated water to other areas.

## SUMÁRIO

<b>LISTAS DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	xvii
<b>SIGLAS E ABREVIATURAS</b> .....	xix
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	6
1.3 A JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO.....	8
1.4 A ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	10
<b>2 INDICADORES E REGULAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO</b> .....	12
2.1 PRINCIPAIS ASPECTOS.....	13
2.2 CARACTERÍSTICAS, FUNÇÕES e TIPOS DE INDICADORES.....	16
2.3 RECURSOS PARA A APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS INDICADORES..	19
2.4 A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DA QUALIDADE – OS INDICADORES SEGUNDO AS NORMAS ISO.....	20
2.4.1 Indicadores na Qualidade.....	21
2.4.2 <i>Benchmarking</i> - Avaliação Comparativa de Desempenho.....	21
2.4.3 As Normas ISO.....	24
2.4.4 Série ISO 24500 e respectivo Comitê Técnico.....	27
2.5 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO APLICÁVEIS AOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO.....	34
2.5.1 Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento – PNQS.....	34
2.5.2 Relatório de Sustentabilidade – <i>Global Reporting Initiative</i> .....	35
2.5.3 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA.....	36
2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO – APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	37
2.6.1 Sistema IWA – <i>International Water Association</i> .....	37
2.6.2 Sistema do Banco Mundial – IBNET.....	40
2.6.3 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.....	40
2.7 REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO.....	41
2.8 ASPECTOS DO MARCO REGULATÓRIO DE SANEAMENTO BÁSICO.....	48
2.9 CONTROLE DE PERDAS – BREVE HISTÓRICO NO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO.....	56

<b>3. CONTROLE DE PERDAS DE ÁGUA.....</b>	<b>62</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	62
3.2 CONSUMO DE ÁGUA E PERDAS.....	65
3.3 HISTÓRICO INTERNACIONAL DE AÇÕES E PESQUISA EM CONTROLE DE PERDAS.....	68
3.4 DIMENSÕES DO PROBLEMA.....	74
3.4.1 Dimensão econômica – financeira.....	74
3.4.2 Dimensão Técnica.....	75
3.4.3 Dimensão Ambiental.....	75
3.4.4 Dimensão de Saúde Pública.....	77
3.4.5 Dimensão Social.....	77
3.5 COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO.....	78
3.6 ANÁLISE DOS COMPONENTES DAS PERDAS REAIS .....	92
3.6.1 BABE - <i>Background and Burst Estimates</i> .....	92
3.6.2 Estimativa das Perdas Reais Anuais por Monitoramento da Vazão Noturna	96
3.6.3 Onde Estão os Maiores Componentes das Perdas Reais?.....	99
3.6.4 Relação entre Pressão e Vazamentos.....	104
3.6.5 Pressão Média do Setor.....	113
3.6.6 Fator Noite-Dia.....	115
3.6.7 Análise econômica das pesquisas de vazamentos não-visíveis.....	118
3.6.8 Abordagem da Caixa de Ferramentas – Uso dos Conceitos BABE e FAVAD	119
3.6.9 Influência do Tempo nas Perdas Reais .....	126
3.6.10 Controle Ativo de Vazamentos.....	129
3.6.11 Metodologias de Avaliação das Perdas Reais.....	135
3.7 USO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO DA IWA PARA O ESTABELECIMENTO DE METAS.....	136
3.7.1 Água Não-Faturada: Indicadores Financeiros de Desempenho.....	137
3.7.2 Inconvenientes do uso de indicadores expressos em percentagens.....	139
3.7.3 Indicadores de Perdas Reais .....	144
3.7.4 Indicadores de Perdas Aparentes.....	165
3.8 A IMPORTÂNCIA DE SE DEFINIR METAS DE REDUÇÃO DA ÁGUA NÃO-FATURADA DE FORMA ADEQUADA .....	168
3.9 RELAÇÃO ENTRE A MICROMEDIÇÃO E PERDA POR FATURAMENTO E ÍNDICE DE PERDA POR LIGAÇÃO - SNIS .....	170

<b>4. SUSTENTABILIDADE E CONTROLE DE PERDAS.....</b>	<b>172</b>
4.1 SUSTENTABILIDADE E ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	172
4.2 GESTÃO POR OFERTA E A GESTÃO POR DEMANDA .....	178
4.3 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA NO MEIO URBANO .....	184
4.4 PROGRAMAS DE CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS – ATUAÇÃO NO PAÍS .....	188
4.5 PERDAS NO SISTEMA PRODUTOR GUANDU.....	195
<b>5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA IWA E FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS, METAS E PAYBACKS PARA UM PROGRAMA DE CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS PARA A BAIXADA DE JACAREPAGUÁ.....</b>	<b>202</b>
5.1 INTRODUÇÃO.....	202
5.2 ÁREA DE ESTUDO.....	204
5.3 INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO EXISTENTE .....	209
5.4 DADOS DE VAZÕES EM MACROMEDIDORES E DE PRESSÕES .....	213
5.5 MODELAGEM HIDRÁULICA UTILIZANDO O EPANET .....	216
5.6 DADOS DE LIGAÇÕES E DE VOLUMES FATURADOS .....	220
5.7 BALANÇO HÍDRICO – CENÁRIO BASE.....	221
5.8 AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DOS COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO – CENÁRIO BASE.....	226
5.9 ESTABELENCENDO CENÁRIOS E METAS.....	227
5.10 CÁLCULO DO IVI.....	242
5.11 ESTRATÉGIAS DE CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS .....	243
5.11.1 Definição de Zonas de Medição e Controle – ZMC's.....	245
5.11.2 Programa de Controle e Redução de Perdas.....	260
5.12 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	271
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>273</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>280</b>

**ANEXO I** - Planilhas – modelagem hidráulica EPANET

**ANEXO II** - Modelo - Caixas de manobra

**ANEXO III** - Planilhas – definição das ZMC's por Sistema de Reservação/  
Dimensionamento dos Equipamentos

**ANEXO IV** - Planilhas – dimensionamento do controle ativo vazamentos

**APÊNDICE I** - Acordo de Melhoria de Desempenho

**APÊNDICE II** - Definição de Indicadores de Desempenho aplicados a  
perdas - SNIS



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Baixada de Jacarepaguá, Bacias Média do Paraíba do Sul, Rio Guandu e Baía de Guanabara.....	9
Figura 2.1 - Dado, Indicadores, Índices e Informação.....	14
Figura 2.2a – Pirâmide de Informações.....	14
Figura 2.2b – Pirâmide de Informações ambientais.....	14
Figura 2.3- Aplicação do <i>benchmarking</i> e da avaliação de desempenho.....	23
Figura 2.4 - Fases de implementação de um sistema de indicadores de desempenho .....	24
Figura 2.5 - Enquadramento das normas ISO 24500 seguindo o Ciclo PDAC .....	30
Figura 2.6 – Normas ISO/TC 224 na perspectiva do desenvolvimento sustentável dos serviços de saneamento .....	31
Figura 2.7 - Identificação e definição dos <i>stakeholders</i> envolvidos e as áreas de responsabilidade.....	32
Figura 2.8 – Organograma – Instituições e Programas relativos às ações de Controle de Perdas – âmbito federal.....	52
Figura 3.1 – Perdas Totais em percentual do volume de entrada do sistema.....	64
Figura 3.2 - Conceitos dos componentes de consumo e de perdas.....	68
Figura 3.3 – Principais Temas Técnicos no Gerenciamento dos Vazamentos.....	73
Figura 3.4 – Componentes do Balanço Hídrico.....	79
Figura 3.5 – Componentes do Balanço Hídrico IWA .....	82
Figura 3.6 – Curvas de hidrômetros – novo e usado ou inclinado .....	88
Figura 3.7 – Alimentação indireta – abastecimento usual no Brasil.....	89
Figura 3.8 – Perdas aparentes - relação entre sistemas com reservatórios domiciliares e os de alimentação direta .....	90
Figura 3.9 - Ações de controle a perdas aparentes - macromedição, gestão comercial e micromedição e valores de incidência .....	91
Figura 3.10 – Classificação dos vazamentos.....	95
Figura 3.11 - Variação de consumos diário e noturno - respectivos componentes.	97
Figura 3.12 – Perfil diário de vazão total, pressão e perdas .....	98
Figura 3.13 - Síntese das ações para o controle e a redução de perdas reais.....	100
Figura 3.14 – Incidência de reparos em juntas e conexões – ligação predial .....	102
Figura 3.15 – Volume perdido por Componente (rede, ramal e cavalete) – Vazamentos Reparados.....	103
Figura 3.16 – Relação Vazamentos Reparados (visíveis e não-visíveis detectados) x Volume Perdido .....	103

Figura 3.17 – Relação da Pressão Média Noturna com o Número de Arrebetamentos /1000 ligações/ano .....	106
Figura 3.18 – Relação da Pressão Média Noturna pela Frequência de Rompimentos da rede (1000 km/ano).....	106
Figura 3.19 – Relação de vazões de vazamentos com a variação de pressão.....	111
Figura 3.20 – Gráfico para identificação dos valores de N1 – FAVAD .....	112
Figura 3.21 – Modelagem das vazões – vazamentos e pressão – padrão IWA.....	113
Figura 3.22 – Esquema altimétrico dos pontos de interesse na medição.....	115
Figura 3.23 - Variação da Vazão dos Vazamentos com a Pressão Média – Setor por Gravidade: Fator Noite - Dia < 24 hora/dia .....	117
Figura 3.24 - Variação da Vazão dos Vazamentos com a Pressão Média- Setor com VRP: Fator Noite - Dia > 24 hora/dia .....	117
Figura 3.25 - Frequência Econômica de Intervenção Preventiva .....	118
Figura 3.26 – Abordagem da Caixa de Ferramentas .....	120
Figura 3.27 – Sistema que não apresenta sérios problemas referente a Vazamentos.....	121
Figura 3.28 – Sistema que apresenta problemas referente a vazamentos – Sistema sem Controle de Perdas, dados iniciais Julho de 2003.....	121
Figura 3.29 – Sistema Após o Controle de Perdas, dados finais Julho de 2005....	122
Figura 3.30 – Dupla abordagem em <i>Benchmarking</i> e Gerenciamento de Perdas Reais.....	124
Figura 3.31 – Controle de pressões - arrebetamentos em tubulações e ligações	125
Figura 3.32 – Efeito do tempo no volume total perdido – perdas reais.....	127
Figura 3.33 – Efeito do tempo de duração nos tipos de vazamentos – Conceito de Conhecimento, Localização e Reparo (CLR).....	128
Figura 3.34 - Distritos são classificados por prioridade na detecção de vazamentos e reparos – situação antes do controle ativo de vazamentos.....	130
Figura 3.35 – Vazão e pressão após o reparo de vazamentos e com redução do IVI .....	130
Figura 3.36 - Geofone Eletrônico .....	134
Figura 3.37 - Correlacionador de Ruídos Multiponto .....	134
Figura 3.38 - Data-Logger de Ruído.....	135
Figura 3.39 - Redes iguais solicitadas de forma diferente.....	139
Figura 3.40 – A influência do consumo nas perdas reais expressas em percentual do volume de entrada no sistema .....	141
Figura 3.41 – Exemplo de variação do indicador de perdas em percentual no sistema da RMSP .....	143

Figura 3.42 – Procedimento para determinar o Indicador de Desempenho operacional de perdas reais .....	145
Figura 3.43 - Controlando Perdas Reais.....	146
Figura 3.44 – Os quatro componentes da gestão de vazamentos .....	150
Figura 3.45 – Valores médios de IVI por país e cidades.....	155
Figura 3.46 – Comparando valores de IVI com Perda real entrada no sistema (%)	156
Figura 3.47 – Comparando valores de IVI com água não faturada (%).....	156
Figura 3.48 – Comparando valores de IVI com água não faturada (%) e valores de perda real (l/lig/dia) .....	157
Figura 3.49 – Valores médios de IVI em 22 prestadores no Reino Unido .....	157
Figura 3.50 – Valores médios de IVI em 22 prestadores na Austrália .....	158
Figura 3.51 – Valores médios de IVI em 20 prestadores nos Estados Unidos .....	158
Figura 3.52 – Valores médios de IVI em 26 prestadores na África do Sul.....	159
Figura 3.53 – Perda real por entrada no sistema % e valores de IVI .....	159
Figura 3.54 – Perda real por entrada no sistema % .....	161
Figura 3.55 – Perda real por litro/km/dia .....	162
Figura 3.56 – Perda real por litro/ligação/dia .....	162
Figura 3.57 – Perda real por litro/ligação/dia/pressão .....	163
Figura 3.58 – Perda real por litro/ligação/dia .....	163
Figura 3.59 – Redução da Perda real (% entrada no sistema) no Japão .....	164
Figura 3.60 – Redução da Perda real (% entrada no sistema) na Áustria – Viena..	164
Figura 3.61 – Evolução das perdas na SABESP .....	165
Figura 3.62 - Indicador de desempenho por função.....	166
Figura 3.63 - Indicador de desempenho por nível.....	167
Figura 3.64 – Identificando o nível econômico da água não-faturada .....	168
Figura 3.65 – Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado e Índice de Perdas de Faturamento dos principais Prestadores de Serviços Regionais participantes do SNIS em 2007.....	170
Figura 3.66 – Índice de perdas por Ligação (L/lig)/dia dos principais Prestadores de Serviços Regionais participantes do SNIS em 2007.....	171
Figura 4.1 – Ciclo do modelo de abordagem Pressão-Estado-Impacto-Resposta, PEIR ou PSIR .....	183
Figura 4.2 – Sistema Produtor Guandu atende 12 Municípios – Q = 50, 1 m <sup>3</sup> /s.....	197
Figura 4.3 – Índices de perda (total) por ligação (l/lig.dia) para os municípios do Sistema Produtor Guandu.....	200
Figura 5.1 – Regiões Administrativas – Barra da Tijuca (azul), Jacarepaguá (verde) e Cidade de Deus (roxo). Aplicação do ArcView.....	206

Figura 5.2 – Ocupação verticalizada – grandes condomínios. Variável calculada. Aplicação ArcView, setor censitário - IBGE (2000).....	208
Figura 5.3 – Ocupação setores subnormais - favelas. Aplicação ArcView, setor censitário - IBGE (2000).....	209
Figura 5.4 – Derivação da Caixa de Urucuia alimenta o Sistema da Baixada de Jacarepaguá – Q = 3,3 m <sup>3</sup> /s.....	212
Figura 5.5 – Áreas de Influência dos Reservatórios da Baixada de Jacarepaguá – Plano Diretor 1983 e de 2005, estudo para Setorização da Baixada de Jacarepaguá 2008 .....	210
Figura 5.6 – Localização da caixa de Urucuia, medidores de vazão e pressão Urucuia e Ayrton Senna. Sinalização em marcadores amarelos.....	213
Figura 5.7 – Pontos fora do padrão das medições de vazão – macromedidor Urucuia.....	214
Figura 5.8 – Pontos fora do padrão das medições – medidor de pressão Ayrton Senna.....	214
Figura 5.9 - Traçado das linhas principais de abastecimento da Baixada de Jacarepaguá em base plani-altimétrica.....	219
Figura 5.10 – Análise da vazão mínima noturna e da vazão mínima noturna Inerente.....	223
Figura 5.11 – Balanço Hídrico - Cenário Base – Situação sem Controle e Redução de Perdas.....	225
Figura 5.12 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico - Cenário Base – Situação sem Controle e Redução de Perdas .....	227
Figura 5.13 – Balanço Hídrico m <sup>3</sup> /ano - Cenário 01 – Redução de 20% Perdas (reais e aparentes).....	229
Figura 5.14 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico – Cenário 01 – Redução de 20% Perdas (reais e aparentes).....	229
Figura 5.15 – Balanço Hídrico m <sup>3</sup> /ano - Cenário 02 – Redução de 30% Perdas (reais e aparentes).....	230
Figura 5.16 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico – Cenário 02 – Redução de 30% Perdas (reais e aparentes)	230
Figura 5.17 – Balanço Hídrico m <sup>3</sup> /ano - Cenário 03 – Redução de 40% Perdas (reais e aparentes).....	231
Figura 5.18 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico – Cenário 03 – Redução de 40% Perdas (reais e aparentes)	231
Figura 5.19 – Balanço Hídrico m <sup>3</sup> /ano - Cenário 04 – Redução de 50% Perdas	

(reais e aparentes).....	232
Figura 5.20 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico – Cenário 04 – Redução de 50% Perdas (reais e aparentes)	232
Figura 5.21 – Balanço Hídrico m <sup>3</sup> /ano - Cenário 05 – Redução de 60% Perdas (reais e aparentes).....	233
Figura 5.22 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico – Cenário 05 – Redução de 60% Perdas (reais e aparentes)	233
Figura 5.23 – Balanço Hídrico m <sup>3</sup> /ano - Cenário 06 – Redução de 70% Perdas (reais e aparentes).....	234
Figura 5.24 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico – Cenário 06 – Redução de 70% Perdas (reais e aparentes)	234
Figura 5.25 – Metas de Redução de Volumes de Perdas – Real (R) e Aparente (A) e Ganhos Anuais Obtidos .....	238
Figura 5.26 – Metas de Redução de Volumes de Perdas – Real (R) e Aparente (A) e Ganhos Anuais em População Abastecida.....	239
Figura 5.27 – Cenário Base – Situação Atual e Metas de Redução de Perda Total em l/lig.dia.....	240
Figura 5.28 – Cenário Base – Situação Atual e Metas de Redução de Perda Real em l/lig.dia.....	241
Figura 5.29 – Os quatro componentes de gestão de vazamentos.....	243
Figura 5.30 – Zonas de Medição e Controle – ZMC's Baixada de Jacarepaguá escala 1:100.000.....	249
Figura 5.31 – Zonas de Medição e Controle – ZMC's Baixada de Jacarepaguá escala 1:75.000.....	250
Figura 5.32 – Zona de Medição e Controle – ZMC Reunião - escala 1:50.000.....	251
Figura 5.33 – Zona de Medição e Controle – ZMC Outeiro - escala 1:50.000.....	252
Figura 5.34 – Zona de Medição e Controle – ZMC Curicica - escala 1:50.000.....	253
Figura 5.35 – Zona de Medição e Controle – ZMC Jacarepaguá escala 1:50.000.....	254
Figura 5.36 – Zona de Medição e Controle – ZMC Recreio - escala 1:50.000.....	255
Figura 5.37 – Zona de Medição e Controle – ZMC Itanhangá - escala 1:50.000....	256
Figura 5.38 – Zona de Medição e Controle – ZMC Taquara - escala 1:50.000.....	257
Figura 5.39 – Zona de Medição e Controle – ZMC Boiúna - escala 1:50.000.....	258
Figura 5.40 – Zona de Medição e Controle – ZMC Vargem Grande escala 1:50.000.....	259
Figura 5.41 – Cenários e Programa de Controle e Redução de Perdas – <i>Paybacks</i> por mês/ano.....	270

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Requisitos de um bom indicador.....	17
Quadro 2.2 - Tipos de Indicadores por Função.....	18
Quadro 2.3 – Restrições para o Financiamento de Tipos de Empreendimentos - AMD.....	51
Quadro 3.1 – Parâmetros para a análise dos componentes das perdas reais anuais.....	93
Quadro 3.2 – Resumo - características dos vazamentos .....	96
Quadro 3.3 – Componentes da vazão mínima noturna .....	99
Quadro 3.4 – Faixas de valores do expoente N1 .....	110
Quadro 3.5 - Casos de controle e redução de perdas com redução de pressão...	123
Quadro 3.6 – Exemplo hipotético de perdas em percentual comparadas com perdas em volume/dia .....	141
Quadro 3.7 – Água não-faturada expressa como um percentual do volume de entrada no sistema .....	144
Quadro 3.8 – Componentes das Perdas Reais Inevitáveis .....	147
Quadro 3.9 – Componentes das Perdas Reais Inevitáveis .....	149
Quadro 3.10 – AWWA - Metas Recomendadas de IVI e considerações .....	153
Quadro 3.11 - Matriz de Avaliação de Perdas Reais .....	154
Quadro 3.12 – Atividades recomendadas pelo Banco Mundial por Categoria A, B, C e D .....	155
Quadro 3.13 – Como a pressão média altera a leitura do desempenho da gestão de Vazamento. ....	160
Quadro 3.14 – Indicador de Desempenho – Perda Real litro/lig/dia em países ....	160
Quadro 3.15 - Indicadores de Desempenho recomendados para recursos hídricos, água não-faturada, perdas reais e perdas aparentes .....	167
Quadro 4.1 - Relação elementos da matriz PEIR e indicadores ambientais.....	184
Quadro 4.2 - Linhas Estratégicas de Ação em Plano de Conservação de Água....	186
Quadro 4.3 – Medidas para promoção do uso eficiente da água aplicáveis ao setor urbano .....	188
Quadro 4.4 – Dados das Regiões Administrativas do DF – CAESB.....	192
Quadro 4.5 – Índices de perdas da Região Metropolitana de Curitiba – SANEPAR	193
Quadro 4.6 – Volume de Perda (Total) de Faturamento (1.000 m <sup>3</sup> /ano) para os municípios e o Sistema Produtor Guandu – anos 1999 a 2007 - dados base SNIS.....	199
Quadro 4.7 – Índices de Perda (Total) por Ligação ((L/lig)/dia) para os municípios e o	

Sistema Produtor Guandu – anos 1999 a 2007 .....	199
Quadro 5.1 – População por Região Administrativa na Baixada de Jacarepaguá projeção da prefeitura RJ com base no IBGE, 2000.....	207
Quadro 5.2 – Domicílios por Região Administrativa na Baixada de Jacarepaguá projeção da prefeitura RJ com base no IBGE, 2000.....	207
Quadro 5.3 – Vazões por Região Administrativa na Baixada de Jacarepaguá.....	215
Quadro 5.4 - Volume total médio anual faturado, ligações e economias ativas (cadastradas) .....	220
Quadro 5.5 – Aplicação da vazão mínima noturna. Cálculo da vazão mínima noturna inerente.....	223
Quadro 5.6 – Valores de IVI para valores de pressão – média e outras na área de estudo.....	242
Quadro 5.7 - Caixas de Manobra - Diâmetros dos medidores de vazão eletromagnéticos e de VRP's.....	246
Quadro 5.8 - Caixas de Manobra - Diâmetros das válvulas de redução e controle – VRP's.....	247
Quadro 5.9 - Caixas de Manobra - Diâmetros dos medidores de vazão das comunidades carentes - favelas.....	247
Quadro 5.10 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 01 - Cenário 01 – Redução de Perdas (RAp) de 20% e <i>payback</i> .....	264
Quadro 5.11 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 02 - Cenário 02 – Redução de Perdas (RAp) de 30% e <i>payback</i> .....	265
Quadro 5.12 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 03 - Cenário 03 – Redução de Perdas (RAp) de 40% e <i>payback</i> .....	266
Quadro 5.13 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 04 - Cenário 04 – Redução de Perdas (RAp) de 50% e <i>payback</i> .....	267
Quadro 5.14 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 05 - Cenário 05 – Redução de Perdas (RAp) de 60% e <i>payback</i> .....	268
Quadro 5.15 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 06 - Cenário 06 – Redução de Perdas (RAp) de 70% e <i>payback</i> .....	269

## SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABAR – Associação Brasileira de Agências de Regulação
- ABENDE – Associação Brasileira de Ensaio Não-Destrutivo
- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
- ADERASA – *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas*
- AEA - Agência Europeia do Ambiente
- AESBE – Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais
- AfWA – *African Water Association*
- AGENERSA – Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro
- AIDIS – *Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*
- ALC – *Active Leakage Control*
- AMD – Acordo de Melhoria em Desempenho
- ANA – Agência Nacional de Águas
- AWWA – *American Water Works Association*
- AWWA/ANSI – *American Water Works Association/The American National Standards Institute*
- AWWARF – *American Water Works Association Research Foundation*
- BABE – *Background and Burst Estimates*
- BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento
- BIRD – Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento - Banco Mundial
- BNH – Banco Nacional da Habitação
- CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
- CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará
- CARL – *Current Annual Real Losses*
- CAV – Controle Ativo de Vazamentos
- CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
- CEF - Caixa Econômica Federal
- CERES – *Coalition for Environmentally Responsible Economies*
- CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento
- CNQA – Comitê Nacional de Qualidade da ABES



COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
CWCB – *Colorado Water Conservation Board*  
DMA - *District Meter Area*  
DVGW – *Deutsche Vereinigung des Gas und Wasserfaches*  
EA/UK - *Environment Agency/UK*  
EEA - *European Environment Agency*  
EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento  
EUREAU – *European Federation of National Associations of Water  
and Waste Water Services*  
FAVAD – *Fixed and Variable Area Discharges*  
FDES – *Framework for the Development of Environment Statistics*  
FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço  
GEO – *Global Environment Outlook*  
GIRH – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos  
GQT – Gestão da Qualidade Total  
GRI – *Global Reporting Initiative*  
GRMD – Guia de Referência para Medição do Desempenho  
GVces – Centro de Estudos em Sustentabilidade - FGV  
GWP – *Global Water Partnership*  
IAWPRC - *International Association on Water Pollution Research and Control*  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBNET – *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities*  
ID – Indicador de Desempenho  
IISD – *International Institute for Sustainable Development*  
ILI – *Infrastructure Leakage Index*  
INAG – Instituto da Água  
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial  
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
ISO – *International Organization for Standardization*  
ISO/TC – *International Organization for Standardization / Technical Committee*  
IVI – Índice de Vazamento da Infra-estrutura  
IWA – *International Water Association*  
IWSA – *International Water Supply Association*  
JICA - *Japan International Cooperation Agency*  
JUSET – *Japanese Union of Scientists and Engineers*  
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil/Portugal

LNSB – Lei Nacional de Saneamento Básico

MASP – Método de Análise e Solução de Problemas

MASPP – Método de Análise de Solução de Problemas e Perdas

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

METRON – *Metropolitan Areas and Sustainable Use of Water*

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MPO/IPEA – Ministério do Planejamento e Orçamento/IPEA

NLCI – *National Leakage Control Initiative*

NRC – *National Research Council*

NRW – *Non-Revenue Water*

OECD – *Organisation for Economic Co-Operation and Development*

OFWAT - *Office of Water Services*

OIML – Organização Internacional de Metrologia Legal

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde

PAS - *Performance Assessment System*

PDCA – *Plan – Do - Check - Act*

PECOPE – Programa Estadual de Controle de Perdas

PED - Programa Estadual de Desestatização

PEDOP – Programa de Controle e Desenvolvimento Operacional

PERH – Plano Estratégico de Recursos Hídricos

PI – *Performance Indicators*

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PMSS – Programa de Modernização do Setor Saneamento

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PNQS – Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento

PNSB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA – Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente

PRAC – Perdas Reais Anuais Correntes

PRAI – Perdas Reais Anuais Inevitáveis

PRI – Perdas Reais Inevitáveis

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROGRAMA REÁGUA – Programa Estadual de Apoio à Recuperação das Águas/SP

PROPAR – Programa Estadual de Parcerias Público-Privadas

PRO-REG – Programa de Fortalecimento da Capacidade Institucional para Gestão em  
Regulação

QSP - quando sistema pressurizado

SAAE – Sistema Autônomo de Água e Esgoto

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SABREN – Sistema de Assentamentos de Baixa Renda/RJ

SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento/Campinas

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

SATECIA – Programa de Assistência Técnica para o Desenvolvimento Institucional  
das Empresas Estaduais de Saneamento

SEDU/PR – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da  
República

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SFS – Sistema Financeiro do Saneamento

SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

UARL – *Unavoidable Annual Real Losses*

UKWIR – *United Kingdom Water Industry Research*

UNSD – *United Nations Statistics Division*

USEPA – *U.S. Environmental Protection Agency*

USP – Universidade de São Paulo

WBI – *World Bank Institute*

WHO – *World Health Organisation*

WLTF/IWA – *Water Losses Task Force/IWA*

WRc – *Water Research Centre*

WSA - *Water Services Association*

WSAA – *Water Services Association of Australia*

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 MOTIVAÇÃO

Globalmente, a demanda de água tem crescido e a oferta, diminuído. Perdas de água em redes de abastecimento, sempre presentes nas operações hidráulicas, são uma das características no gerenciamento operacional, mesmo em sistemas com infra-estrutura bem desenvolvida e de boas práticas operacionais. Entretanto, nos países em desenvolvimento, a combinação de fraca infra-estrutura, esgotamento sanitário ineficaz e abastecimento intermitente pode significar um alto risco para saúde da população. Perdas de água nas redes de abastecimento são um problema mundial, que requer um gerenciamento estratégico e que pode ser universalmente aplicado.

Países como os Estados Unidos da América, Canadá, Reino Unido, África do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Itália, Portugal, Malta, Alemanha entre outros têm aplicado a metodologia de controle de perdas de água da *International Water Association* - IWA, principalmente nos quesitos referentes à Matriz de Balanço Hídrico. Vale ressaltar a atuação dos ingleses que detêm conhecimento adquirido através de aplicações no próprio Reino Unido - incluso na implantação de DMA's (*District Meter Áreas*), ZMC's (Zonas de Medição e Controle) ou DP's (Distritos Pitométricos), e prestação de consultoria em vários países, assim como na autoria de livros. Allan Lambert, Malcolm Farley, Stuart Trow, Julian Thornton (EUA), Reinhard Sturm (EUA), George Kunkel (EUA), Helena Alegre (Portugal) são alguns dos autores mais conhecidos internacionalmente e a atuação das instituições - IWA, AWWA, WRc, UKWIR, LNEC têm tido amplo reconhecimento.

Todos os prestadores de água do Reino Unido exercem uma prática ativa no gerenciamento e controle de perdas, porém são as indústrias/companhias de água da Inglaterra e do País de Gales que foram os pioneiros em mecanismos e tecnologia no ganho de um melhor entendimento do controle de perdas. As mesmas estão sob rigorosa regulação pela *Office of Water Services* - OFWAT e pela *Environment Agency* – EA. A gerência no controle de perdas tem sido uma das principais tarefas operacionais nos sistemas de distribuição pelos prestadores. Isso foi resultado da combinação de privatização e regulação (desde 1989), tornando as companhias cada vez mais responsáveis aos consumidores, acionistas e reguladores.

O problema na oferta de água acaba por impulsionar as ações no controle de perdas em determinados países e cidades. A Inglaterra e o Japão são referências mundiais. No Japão, especialmente nas zonas urbanas onde se observa a escassez de água, a importância de planejar o uso eficiente e racional dos recursos hídricos limitados vem sendo amplamente reconhecida entre a população em geral. Em 1964, a cidade de Tóquio, enfrentou uma seca sem precedentes. Desde então o Japão começou a se preocupar com o aproveitamento eficiente e racional da água. Sob a diretriz básica traçada em âmbito nacional, os órgãos e companhias regionais de abastecimento de água se mobilizaram para promover ações para reduzir desperdícios de água, causados principalmente por vazamentos. O Índice de perdas de água não-faturada, que na década de 1950 registrava cerca de 30%, atualmente apresenta uma média, em âmbito nacional, de menos de 10%. Em Tóquio, o Índice de perdas de água registrado foi de 6% no período entre abril de 2005 e março de 2006 (SANEAS, 2007).

No Reino Unido, com as secas de 1975-76, 1989-92 e 1995-96, ficou evidente a necessidade de considerar a água como bem econômico e empregar medidas de gerenciamento da demanda. Desde novembro de 2004 não há incidência satisfatória de chuvas, e isso é um problema. A dessalinização não é a solução ideal sendo um processo muito caro para se obter água potável. Requer muita energia e suas emissões agravam o problema do aquecimento global. A melhor providência é desenvolver medidas locais de conservação e de uso da água de forma sensata. Entretanto, as companhias de águas podem utilizar o processo de dessalinização para prover as áreas onde a demanda excede a oferta (EA, 2007). A dessalinização é uma alternativa às fontes de água tradicionais e pode ser cada vez mais utilizada, nomeadamente em regiões da Europa onde existe stress hídrico. Porém, na avaliação do impacto global da dessalinização no ambiente, devem ser levadas em conta as elevadas necessidades de energia deste processo e o volume de salmoura produzido, um subproduto de eliminação difícil, podendo prejudicar o ambiente (AEAa, 2009). A primeira estação de dessalinização em grande escala do Reino Unido - com capacidade de produção de 1,7 m<sup>3</sup>/s, tem a previsão de ser inaugurada em 2010 na cidade de Londres (WT, 2009).

Na gestão de perdas, pode-se citar o empenho de profissionais da área e consultores que vem promovendo a difusão do assunto no âmbito internacional: Roland Liemberger (Áustria), Tim Waldron (Austrália), Ronnie Mckenzie (África do Sul), Mark Mathis (EUA), Kenneth J. Brothers (Canadá) e Michel Vermersch (França).

No Brasil, a implementação de programas de controle de perdas exemplifica a preocupação de alguns prestadores, tais como as companhias estaduais SABESP, CAESB, SANEPAR, COPASA, CESAN e outros. Entretanto, vários programas foram iniciados, mas não tiveram a continuidade merecida.

O conhecimento aplicado sobre perdas tem sido fruto das iniciativas pontuais de prestadores no país no decorrer dos anos, com atualizações demandadas pela participação em congressos nacionais e internacionais e na contratação de consultoria internacional. A SABESP iniciou este processo, no início dos anos noventa, junto à consultoria francesa (Lysa), passando posteriormente a trabalhar com os consultores ingleses – o período de 2001/2002 foi o início da aplicação da metodologia da IWA na SABESP. A partir de 1997 se iniciou o Programa de Redução de Pressões com a adoção de VRP's - atualmente atuam em 30% da rede da região metropolitana. Em 2007, a empresa, em busca de novos procedimentos, assinou um acordo de cooperação técnica com a Agência Internacional de Cooperação Japonesa - JICA, visando a transferência de conhecimentos e de tecnologia adquiridos por estes técnicos durante mais de 50 anos. Faz-se menção ao engenheiro Jairo Tardelli, Gerente do Departamento MPI – SABESP, como um dos precursores no controle de perdas na SABESP. Tardelli (SABESPd, 2009) comenta sobre a atuação dos franceses no domínio da questão das perdas aparentes; dos ingleses, das perdas reais e a dos japoneses, nas boas práticas e gestão em si. O engenheiro Eric Carozzi (SANEAS, 2007) relata que, sobre as dificuldades de planejar as ações de perdas, a SABESP ainda não possui um modelo preciso que permita projetar as metas de perdas em função das ações e recursos previstos nos planos. E ressalta a necessidade de melhorar a qualidade das informações e registrar os históricos das ações e seus resultados, a fim de aperfeiçoar continuamente esse modelo, aprimorando os planejamentos futuros.

São Paulo se encontra em situação preocupante em relação à oferta de água - medidas de conservação de uso da água e de controle de perdas se tornam necessárias. O engenheiro Paulo Massato Yoshimoto - Diretor Metropolitano (SABESPa, 2009), em recente evento apresentou que a SABESP, no período de 2006/2007, obteve um ganho na produção de água em torno de  $3\text{m}^3/\text{s}$ , a partir da aplicação de boas práticas na gestão de perdas - considerando os bons resultados obtidos com a implantação de VRP's – válvulas redutoras de pressão. Em termos de gestão, e através de um novo modelo de contratação, está em andamento o Contrato

de Performance (SANEAS, 2007), no qual a contratada tem compromisso e é remunerada em função da redução de perda obtida. Foi implantado na Região Metropolitana de São Paulo um projeto-piloto, onde a SABESP acompanha a evolução e os resultados obtidos neste contrato.

Segundo WORLD BANK (2006), o conceito de contratação de serviços por desempenho baseada na redução de água não-faturada é relativamente novo. Um número limitado de grandes contratos tem ocorrido, porém pouca informação se encontra publicamente disponível. E cita quatro casos envolvidos em tais contratos, sendo um caso no Brasil:

- Estado de Selangor (Malásia) - contrato de grande escala para a redução de perdas reais e perdas aparentes ocorre desde 1998 entre o serviço público de água que serve Kuala Lumpur e arredores, e um consórcio liderado por uma empresa da Malásia;
- Bangkok (Tailândia) - a Autoridade Metropolitana de Água (MWA) que abastece Bangkok terceirizou empresas privadas para a redução de perdas reais de 2000 a 2004;
- São Paulo (Brasil) - a SABESP, para a Região Metropolitana de São Paulo, experimentou com diferentes abordagens contratuais visando reduzir perdas aparentes através do setor privado - no caso foi contratada a empresa BBL;
- Dublin (Irlanda) - a Divisão de Água do Conselho de Dublin contratou em 1997 uma empresa internacional privada para a execução de um contrato de dois anos para reduzir perdas reais.

Quanto a prestadores locais/municipais, pode-se citar a SANASA/Campinas/SP obtendo resultados expressivos na redução de perdas, e o SAAE de Volta Redonda/RJ – objeto de visita técnica à Gerência de Controle de Perdas. Através do empenho do engenheiro Euclides A. Chaves Filho, foram implementados vinte e três Distritos Pitométricos controlados com a instalação de VRP's, dos oitenta e sete distritos definidos inicialmente. Nestes distritos implantados, obteve-se reduções nos volumes de perdas reais entre 60% a 66%, com apenas um caso de distrito apresentando redução de apenas 45% do volume de perda real. Outro aspecto verificado foi o tempo de retorno de investimento aplicado – *payback*, obtido por implantação de distrito: o pior resultado de *payback* obtido foi o de 32 dias para o período de 365 dias, ou seja, *payback* de 1 mês. Sendo, na grande maioria dos casos de 15 a 17 dias, demonstrando alto retorno dos investimentos realizados. Em todos os vinte e três distritos aplicou-se o Controle Ativo de Vazamentos - CAV. De uma forma

geral, Euclides considera que, com a aplicação do CAV, se obtém, redução em torno de 50% no volume das perdas reais. Em relação a perdas aparentes, concluiu uma experiência insatisfatória na utilização do hidrômetro comunitário - período de 1998 e 1999, no atendimento às classes mais baixas, resolvendo a questão a partir da instalação de ligações individuais, no ano de 2000. Outro caso de sucesso, é o de Águas de Niterói que, focando o controle na redução do volume disponibilizado e no aumento do volume utilizado, com a implantação do método MASPP-I (BIANCHINI, 2009), obteve bons índices na redução de perdas, mais especificamente em ganhos financeiros.

Em âmbito acadêmico, podem-se identificar as dissertações desenvolvidas na UnB, por engenheiros da CAESB, sob a orientação do prof. Sergio Koide - Elton Gonçalves, Luiz Carlos Hiroyuki Itonaga, Nilce Regina da Silva e Ernani Ciríaco de Miranda, este último, engenheiro do PMSS/Ministério das Cidades. Pela USP, dissertações, sob a orientação do prof. Milton Tsutiya (*in memoriam*) - Kelly Arikawa e Marcelo Sato. Outros estudos e demais trabalhos referentes a controle de perdas foram encontrados, resultados pelo interesse de técnicos profissionalmente conscientes e ávidos por novas tecnologias e formas de gestão, e atentos às questões atuais da sustentabilidade ambiental e econômica e de controle social.

Segundo o Banco Mundial (WORLD BANK, 2006), nos países em desenvolvimento, cerca de 45 milhões de metros cúbicos são perdidos diariamente em vazamentos nas redes de distribuição – volume suficiente para atender 200 milhões de pessoas. Da mesma forma, cerca de 30 milhões de metros cúbicos são entregues todos os dias aos consumidores - porém não são faturados, por conta de furtos, corrupção de empregados e medição insatisfatória. Tudo isso afeta diretamente a capacidade do setor nos países em desenvolvimento a se tornarem viáveis financeiramente e com fundos necessários à expansão dos serviços, especialmente às classes mais baixas.

No último Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, publicação anual do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2007), uma estimativa simplificada realizada pelo engenheiro Airton Sampaio (Consultor do Projeto COM + ÁGUA, PMSS) do que representam as perdas totais de água (admitindo-se que 60% das perdas reais e aparentes são recuperáveis) nos sistemas brasileiros e em termos financeiros, conclui-se que elas correspondem a cerca de R\$ 4,4 bilhões/ano (SNIS,



2007). Se o país precisa de R\$ 13,44 bilhões/ano até 2020, valor atualizado<sup>1</sup> em dezembro de 2007 (AIDIS, 2009), para alcançar a universalização dos serviços de água e esgotos, então o valor das perdas traduziria em habitantes que poderiam ser atendidos e representa um enorme prejuízo para a economia brasileira. Em entrevista (SANEAS, 2007), Ernani Ciríaco de Miranda - Coordenador do Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS (Ministério das Cidades), menciona: *“Infelizmente a sociedade brasileira sequer tem condições de avaliar a gravidade deste fato, pois a regulação praticamente inexistente, muito menos o controle social. Penso que o problema somente será equacionado quando adquirir dimensão nacional e estiver ao alcance da compreensão da sociedade brasileira”*. Ernani sinaliza que, segundo especialistas, bons índices de perdas de faturamento no Brasil, seriam valores da ordem de 20% a 25%.

A autora participou, anteriormente, como projetista do Projeto Básico (Consórcio Andrade Gutierrez - Odebrecht), parte integrante da Proposta Técnica referente ao Edital “Concessão dos Serviços de Água e Esgotos da Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes”. Tal edital fez parte do Programa Estadual de Desestatização – PED/RJ, em 1997. Com esta participação, pode vislumbrar a aplicação da metodologia da IWA e formulação do estudo de caso na Baixada de Jacarepaguá. Com exceção do bairro de Jacarepaguá, por ser uma área com ocupação mais antiga, é uma área que ainda se encontra sem maior complexidade nas interligações hidráulicas, o que facilita na delimitação de ZMC's.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

O presente trabalho analisa a viabilidade e a sustentabilidade técnica-econômica-financeira de um programa de controle e redução de perdas na Baixada de Jacarepaguá, no município do Rio de Janeiro, utilizando as premissas da metodologia da IWA com ações e intervenções ao longo de um período de cinco anos.

---

<sup>1</sup> Estudo base: “Dimensionamento das Necessidades de Investimento para a Universalização dos Serviços de Abastecimento de Água e de Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários no Brasil”, PMSS/PNUD, 2003.

## Objetivo Específicos

- Identificar aspectos políticos-legais e normativos intervenientes na gestão de perdas.

- Elaborar o Balanço Hídrico do Sistema de Abastecimento de Água da Baixada de Jacarepaguá para o período de estudo, maio de 2006 a abril de 2007 – Cenário Base. Estimar a população de comunidades carentes – favelas. Estimar os valores dos componentes do balanço: volumes ( $m^3$ /ano) e custos respectivos (R\$/ano). Estimar o volume da água não faturada ( $m^3$ /ano) e quanto da água não é faturada (R\$/ano).

- Elaborar seis cenários de balanço hídrico hipotéticos de volumes e custos – Cenários de 01 a 06, considerando a redução dos volumes dos componentes de perdas – reais e aparentes. Valores percentuais de eficiência na redução de 20%, 30%, 40% 50%, 60% e 70% respectivos a cada cenário.

- Identificar os ganhos anuais ou perdas recuperáveis, Metas – de 01 a 06, a serem obtidas considerando o balanço – Cenário Base e os cenários hipotéticos de 01 a 06. Ganhos anuais em volume de água ( $m^3$ /ano) indicam a possibilidade de abastecimento de uma população equivalente em outra região - ganho em oferta. Ganhos anuais em custo de água (R\$/ano) indicam a possibilidade de financiar outras áreas para a gestão de perdas..

- Elaborar um programa de controle e redução de perdas para um horizonte de cinco anos.

- Identificar a taxa de retorno – *payback* (mês/ano) para cada cenário de redução de perdas.

- Identificar o grau de sustentabilidade técnica-econômica-financeira na proposição de um programa de controle e redução de perdas na Baixada de Jacarepaguá, através de *paybacks* de cenários - de 01 a 06, possibilitando ao prestador uma melhor compreensão do problema em relação a gestão de perdas.

- Estimular a adoção da gestão de perdas na Baixada de Jacarepaguá em outras áreas, por parte da CEDAE.

### 1.3 A JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO

A Baixada de Jacarepaguá é delimitada pelos maciços montanhosos da Tijuca a leste, da Pedra Branca a oeste e pelo Oceano Atlântico ao sul, abrangendo a área da ponta da Joatinga até a Prainha, passando pela Serra dos Pretos Forros e demais elevações.

A seleção da área ocorreu pela peculiaridade de apresentar praticamente e hidraulicamente este único ponto de abastecimento. O sistema de abastecimento se torna um circuito “estanque”, favorecendo a busca de obtenção das estimativas dos volumes de águas – produzido e faturado/consumido e na aplicação da Matriz de Balanço Hídrico da IWA.

O Sistema da Baixada de Jacarepaguá pertence ao Sistema Produtor Guandu, que por sua vez é alimentado com águas transpostas da bacia do Rio Paraíba do Sul. A situação apresenta uma **relação da territorialidade** (espaço geográfico/espacial) **na questão do abastecimento de água no Rio de Janeiro**. Existe uma transferência de água tratada da Bacia do Rio Guandu para a Bacia da Baía de Guanabara possibilitando promover o abastecimento de grande parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A Figura 1.1 apresenta a localização da Baixada de Jacarepaguá, do município e do estado do Rio de Janeiro, e das bacias envolvidas na disponibilidade hídrica e no Sistema Produtor Guandu.



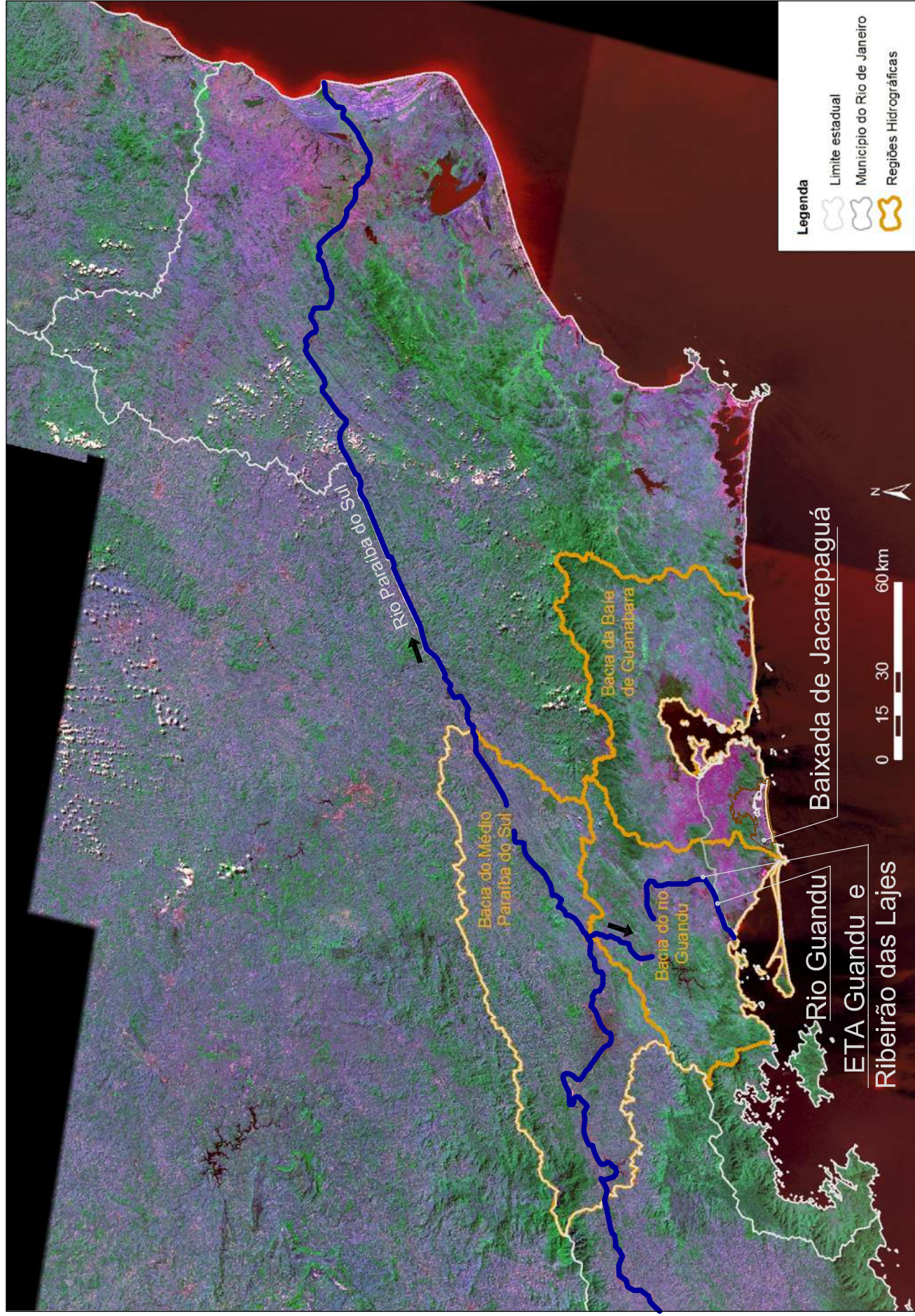


Figura 1.1 – BAIXADA DE JACAREPAGUÁ, BACIAS MÉDIO PARAÍBA DO SUL – RIO GUANDU – BAÍA DE GUANABARA

## 1.4 A ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. O Capítulo 1 – **Introdução** apresenta resumidamente, a motivação do estudo, os objetivos, a justificativa da escolha da área de estudo e a organização dos capítulos.

No **Capítulo 2 – Indicadores e Regulação do Saneamento Básico** – se apresentam a conceituação de indicador, sistema, processo, desempenho; a evolução do conceito da qualidade segundo as Normas ISO, e respectiva interação com os indicadores aplicados aos sistemas de abastecimento de água, avaliação de desempenho, o atendimento das premissas do desenvolvimento sustentável; dispositivos, instituições, programas que monitoram e os indicadores. O esgotamento do modelo institucional-econômico vigente e o processo de redemocratização no país. A introdução de novos conceitos seguindo uma forte tendência mundial – a regulação dos monopólios naturais. Absorção de novas tendências político-institucionais-econômicas: visão privatista e a regulação - a ação da agência reguladora no saneamento. A Lei 11.445/07 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. As demandas pelo governo federal nas ações de controle de perdas no país.

No **Capítulo 3 – Controle de Perdas de Água** - é feita a conceituação de água faturada e não faturada, consumo autorizado e não autorizado, perdas reais e perdas aparentes. Relato histórico dos avanços técnicos sobre vazamentos obtidos através de estudos e aplicações práticas, considerando-se o predomínio inicial por parte dos ingleses sobre o assunto. Metodologia IWA, Balanço Hídrico, BABE, FAVAD, Indicadores de Desempenho – Perdas, análise da vazão mínima noturna, controle ativo de vazamentos e definição de metas de redução da água não-faturada são assuntos abordados. Ao final se apresenta um comparativo de indicadores de perdas de seis prestadores regionais usando indicadores disponíveis no SNIS.

No **Capítulo 4 – Sustentabilidade e Controle de Perdas** - é apresentada uma sucinta retrospectiva do conceito do desenvolvimento sustentável, a relação com o abastecimento de água, a gestão por oferta e a gestão por demanda, o conceito de conservação da água no meio urbano ou combate ao desperdício de água, programas de controle e redução de perdas nas Regiões Metropolitanas de São Paulo/SP, Distrito Federal/DF e de Curitiba/PR. O capítulo se encerra expondo a questão de perdas no Sistema Produtor Guandu/RJ – doze municípios, parte integrante da RMRJ.

No **Capítulo 5 – Aplicação da Metodologia da IWA e Formulação de Cenários, Metas e Paybacks para um Programa de Controle e Redução de Perdas para a Baixada de Jacarepaguá** – se apresenta o estudo de caso realizado na Baixada de Jacarepaguá, área significativa no município do Rio de Janeiro. A área selecionada apresenta uma topografia favorável à aplicação da metodologia da IWA - abordagem *top-down* para a realização do Balanço Hídrico. Identificação dos componentes do Balanço Hídrico – Cenário Base com análise da vazão mínima noturna. Análise de custos dos componentes – consumo autorizado não-faturado população carente/favelas, perdas aparentes e perdas reais, água não-faturada. Definição de Cenários – 01 a 06 e Metas – 01 a 06 em redução de perdas – reais e aparentes. Hipóteses de redução de perdas em 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70%. Definição da proposta do Programa de Controle e Redução de Perdas em um período de cinco anos. Identificação dos tempos de retorno do investimento – paybacks - 01 a 06 do Programa de Redução de Perdas referentes a cada Meta/Cenário.

No **Capítulo 6 – Conclusões e Recomendações** - neste capítulo se apresentam as considerações dos resultados obtidos, sugestões que poderão ser aproveitadas pelo prestador de serviços de abastecimento de água e por gestores de recursos hídricos e sugestões para a continuidade de estudos na área da Baixada de Jacarepaguá e no Sistema Produtor Guandu.



## 2 INDICADORES E REGULAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

Nas seções a seguir, apresentam-se os principais aspectos de indicadores, indicadores de qualidade e de *benchmarking* (avaliação comparativa de desempenho), ferramentas de qualidade, a série de normas ISO 9000 (qualidade da produção), ISO 14000 (do ponto de vista de licenciamento ambiental) e ISO 24500 (prestação de serviços ao consumidor de abastecimento de água e esgoto). Instrumentos de avaliação de desempenho aplicáveis aos serviços de saneamento, com a aplicação de indicadores de desempenho a sistemas de abastecimento de água. A seguir, a relevância da regulação dos serviços de saneamento, em consonância com a Lei 11.445/07, concluindo com um histórico institucional de controle de perdas no país.

O termo 'indicador', originário do verbo latino *indicare*, significa descobrir, apontar, anunciar, divulgar, estimar (HAMMOND et al., 1995).

Um indicador é produto de uma relação ou relações de dados iniciais ou primários. Vive-se num mundo onde estamos rodeados de indicadores, sejam econômicos, sociais, de saúde, de produção, de qualidade, de desempenho, de sustentabilidade, etc. Dados são processados gerando indicadores, acarretando em outros conceitos: índice, meta, padrão, informação, modelo, sistema, objetivo. **O emprego de indicadores está vinculado à forma que vemos um sistema, seja ele produtivo, seja ele ambiental, onde aplicável.**

**Sistemas de abastecimento de água podem ser vistos como sistemas produtivos que transformam água bruta (matéria prima) em água tratada (produto final) fornecida ao consumidor por meio de um serviço tarifado. O prestador de serviços de saneamento básico lida também com a água como um recurso natural necessário à sobrevivência do homem em vários contextos: da saúde, do consumidor, político/governamental, empresarial<sup>2</sup> e ambiental.**

Pela ótica empresarial, identificam-se as técnicas e procedimentos de planejamento estratégico, gestão da qualidade e da gestão ambiental. Dados devem ser coletados, indicadores de desempenho gerados, e leituras comparativas realizadas em projetos de *benchmarking*.

Pela ótica de recursos hídricos, o setor de saneamento é um usuário de água bruta. O prestador de serviço de saneamento básico, a partir do atendimento à população, acaba gerando efluentes que devem ser coletados, transportados e tratados com lançamento final adequado. Quando lançado na própria bacia de contribuição, a consideração é de que 80% da vazão de abastecimento se converta em vazão de esgotamento sanitário.

## 2.1 PRINCIPAIS ASPECTOS

BELLEN (2005) aponta a definição de McQueen e Noak (1988) que trata um indicador como uma medida que resume informações relevantes de um fenômeno particular ou um substituto dessa medida, semelhante ao conceito de Holling (1978) de que um indicador é uma medida do comportamento do sistema em termos de atributos expressivos e perceptíveis.

Para a OECD (1993), um indicador deve ser entendido como um parâmetro, ou valor derivado de parâmetros que apontam e fornecem informações sobre o estado de um fenômeno, com extensão significativa.

Segundo TUNSTALL (1994,1992 apud BELLEN, 2005) os indicadores são observados a partir de suas principais funções:

- Avaliação de condições e tendências
- Comparação entre lugares e situações
- Avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos
- Prover informações de advertência
- Antecipar futuras condições e tendências

Embora muitas vezes os indicadores sejam apresentados na forma gráfica ou estatística, são basicamente distintos dos dados primários. Dados são medidas, ou observações no caso de dados qualitativos, dos valores da variável em diferentes tempos, locais, população ou a sua combinação (GALLOPIN, 1996 apud BELLEN, 2005).

---

<sup>2</sup> Com aspectos operacionais, tecnológicos, econômico-financeiros, administrativos, de



A partir de um certo nível de agregação ou percepção, indicadores podem ser definidos como variáveis individuais ou uma variável que é função de outras variáveis. A função pode ser simples como uma relação, que mede a variação da variável em relação a uma base específica; um índice, um número simples que é uma função simples de duas ou mais variáveis; ou complexa, como o resultado de um grande modelo de simulação (BELLEN, 2005).

Segundo SEGNESTAM (2002), a análise do indicador, sob determinado contexto e enfoque e orientado para um determinado fim, gera a informação que é a base do processo de tomada de decisão. A informação é, portanto, o resultado da análise de indicadores e índices, sendo politicamente relevante. A relação entre dado, indicador, índice e informação está ilustrada na Figura 2.1.

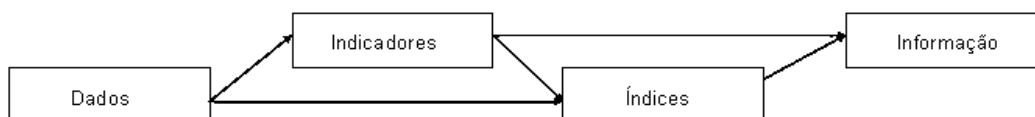


Figura 2.1 - Dado, Indicadores, Índices e Informação. (SEGNESTAM, 2002).

A relação entre dados primários e indicadores, no que é denominada pirâmide de informações (HAMMOND et al., 1995), é apresentada na Figura 2.2a.

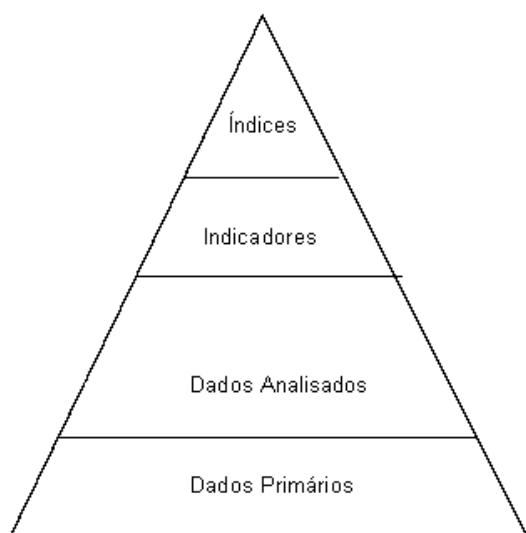


Figura 2.2a – Pirâmide de Informações

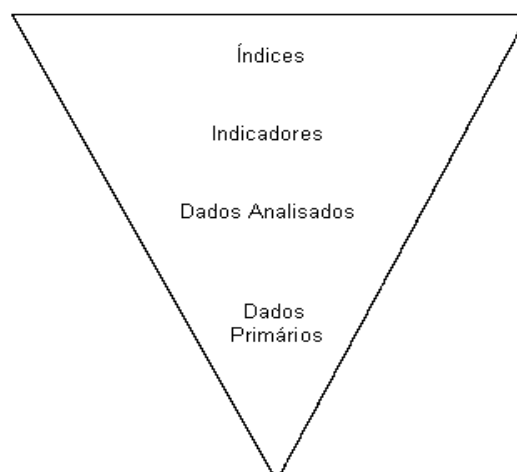


Figura 2.2b – Pirâmide de Informações ambientais

Fonte: HAMMOND et al, 1995; SEGNESTAM (2002)

Fonte: SEGNESTAM (2002)

Para melhor ilustrar a relação entre dados, indicadores e índices no que diz respeito à agregação e número, observe-se a Figura 2.2a. Nela percebe-se que, no universo de “entradas” do processo de análise, os dados primários são os mais numerosos, representados pela base da pirâmide. À medida que estes dados são tratados e agregados, eles se reduzem em número e ganham em poder de significação e, conseqüentemente, de informação. No topo da pirâmide ficam os indicadores e índices, estes últimos refinamentos e agregações de dados analisados e mesmo de outros indicadores, possuindo maior carga de significação (MAGALHÃES, 2004).

Apesar de um índice contemplar mais informações que um único indicador, isto nem sempre quer dizer que um seja melhor que o outro. SEGNESTAM (2002) alerta que, no caso de indicadores ambientais, o comportamento da pirâmide pode se mostrar conforme a Figura 2.2b, com muitos índices desenvolvidos, usando o mesmo e limitado conjunto de dados que possa existir.

Considera-se então, que a decisão entre a utilização de um índice ou um conjunto de indicadores deve levar em consideração seu fim, quem irá utilizá-lo, para quê e quais suas reais necessidades de informação.

O conceito é claro: identificar o que se está tentando avaliar ou medir para então se definir a necessidade de indicadores. Determinar a utilidade dos indicadores é um processo constante e interativo. Caso um indicador seja muito difícil ou oneroso de ser obtido, ou não produza informação vantajosa ou coerente, ele deve ser revisado ou eliminado. Muitas vezes são selecionados muitos indicadores, resultando em um excesso de informações e frustrações (FCM, 2003).

CHIAVENATO (1982 apud MAGALHÃES, 2004) define como sistema, um conjunto de elementos, dinamicamente interrelacionados, que estabelecem uma rede de comunicações e relações em função da dependência recíproca entre eles, desenvolvendo uma atividade ou função para atingir um objetivo. Isto posto, entende-se por sistema de indicadores o conjunto formado por indicadores, ferramentas de visualização e análise, bases de dados, soluções tecnológicas e usuários, cujo objetivo é o apoio à tomada de decisão.

A ligação entre indicador e tomada de decisão se manifesta de diversas maneiras. Eles possibilitam a transposição de um conhecimento científico de natureza física ou social para unidades de informação gerenciáveis e que facilitam as decisões; ajudam a medir e calibrar a progressão feita, dando meios de avaliar o quanto já foi conseguido e os eventuais desvios; constituem um sistema de alerta antecipado para evitar a instalação de situações indesejáveis, a ocorrência de danos irreversíveis ou, simplesmente, a ultrapassagem de limites pré-estabelecidos (MARANHÃO, 2007).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS, FUNÇÕES E TIPOS DE INDICADORES

Um dos princípios fundamentais de um indicador é seu poder de síntese e elevado poder de representação, características estas nem sempre presentes em todo dado analisado. Diante do grande número de dados existentes, para se selecionar dentre eles indicadores é conveniente adotar um critério que garanta a qualidade, utilidade e eficácia na provisão de informação, cuja geração é sua função fundamental. Para tanto, a literatura geral orienta para a seleção baseada em algumas características apontadas como essenciais (MAGALHÃES, 2004).

São características necessárias na escolha de um indicador (FCM, 2003):

- *qualidade* resultante na relação dos dados;
- *relevância* à escala da análise (espacial e temporal);
- *utilidade* para os objetivos;
- *viabilidade*, dentro do contexto da disponibilidade de dados e grandeza de custos de obtenção;
- *facilidade de compreensão*, clareza, simplicidade e ausência de ambigüidades;
- *adequação* às necessidades do grupo-alvo (especialistas, gestores, Público, etc.).

A OECD (2002) sistematiza os requisitos em três classes, conforme o Quadro

2.1:

<b>1. Relevância para formulação de políticas</b>	1.1. Representatividade 1.2. Simplicidade 1.3. Captar mudanças 1.4. Servir de base para comparações em nível internacional 1.5. Escopo abrangente 1.6. Possuir valores de referência para dar significação aos valores que assume
<b>2. Adequação à Análise</b>	2.1. Cientificamente fundamentado 2.2. Baseado em padrões internacionais e possuir um consenso internacional sobre sua validade 2.3. Poder ser utilizado em modelos econômicos, de previsão e em sistemas de informação
<b>3. Mensurabilidade</b>	3.1. Viável em termos de tempo e recursos 3.2. Documentado adequadamente 3.3. Atualizado em intervalos regulares

Fonte: OECD, 2002 apud MAGALHÃES, 2004.

Quadro 2.1 - Requisitos de um bom indicador

Outro critério importante no processo de seleção dos indicadores é observar a capacidade destes em cumprir suas funções e definições. Segundo a OECD (1993), as duas maiores funções de um indicador são:

- **redução** do número de medições a parâmetros que normalmente são requeridas para dar uma exata apresentação de uma situação – como consequência, o tamanho de um conjunto de indicadores e o grau de detalhe contido, deve ser limitado. Um grande número de indicadores tende a confundir a visão geral a que se destina prestar;
- **simplificação** do processo de comunicação dos resultados das medições – devido à simplificação e adaptação às necessidades do usuário, indicadores podem nem sempre encontrar o senso científico necessário. Portanto, indicadores podem ser considerados como uma expressão ‘do melhor conhecimento disponível’.

E por definição:

- parâmetro – uma propriedade que é medida ou observada.
- indicador – um parâmetro, ou valor procedente de parâmetros, que aponta para o fornecimento da informação, descreve o estado de um fenômeno, com uma significação além da diretamente associada ao valor do parâmetro.
- índice – um conjunto de parâmetros ou indicadores agregados ou ponderados.

Por definição, os indicadores condensam informação, possibilitam a aproximação de problemas complexos através da simplificação e servem como elementos de difusão de informação devendo sua seleção ser bastante cuidadosa. SEGNESTAM (2002) chama a atenção para o fato de não existir um conjunto universal de indicadores, mas sim, diversos conjuntos, cada um correspondendo a propósitos e públicos-alvo específicos. Cabe, portanto, ao especialista definir o conjunto mais apropriado à abordagem do tema específico, à escala de análise, às necessidades do público-alvo e compatível com a disponibilidade e qualidade dos dados existentes (MAGALHÃES, 2004).

Visando responder às diferentes necessidades de informação e respaldar diversos tipos de análise, existem diferentes tipos de indicadores. Estes diferentes tipos podem ser classificados em função do nível de análise a que se prestam, como também pela sua função, ou dimensão de representação.

Se classificados por sua dimensão de representação, os indicadores podem ser: descritivos, de desempenho ou eficácia, de eficiência e global (EEA, 1999). A caracterização de cada tipo está sintetizada no Quadro 2.2.

<b>Tipo de Indicador</b>	<b>Descrição</b>
<b>Descritivo</b>	Descrevem, caracterizam um determinado tópico. Refletem como está a situação, sem referência de como deveria ser.
<b>de Desempenho ou Eficácia</b>	Comparam as condições atuais com uma série de valores de referência, a exemplo de metas ou resultados esperados.
<b>de Eficiência</b>	Possibilitam a avaliação da eficiência das ações, refletindo qual a relação, quantitativa e qualitativa, entre meios empregados e resultados obtidos.
<b>Global</b>	São os mais abstratos e sintéticos dos indicadores. São, em geral, índices, agregações de diversos indicadores transmitindo uma visão geral sobre o tópico tratado.

Fonte: Adaptado de EEA, 1999 apud MAGALHÃES, 2004.

Quadro 2.2 - Tipos de Indicadores por Função

No seu conjunto, os indicadores de desempenho, devem traduzir, de modo sintético, os aspectos mais relevantes do desempenho do operador/ prestador, de uma forma verdadeira e isenta. Cada indicador, ao contribuir para a quantificação do desempenho sob um dado ponto de vista, numa dada área e durante um dado período de tempo, facilita a avaliação do cumprimento de objetivos e a análise da evolução ao

longo do tempo. Desta forma simplifica-se uma análise que por natureza é complexa (ALEGRE et al., 2004).

Por outro lado, os indicadores podem também ser classificados pelo tipo e nível de análise a que se prestam em Indicadores operacionais, funcionais e estratégicos (FCM, 2003), apresentados a seguir:

**Operacional** - São em geral dados desagregados sobre determinado objeto que é usado nas decisões do dia-a-dia. Exemplo: número de vazamentos por km de rede; tempo médio para o reparo.

**Tático ou Funcional** - São resultados da análise de indicadores operacionais diversos, mas relacionados, a fim de se obter uma visão geral sobre determinado tópico, utilizado em níveis intermediários de decisão. Exemplo: número de paradas operacionais do sistema; perdas em vazamentos.

**Estratégico** - Permitem avaliações globais de objetivos e/ou ideais mais amplos, utilizados nos níveis mais altos de decisão. Exemplo: porcentagem de reinvestimento comparado ao valor do sistema; necessidade *versus* verba.

### 2.3 RECURSOS PARA A APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS INDICADORES

Segundo MAGALHÃES (2004), para que um indicador cumpra sua função, duas etapas são fundamentais. A análise, processo pelo qual se gera informação, e apresentação, que consiste em dotar os indicadores de uma forma que os tornem mais facilmente compreensíveis.

Existem, atualmente, diversas ferramentas e recursos que facilitam a apresentação e análise dos indicadores, cada um possuindo características específicas e sendo adequados a diferentes situações e objetivos. Algumas destas ferramentas e recursos são aqui apresentadas.

Para a análise dos indicadores, SEGNESTAM (2002) apresenta como recursos de análise os seguintes elementos: linhas-base; limiars; metas e comparadores.

- **Linha-Base:** é um valor de referência em torno do qual o valor do fator monitorado irá variar. Utiliza-se para acompanhar a evolução dos resultados/impactos de uma atividade que pode assumir valores tanto positivos quanto negativos, identificando variações;
- **Limiar:** é um valor limite, sob o qual o valor de determinado fator monitorado pode variar. É utilizado para monitorar fatores que, se assumirem valores superiores ao do limiar, podem gerar efeitos indesejados, funcionando como um alarme;
- **Metas:** funciona da mesma forma que o limiar, só que em sentido oposto. É, portanto, um valor desejado para o fator monitorado. É usado para monitorar se determinado fator está respondendo ou não às expectativas estabelecidas. Indicam resultados;
- **Comparações:** é o recurso fundamental na análise dos indicadores, residindo boa parte das aplicações dos indicadores na comparação entre países, regiões, grupos de renda, empresas e outros elementos. Vale observar que os recursos apresentados anteriormente são, também, comparações, só que em relação a valores pré-definidos.

## 2.4 OS INDICADORES SEGUNDO AS NORMAS ISO

Uma das mais significativas contribuições para a atividade industrial foi a Gestão da Qualidade Total – GQT ou Controle da Qualidade Total - CQT ou TQC (CAMPOS, 1994; 2004), logo estendida aos setores terciário e primário, bem como suas variantes, representados pelas Normas ISO série 9000 e ISO 14000 (MARANHÃO, 2007).

Nos anos 90 e, conforme KILLMANN et al (1991), surgiram muitos termos que objetivam a melhoria das organizações, a saber: produtividade; eficiência; eficácia; excelência; sucesso; gerência pela qualidade total, e mais recentemente competitividade. Todos estes conceitos não significam a mesma coisa; na verdade, à medida que estes termos vão sendo elaborados, a compreensão dos ambientes organizacionais vai se aprimorando e evoluindo, haja vista a própria dinâmica do processo empresarial. Como consequência do efeito das transformações dos mercados, a implementação de sistemas da qualidade, conforme as ISO 9000, tem sido condição mínima de permanência no mercado. Trouxe uma nova linguagem e em atendimento às novas exigências. Termos como: ação corretiva, preventiva e preditiva; eficiência e eficácia; qualidade e produtividade; procedimento; confiabilidade; desempenho e outros, são realidade nesta prática de gestão.

### 2.4.1 Indicadores na Qualidade

Os **indicadores** são variáveis representativas de um **processo** que permitem quantificá-lo. Como seu próprio nome diz, indicam o que está ocorrendo em um processo. Desta forma pode-se entender um indicador como a base de uma ação de melhoria, uma vez que só se pode melhorar aquilo que é possível medir (LONGO, 1996).

Um indicador não mostra o que fazer para melhorar. Ele oferece relações numéricas que refletem a situação atual ou desejada (futura) para o processo. É importante os objetivos e metas estarem bem definidos na organização para que os indicadores tenham uma função operacional concreta. Exemplos de indicadores: da qualidade, da produtividade, da capacidade, de perdas em serviços de abastecimento de água.

Para o correto uso dos indicadores é importante saber caracterizar e distinguir a diferença entre eficácia e eficiência. A eficiência ocorre na produção - relação entre o resultado alcançado e os recursos utilizados e a eficácia na demonstração da qualidade no produto final - medição do cumprimento dos resultados obtidos considerando as atividades planejadas. Segundo ALEGRE (et al., 2004) a eficiência mede até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo otimizado para a produção do serviço. A eficácia mede até que ponto os objetivos de gestão, definidos específica e realisticamente, foram cumpridos.

### 2.4.2 *Benchmarking* - Avaliação Comparativa de Desempenho

É a busca sistemática da melhoria nos **processos** em uso para levar a empresa a um desempenho superior e vantagem competitiva. Através do *benchmarking* é possível conhecer os critérios de excelência adotados pelas empresas que atuam no mesmo segmento do mercado e que oferecem produtos/serviços voltados para o mesmo perfil de clientes.

É o processo de comparação entre as melhores empresas e seus processos. O *benchmarking* deve ser continuamente praticado, mantendo a organização sempre voltada para o crescimento e os desafios da superação da concorrência. Na maioria dos casos, isso pode significar a própria sobrevivência da organização no mercado.



A seguir, apresentam-se os diversos tipos de *benchmarking*:

- **MÉTRICO** (*metric benchmarking*) - compara os dados do prestador de serviços – valores de referência e/ou indicadores de desempenho. Segundo o IBNET (2009), o *metric benchmarking* fornece as informações para o prestador identificar as áreas onde exista uma ineficiência aparente de desempenho. A partir da coleta de dados fornece uma compreensão dos fatores explicativos. Fatores explicativos, tais, com características físicas, geografia, clima, população e consumidores são a chave para a compreensão das razões da existência de uma ineficiência de desempenho. STAHRÉ e ADAMSSON (2002) definem como uma análise quantitativa comparativa que permite ao prestador acompanhar o desempenho do seu sistema no decorrer do tempo e também comparar este desempenho com o de prestadores similares. É um processo contínuo considerando a gestão global do prestador, permitindo identificar áreas de melhor e pior desempenho por comparação quantitativa com prestadores semelhantes.

- **DE PROCESSOS** (*process benchmarking*) - compara indicadores específicos de determinados processos da cadeia de valor. O *process benchmarking* utiliza as informações resultantes do *metric benchmarking* como base para a redução da ineficiência aparente de desempenho. É a análise dos próprios processos de um prestador e comparação com os dos prestadores com desempenho exemplar nesses processos. Pode ocorrer a necessidade de se adaptar tais processos antes da implementação propriamente dita. A implementação é vital para qualquer exercício de avaliação comparativa (*benchmarking*), e a vontade de mudar as práticas e implementar mudanças para os objetivos deve estar presente desde o início de qualquer exercício de avaliação de *benchmarking* (IBNET, 2009). Segundo STAHRÉ e ADAMSSON (2002) o *process benchmarking* enfoca os processos selecionados na empresa e não sobre o negócio como um todo. O objetivo maior é o de melhorar os processos e o aumento da eficiência através da experiência de outros prestadores. Com a comparação dos indicadores de desempenho, processos de trabalho, rotinas, dados básicos, etc., em cidades diferentes, as melhores práticas são identificadas e avaliadas.

Através do uso de indicadores de desempenho, comparações e avaliações de desempenho do sistema podem ser realizadas. A formulação de objetivos com metas mensuráveis é um passo necessário para o processo de avaliação. As avaliações podem ser realizadas com diferentes graus de sofisticação e complexidade. A Figura

2.3 apresenta uma representação gráfica da aplicação do *benchmarking* e da avaliação de desempenho.

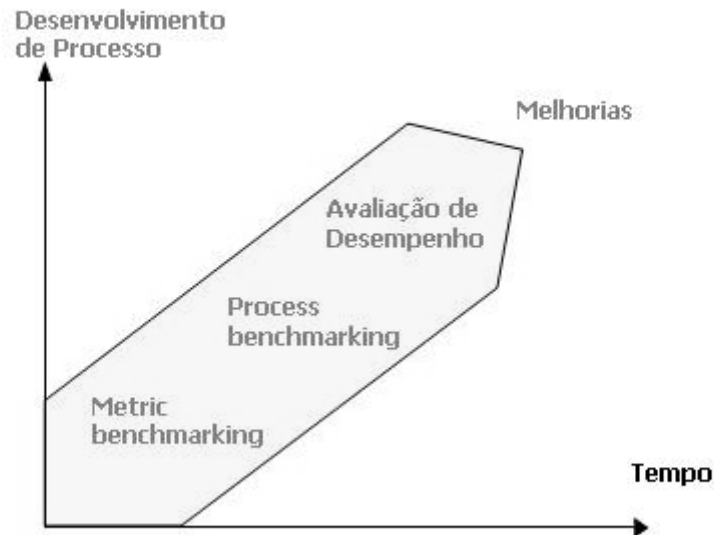


Figura 2.3 - Aplicação do *benchmarking* e da avaliação de desempenho (STAHRE e ADAMSSON, 2002).

A interpretação dos resultados de *benchmarking* recomendada pela ADERASA (2007) é composta pelos seguintes procedimentos:

- Análise desagregada – comparação por cada indicador de desempenho, obtendo-se a informação sobre o comportamento das empresas para cada aspecto analisado.
- Índices de desempenho – diversas técnicas de agregação de indicadores de desempenho, abrangendo os aspectos mais relevantes das atividades da empresa.
- Limites de eficiência - técnicas quantitativas para determinar as relações entre insumos e produtos dos distintos prestadores.

### **Avaliação Comparativa de Desempenho**

Segundo ALEGRE et al (2008) para avaliar o desempenho de um serviço é necessário considerar os resultados atingidos (eficácia) e os recursos utilizados (eficiência). Tais recursos podem ser recursos ambientais, humanos, tecnológicos e financeiros, que são avaliados por um conjunto de medidas de desempenho. Outro

aspecto importante na implementação de um sistema de avaliação de desempenho é a definição dos objetivos específicos que se pretende atingir, e que podem variar em função de múltiplos fatores, como a disponibilidade de recursos ou o estabelecimento de metas mais ambiciosas em relação às exigências legais. Assim, um Sistema de Avaliação de Desempenho (*Performance Assessment System, PAS*) deve permitir a um determinado prestador de serviços expressar as suas especificidades (objetivos específicos), mas também deve permitir formular medidas de desempenho de caráter mais generalista que permitam a realização de *benchmarking*.

As fases de implementação de um sistema de indicadores de desempenho devem seguir os seguintes passos:

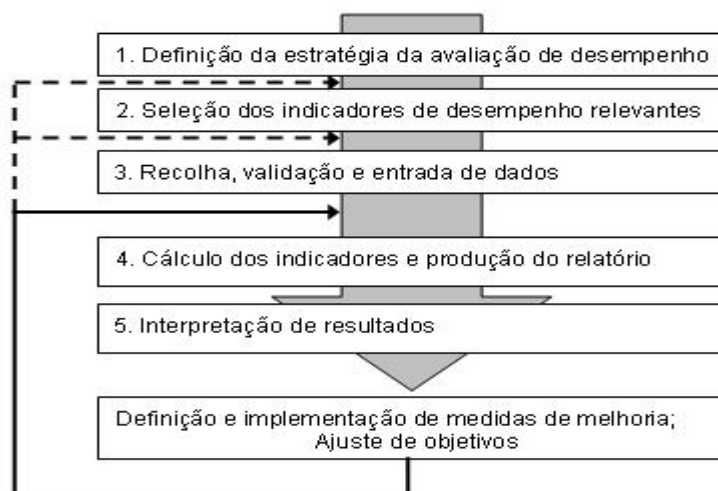


Figura 2.4 - Fases de implementação de um sistema de indicadores de desempenho (LNEC, 2005)

### 2.4.3 As Normas ISO

Com o avanço das técnicas de qualidade, ocorreu a necessidade da padronização internacional dos sistemas de gestão da qualidade. A sigla ISO é formada pelas letras iniciais de *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Normalização Técnica) criada na Suíça em 1947, com sede em Genebra. O seu objetivo é promover, no mundo, o desenvolvimento da normalização e atividades relacionadas com a intenção de facilitar o intercâmbio internacional de bens e de serviços e para desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica, tecnológica e de atividade econômica. Aqui no Brasil, a

normalização técnica é assunto da ABNT e INMETRO, a primeira entidade de natureza privada e o segundo vinculado ao governo federal.

Dentre as normas editadas pela ISO, destaca-se a família **ISO 9000**, a série de normas que é um dos produtos mais bem sucedidos da instituição. A série ISO 9000 é resultado de uma evolução de normas editadas desde os anos 50, em razão da necessidade de garantia da qualidade, segurança e confiabilidade das instalações nucleares e artefatos militares e aeroespaciais, ordenando-se, para tanto, conceitos de planejamento e controle dos processos produtivos. Hoje, a série ISO 9000 está presente em praticamente todos os negócios importantes, seja nos EUA, Comunidade Européia, Japão e mercados regionais. Está especificamente relacionada à Garantia de Qualidade, sendo uma orientação universal para a implantação de sistemas de gerenciamento de qualidade, aplicável às empresas, independente de seu tamanho ou tipo de produto/serviço fornecido. Aplicam-se a campos tão distintos quanto materiais, produtos, processos e serviços (MENDONÇA, 2001).

As normas **ISO 14000** de Gestão Ambiental, foram inicialmente elaboradas visando o “manejo ambiental”, que significa “o que a organização faz para minimizar os efeitos nocivos ao ambiente causados pelas suas atividades” (ISO, 2009). Tais normas fomentam a prevenção de processos de contaminações e impactos ambientais, uma vez que orientam a organização quanto a sua estrutura, forma de operação e de levantamento, armazenamento, recuperação e disponibilização de dados e resultados (sempre atentando para as necessidades futuras e imediatas de mercado e, conseqüentemente, a satisfação do cliente), entre outras orientações, inserindo a organização no contexto ambiental.

A compreensão que a preservação do meio ambiente deixa de ser uma responsabilidade específica de uma indústria, comunidade, estado ou região, torna-se evidente. A partir dessa conjugação de fatores, aflora a percepção pública de que a saúde da população é extremamente impactada pela condição ambiental. Destaca-se um conceito fadado a tomar impulso cada vez maior, o Desenvolvimento Sustentável, com a utilização dos recursos para atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atender as suas próprias necessidades. No início dos anos 90, diversas questões vieram à tona, dentre elas a **sustentabilidade empresarial**, mas também a dos países e cidades, a chamada Agenda 21 – ver Capítulo 4. A partir deste conceito, chega-se ao chamado **Triple Bottom Line**, traduzido em **Prosperidade Econômica, Cuidado Ambiental e**

**Responsabilidade Social.** Por este modelo de triplo suporte, se entende que a continuidade e perpetuação das corporações só serão possíveis a partir do momento em que as mesmas não somente gerem lucro econômico remunerando o capital investido, mas também suas atividades não causem danos significativos ao meio ambiente, ao mesmo tempo em que proporcionem o desenvolvimento das comunidades onde se situam. Sob nova ótica, o desenvolvimento da sociedade necessitaria ser reavaliado. **A expectativa de sobrevivência das empresas passa então a ser influenciada, não somente pelo seu desempenho financeiro de curto prazo, mas também pelo impacto que suas operações causam ao meio ambiente.** KAMOGAWA (2003) afirma ser necessário o estudo da relação entre o crescimento econômico, com a utilização dos recursos naturais e os impactos ambientais. O processo de crescimento econômico é determinado pelo balanço entre a oferta de recursos naturais e a qualidade ambiental. Isto gera pressões negativas sobre o meio ambiente, voltando a influenciar o nível de crescimento econômico. Este contexto leva à discussão de como acompanhar o desempenho das organizações, **não somente pelo resultado financeiro, mas também por outros pilares do Desenvolvimento Sustentável: as Responsabilidades Social e Ambiental.** Por conta disto surgem iniciativas públicas e particulares, objetivando atender à necessidade de verificação da sustentabilidade ambiental das organizações.

Tal como as normas ISO 9000, as normas ISO 14000 também facultam a implementação prática de seus critérios. Entretanto, devem refletir o pretendido no contexto de planificação ambiental, que inclui planos dirigidos a tomadas de decisões que favoreçam a prevenção ou mitigação de impactos ambientais de caráter compartimental e inter-compartimental, tais como, contaminações de solo, água, ar, flora e fauna, além de processos escolhidos como significativos no contexto ambiental.

Ressalta-se, contudo, que nem as normas ISO 9000 nem aquelas relativas à ISO 14000 são padrões de produto. O padrão de manejo do sistema nessas famílias de normas estabelece requerimentos para direcionar a organização para o que ela deva fazer para manejar processos que influenciam a qualidade (ISO 9000) ou processos que influenciam o impacto das atividades da organização no meio ambiente (ISO 14000). A natureza do trabalho desenvolvido na empresa e as suas especificidades em termos de demandas determinam os padrões relevantes do produto que devam ser considerados no contexto das normas ISO (ISO, 2000 apud EMBRAPA, 2009).

#### 2.4.4 Série ISO 24500 e respectivo Comitê Técnico

A série ISO 24500 é um conjunto de normas com diretrizes e orientações sobre as atividades relativas aos serviços de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário. Tem o propósito de servir como ferramentas de avaliação dos prestadores de saneamento básico, sendo um instrumento de apoio na gestão. Correspondem à introdução de um novo tipo de normas ISO - 'normas de serviço', diferentes das tradicionais 'normas de produto' ou 'normas de ensaio'. Dão grande relevância às necessidades e expectativas dos utilizadores. Tais normas não são 'especificações' (pelo que não são certificáveis), apenas orientações.

A série ISO 24500 visa complementar as ISO 9001/4 & 14001/4 as quais cobrem, principalmente, aspectos de qualidade do produto e a gestão ambiental dos processos. A série ISO 24500 está mais orientada ao cumprimento de desempenho com o envolvimento dos usuários dos serviços. Trata da gestão da qualidade dos serviços de abastecimento de água e saneamento, critérios de qualidade do serviço e indicadores de desempenho.

No país, o Comitê Nacional de Qualidade da ABES - CNQAbes é o maior responsável pela articulação da Série ISO 24000 em representar realmente uma melhoria na gestão dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Criou em 2006 o Comitê de discussão sobre o tema, entre as diversas organizações do setor de saneamento. É o responsável por adaptar os indicadores ISO 24000 para o país, utilizando o GRMD - Guia de Referência para Medição do Desempenho<sup>3</sup> e SNIS como input (CNQA, 2007). Segundo o CNQAbes a série ISO 24500 consiste dos seguintes padrões para:

**Usuários:** conhecer os serviços que podem ser providos, definir como proceder para realizar reclamações de demandas.

**Operadores:** maior clareza dos contratos com as autoridades, definição compartilhada das tarifas e sistema de medição de resultados definidos.

**Concessionário do serviço:** Previsão com transparência em termos de qualidade e eficiência dos serviços a serem prestados e dos pontos a serem melhorados, tendo-se como ponto de partida os interesses dos usuários.

---

<sup>3</sup> GRMD - Conjunto de indicadores de desempenho para demonstrar resultados; aperfeiçoado pelo CNQA desde 2000 com apoio de especialistas do SNIS.

**Autoridades relevantes:** Estabelece um marco geral de regulação na relação entre usuários e prestadores de serviços.

A série ISO 24500 pertence às normas ISO *Technical Committee* (ISO/TC) 224 que têm sido desenvolvidas na perspectiva do **desenvolvimento sustentável dos serviços de saneamento**. Estão envolvidos 52 países: 36 participantes e 16 observadores. Oito organizações internacionais fazem parte das atividades: AfWA, AIDIS, Consumers International, EUREAU, IWA, NormAPME, WHO, The World Bank (ISO, 2008).

Segundo a Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de Las Américas – ADERASA as normas ISO/TC 224 pretendem converter-se em um modelo para o setor dos serviços públicos, no quadro geral da ‘responsabilidade social’, e potencializar conceitos relacionados com a ‘conduta da organização’. **As normas estão alinhadas com as Metas do Milênio para melhorar a governabilidade e a qualidade dos serviços** (ADERASA, 2007). A aplicação da ISO/TC 224 deve contribuir para (LNEC, 2008):

- Facilitar o diálogo entre partes interessadas ou ‘*stakeholders*’: utilizadores, autoridades, operadores, organizações de consumidores, laboratórios, etc.
- Desenvolver um mútuo entendimento de funções e tarefas.
- Proporcionar métodos e ferramentas para definir, a nível local, objetivos e especificações, e valorizar a execução.
- Poder monitorar a gestão dos operadores.

A Série ISO 24500 foi publicada em dezembro de 2007, sendo de aplicação voluntária e não certificáveis. As normas estão disponíveis em inglês, francês e espanhol. A versão portuguesa está em elaboração (LNEC, 2008). Perfazem as seguintes normas:

- 24510 *Guidelines for the assessment and for the improvement of **the service to users** (service oriented standard)*. Diretrizes para a melhoria e para a avaliação dos serviços para os consumidores.

- 24512 *Guidelines for the management of **drinking water utilities** and for the assessment of **drinking water services** (management oriented)*. Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de abastecimento de água potável e para a avaliação dos serviços de água potável.

- 24511 *Guidelines for the management of **wastewater utilities** and for the assessment of **wastewater services** (management oriented)* Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de coleta e tratamento de esgotos e para a avaliação dos serviços de coleta e tratamento de esgotos.

Segundo LNEC (2008), a ISO apresenta como ferramentas técnicas das normas: Terminologia, Objetivos e Avaliação. Na Avaliação, recomendam o uso de indicadores de desempenho para avaliar o desempenho dos operadores - fornecem exemplos (retirados dos manuais da IWA) em anexos informativos. As normas estabelecem uma estrutura adequada para a implementação de sistemas de indicadores de desempenho, segundo as recomendações da IWA. A estrutura das normas se distingue por (ADERASA, 2007; LNEC, 2008):

- Introdução geral, que contempla:
  - a gestão integrada dos recursos hídricos
  - o direito de acesso à água para satisfação de uma necessidade básica
  - responsabilidade e transparência
  - recomendações para reforçar as autoridades públicas locais
  - princípios ambientais e de sustentabilidade
- Definição de uma **terminologia** comum
- Componentes do sistema - descrição
- **Objetivos** dos serviços
  - Proteger a saúde pública e o meio ambiente
  - Satisfazer as expectativas dos usuários
  - Sustentabilidade do prestador
- Orientações de gestão
- **Avaliação**
  - Propostas metodológicas para a medição da qualidade do serviço
  - Propostas metodológicas para o estabelecimento de indicadores de desempenho

A metodologia de aplicação das normas consiste em (ISO, 2005; ADERASA, 2007) :

**ISO 24510** (Serviço ao usuário) - Identificar os componentes do serviço aos usuários; Definir os objetivos para o serviço; Aplicar as diretrizes para satisfazer as



necessidades e expectativas dos usuários; Definir os critérios de avaliação; Definir indicadores de desempenho; Avaliar o desempenho versus objetivos.

**ISO 24512** (Água potável) - Identificar os componentes físicos e de gestão; Definir os objetivos para o serviço; Aplicação da gestão e operação pelo prestador de serviços conforme as diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de água; Definir os critérios de avaliação; Definir indicadores de desempenho; Avaliar o desempenho versus objetivos.

**ISO 24511** (Sistema de esgotamento sanitário) - Identificar os componentes físicos e de gestão; Definir os objetivos para o serviço; Aplicação da gestão e operação pelo prestador de serviços conforme as diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de esgotamento sanitário; Definir os critérios de avaliação; Definir indicadores de desempenho; Avaliar o desempenho versus objetivos.

Segundo o LNEC (2008) o enquadramento das normas ISO 24500 deve seguir a abordagem do **Ciclo PDAC** - abordagem *plan-do-check-act*, alinhada à norma ISO 9000, técnica que visa o controle do processo:

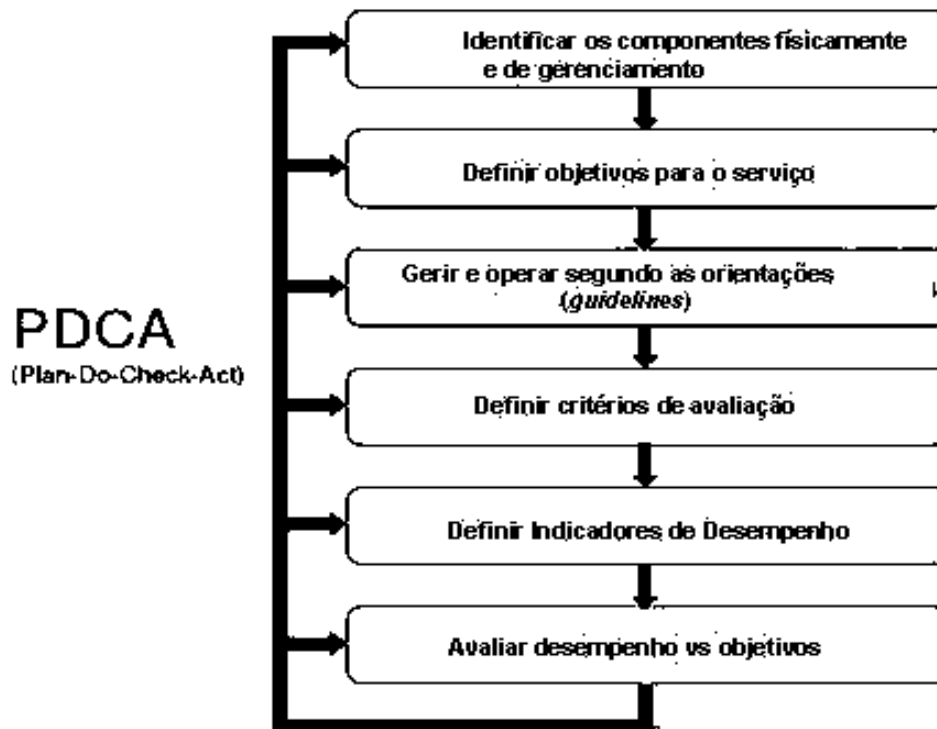


Figura 2.5 - Enquadramento das normas ISO 24500 seguindo o Ciclo PDAC (LNEC, 2008).

Na perspectiva do **desenvolvimento sustentável** dos serviços de saneamento pode-se apresentar a ISO/TC 224 conforme a Figura 2.6:

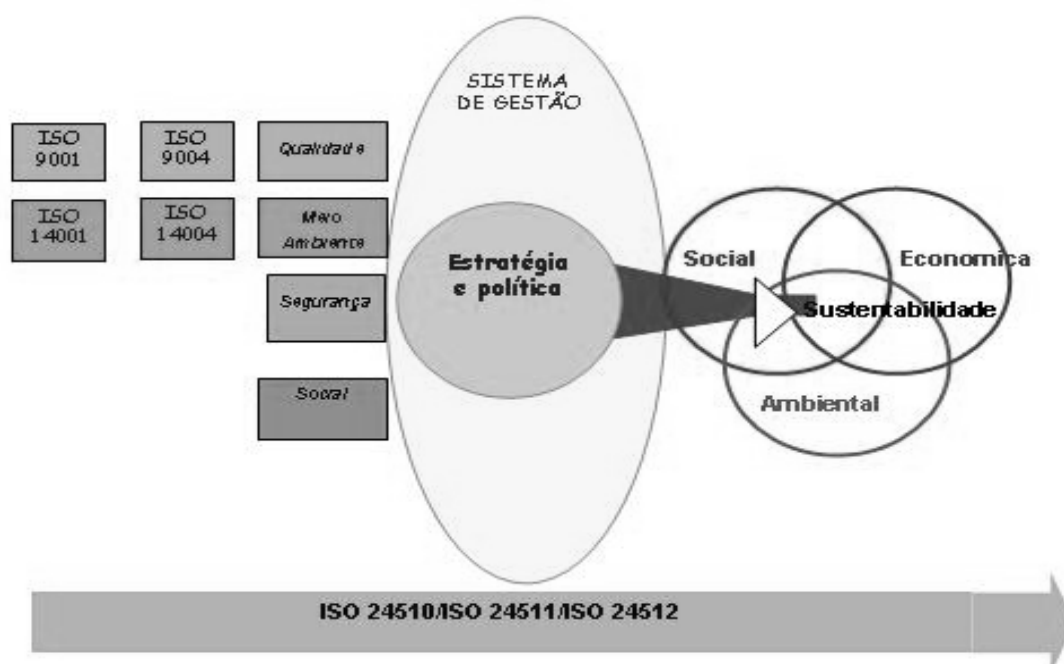


Figura 2.6 – Normas ISO/TC 224 na perspectiva do desenvolvimento sustentável dos serviços de saneamento (ISO, 2008)

As três normas (24510, 24512 e 24511) apresentam como objetivos gerais dos serviços de saneamento e na contribuição para o **desenvolvimento sustentável**, considerando (ISO, 2008):

- objetivo na prestação dos serviços: atendimento às expectativas dos consumidores, atendimento as necessidades básicas.
- aspectos de governança: a gestão dos serviços de saneamento deve ser transparente inclusive para todos os *stakeholders*.
- desenvolvimento das comunidades: coesão social, sustentabilidade dos serviços em longo prazo, respeito ao meio ambiente.
- aspectos tarifários: visar princípios de recuperação dos custos, promover a eficiência no uso dos recursos, e manter acesso básico a preços acessíveis aos serviços de saneamento.

As normas ISO/TC 224 são originais e ambiciosas, combinando um padrão de serviço com uma abordagem de desenvolvimento sustentável, sendo um primeiro

esboço global dedicado ao caso dos serviços públicos (ISO, 2008). Dentro da perspectiva do **desenvolvimento sustentável** dos serviços de saneamento a ISO/TC 224 considera as **questões de governança** como:

- requisitos legais
- envolvimento de todos os *stakeholders* – promovendo o bom relacionamento com os consumidores
- transparência e democracia - disponibilidade dos serviços de informação; ação da comunidade; participação dos consumidores.

Na Figura 2.7 se apresentam a identificação e definição dos *stakeholders* envolvidos e as áreas de responsabilidade nas questões de governança e conforme o conceito do desenvolvimento sustentável.

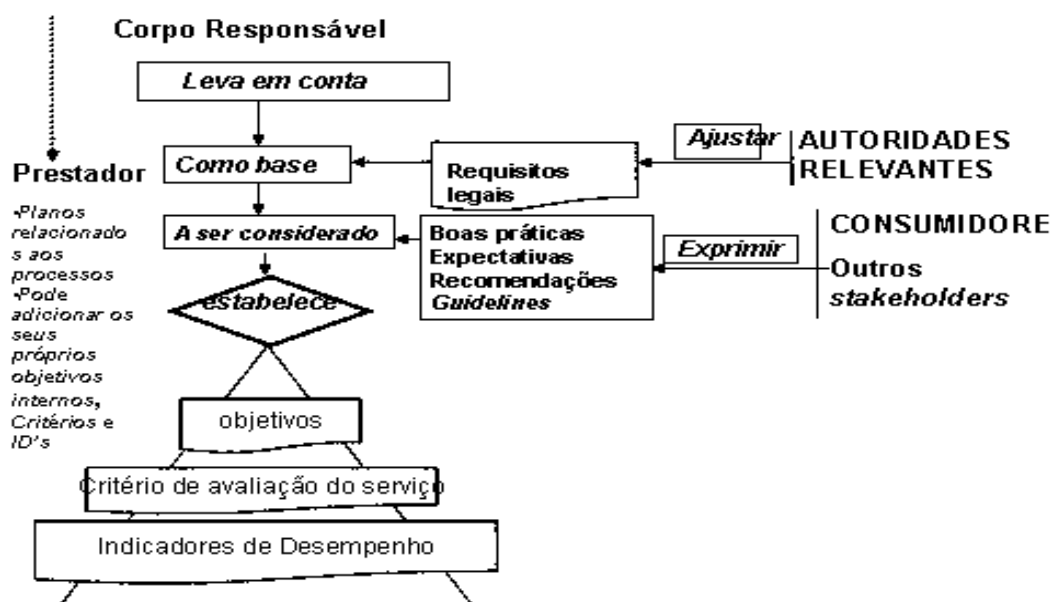


Figura 2.7 - Identificação e definição dos *stakeholders* envolvidos e as áreas de responsabilidade (ISO, 2008).

As **questões sociais** consideradas no conceito do desenvolvimento sustentável são (ISO, 2008):

- Acesso aos serviços de saneamento para todos
- Proteção da saúde pública – qualidade da água, saúde e segurança pessoal
- Prestação do serviço - preço justo, quantidade da água potável, regularidade no abastecimento, cobertura e disponibilidade dos serviços, etc
- Gestão e faturamento - disponibilidade de um contrato de serviço transparente, precisão do faturamento, resposta a reclamações do faturamento, transparência no faturamento, métodos de pagamento, etc
- Desenvolvimento sustentável da comunidade
- Gestão de segurança e emergência - medidas de prevenção, restauração e manutenção da normalidade do serviço, etc

As **questões ambientais e econômicas** a serem consideradas no conceito do desenvolvimento sustentável são (ISO, 2008):

Questões ambientais: Proteção do meio ambiente

- uso sustentável dos recursos naturais
- tratamento do esgoto sanitário
- impacto ambiental do serviço prestado

Segurança e gestão de emergência

Questões econômicas:

- preço justo
- sustentabilidade do prestador dos serviços de esgotamento sanitário
- gestão de segurança e emergência
- tratamento do esgoto

Vale citar que a ISO 26000 será a norma internacional de Responsabilidade Social com previsão de estar concluída em 2010. A ISO 26000 preconizará que as organizações que quiserem ter um comportamento socialmente responsável deverão: contribuir com o desenvolvimento sustentável, a saúde e bem estar da sociedade; ser responsáveis pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente; considerar as expectativas dos seus *stakeholders*; ter um comportamento ético e transparente; estar de acordo com as normas internacionais de comportamento (INMETRO, 2009).

## **2.5 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO APLICÁVEIS AOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO**

### **2.5.1 Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento – PNQS**

O Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento - vinculado ao Comitê Nacional de Qualidade da ABES – CNQAbes, avalia a qualidade do sistema de gestão de organizações de saneamento. Avalia as práticas gerenciais e os resultados de desempenho. Tendo como missão estimular a prática de modelos gerenciais compatíveis com os melhores exemplos mundiais, por meio da promoção e do reconhecimento dos casos de sucesso que auxiliem no aprimoramento do setor de saneamento ambiental e no aumento da qualidade de vida da população. Apresenta como visão consagrar-se como instrumento de referência na avaliação da gestão dos serviços de saneamento ambiental, nas organizações sediadas no Brasil (CNQA, 2007). Os Pilares de Sustentação do PNQS são:

#### **Mobilização**

Possibilitar a mobilização contínua das equipes de trabalho, uma vez que incentiva a elaboração de planos de ação gerencial para cumprir e superar as metas estabelecidas pelos indicadores do Guia de Referência para Medição do Desempenho (GRMD).

#### **Capacitação**

Realizar cursos de formação gerencial que promovem e estimulam o desenvolvimento dos recursos humanos do setor de saneamento, com a utilização do processo de auto-avaliação, o PNQS capacita as empresas que dele participam.

#### **Avaliação/Indicadores**

Executar processo de auto-avaliação, norteado por regulamento e pelos indicadores do Guia de Referência para Medição do Desempenho (GRMD) e possibilitando às organizações avaliarem sua gestão por meio de examinados externos.

#### **Reconhecimento/Premiação**

Todas as premiadas e reconhecidas, além do evento de premiação, o gestor responsável por cada organização, participa da Missão de estudos no exterior, visitando empresas de saneamento dos países desenvolvidos. Para as premiadas, a categoria IGS - Inovação da Gestão em Saneamento, foi criada em 2004, visando captar práticas de gestão inovadoras, pelas áreas de apoio, no âmbito dos sistemas de saneamentos e disseminá-las como exemplo, para outros sistemas. Os prêmios

dessa categoria são: “Inovação da Gestão em Saneamento”; “ Finalista na Inovação da Gestão em Saneamento” e “Boas práticas na Gestão em Saneamento”.

## **2.5.2 Relatório de Sustentabilidade – *Global Reporting Initiative***

A *Global Reporting Initiative* (GRI) é um processo internacional de longo prazo, com participação ativa de múltiplas partes interessadas, cuja missão é desenvolver e divulgar diretrizes para Relatórios de Sustentabilidade, com aplicabilidade global. Este processo é utilizado de maneira voluntária por organizações que desejam elaborar relatórios sobre as dimensões econômica, ambiental e social de suas atividades, produtos e serviços. O objetivo é auxiliar a organização relatora e suas partes interessadas a articular e compreender suas contribuições para o desenvolvimento sustentável (GRI, 2002).

A GRI, iniciada em 1997, pela iniciativa conjunta da organização não-governamental CERES (*Coalition for Environmentally Responsible Economies – Coalizão para Economias Ambientalmente Responsáveis*) e do Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente (PNUMA), tendo por objetivo melhorar a qualidade, o rigor e a aplicabilidade dos relatórios de sustentabilidade - padrão global para relatórios não-exclusivamente financeiros. Essa iniciativa tem recebido o apoio efetivo e a participação de representantes da indústria, de grupos ativistas sem fins lucrativos, de órgãos contábeis, de organizações de investidores e de sindicatos, entre outros. Todos esses grupos trabalharam conjuntamente para chegar a um consenso sobre as diretrizes para relatórios que possam alcançar aceitação mundial. O primeiro conjunto de Diretrizes para Relatórios de Sustentabilidade da GRI foi lançado em junho de 2000 e atualizado em 2002. As diretrizes se encontram, hoje, na terceira versão, a G3, lançada em outubro de 2006 (GRI, 2006; RGSA, 2007).

As Diretrizes da GRI organizam o conceito de relatório de sustentabilidade em termos de desempenho econômico, ambiental e social (conhecido como *triple bottom line*, ou resultado triplo). A sustentabilidade só pode ser alcançada por meio de um equilíbrio nas complexas relações atuais entre necessidades econômicas, ambientais e sociais que não comprometa o desenvolvimento futuro. Essa é a definição de sustentabilidade mais adotada nos dias de hoje. No entanto, a GRI reconhece que, como toda simplificação de conceitos complexos, esta definição tem suas limitações. Ela pode constituir, em alguns casos, a noção de que cada esfera deva ser analisada

isoladamente antes de uma abordagem integrada. Mesmo assim, a definição do tipo “resultado triplo” atingiu um certo consenso como uma boa abordagem inicial para um assunto complexo. No futuro, a GRI se compromete a aprimorar de forma continuada a estrutura e o conteúdo das Diretrizes para melhor expressar consensos sobre a **medição de desempenho** no quesito desenvolvimento sustentável (GRI, 2002).

A Sabesp publicou o seu primeiro Relatório de Sustentabilidade em 2007. Para os aspectos de responsabilidade corporativa e sustentabilidade, utilizou a metodologia da *Global Reporting Initiative* - GRI. No Brasil, a GRI conta com a parceria da UniEthos e do núcleo de estudos em sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas, o GVces. A GRI é também um núcleo oficial de colaboração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

### **2.5.3 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA**

O PNCDA, instituído em 1997 pelo governo federal, 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, visando propiciar 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.

Desde sua formação, o PNCDA publicou documentos técnicos de apoio – DTA's, considerados nas seguintes **séries**: **A** - Planejamento, Gestão e Articulação Institucional das Ações de Conservação e Uso Racional da Água, **B** - Gerenciamento da Demanda, **C** – Conservação e Uso Racional da Água nos Sistemas Públicos de Abastecimento: diretrizes gerais, **D** - Conservação e Uso Racional da Água nos Sistemas Públicos de Abastecimento: diretrizes específicas, **E** – Conservação e Uso Racional da Água nos Sistemas Prediais: diretrizes gerais, **F** - Conservação e Uso Racional da Água nos Sistemas Prediais: diretrizes específicas e **Guias Práticos**, totalizando 28 documentos.

O PNCDA apresenta uma parceria com o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Eletrobrás/MME) e trabalham de modo integrado em

novas iniciativas para o melhor uso de água e energia. E também com a ANA – Agência Nacional de Águas, que atua na área de recursos hídricos, e tem como missão implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos e regular o acesso à água, promovendo o seu uso sustentável.

## **2.6 INDICADORES DE DESEMPENHO – APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

A verificação de desempenho é uma parte integrante do processo de gerenciamento, comumente denominado de PDCA (*Plan - Do - Check - Act*). Medição do desempenho é uma parte integrante do sistema de gerenciamento de entrega de serviço, produção, financeiro (HSE, 2001).

Os indicadores de desempenho constituem um instrumento de uso comum em muitos setores da indústria em todo o mundo, sendo as suas potencialidades inquestionáveis na gestão e prestação dos serviços de saneamento.

### **2.6.1 Sistema IWA – *International Water Association***

A IWA – *International Water Association*, anteriormente chamada de IAWPRC (IAWQ+IWSA), publicou em 2000, o manual *International Best Practice Water Balance and Performance Indicators for Water Supply Services*, fruto de trabalhos desenvolvidos que tiveram como principais finalidades, definir uma metodologia de avaliação da qualidade do serviço prestado através de um conjunto de indicadores de desempenho e delinear alguns princípios fundamentais para a sua implementação. A abordagem foi abrangente, visando cobrir as necessidades de diversos tipos de agentes, tais como prestadores, entidades reguladoras, financiadoras, organizações ambientais ou de defesa do consumidor. Pretendeu-se igualmente que os resultados fossem aplicáveis a entidades de diferentes dimensões, nível de desenvolvimento, clima, demografia e características sócio-culturais. O projeto dos indicadores teve início em 1997, foi apresentado e discutido em cerca de 20 encontros científicos e técnicos – na Alemanha, Argentina, Brasil, Bulgária, Espanha, França, Itália, Marrocos, Portugal, República Tcheca e Uganda e contou com a contribuição de mais de 100 técnicos de 50 países.



No total foram considerados 158 Indicadores de Desempenho, alocados em três níveis. Esta disposição possibilita uma implementação gradual por parte do prestador ou entidade de interesse. O sistema incorpora seis grupos de indicadores:

- 4 Indicadores de Recursos Hídricos
- 25 Indicadores de Recursos Humanos
- 15 Indicadores Infra-estruturais
- 40 Indicadores Operacionais
- 27 Indicadores de Qualidade de Serviço
- 47 Indicadores Econômico-financeiros

Os três níveis podem ser classificados como:

Nível 1 – Básico: inclui um primeiro conjunto de indicadores de desempenho que fornece uma síntese da eficiência e da eficácia do prestador;

Nível 2 – Intermediário: constitui um conjunto adicional de indicadores de desempenho que permite um conhecimento mais pormenorizado do que os indicadores do Nível 1, para técnicos que necessitem de uma análise mais profunda;

Nível 3 – Avançado: constitui mais um conjunto adicional de indicadores de desempenho, de maior detalhe específico, mas ainda relevantes para a gestão do prestador.

Em 2004, o LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Portugal) e através da eng. Helena Alegre, editou e adaptou para o português a edição original da IWA - Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água.

O sistema de indicadores de desempenho não implica na adoção da globalidade dos indicadores. Os prestadores e interessados devem selecionar apenas os mais relevantes para suas reais necessidades. A metodologia preconizada pela IWA (ALEGRE et al., 2004) define a aplicação dos indicadores de desempenho com o principal objetivo:

- fornecer um quadro de referência de indicadores que constitua um instrumento de apoio à gestão dos prestadores de serviços de saneamento básico.

Objetivos complementares mais relevantes:

- permitir comparações entre prestadores de serviço no âmbito de iniciativa de “*metric benchmarking*”;
- disponibilizar subconjuntos de indicadores para uso de agências reguladoras, de acordo com as suas necessidades específicas;
- fornecer uma base de dados, tendo em vista um alargamento progressivo e a consolidação de estatísticas no âmbito internacional. A IWA apresenta o grupo “Estatística e Economia” e publica com periodicidade bienal.

ALEGRE (et al., 2008) afirma que cada indicador deve respeitar os seguintes requisitos gerais: simplicidade e significado conciso; possibilidade de cálculo por todos os operadores; possibilidade de verificação por entidades independentes; e quantificação objetiva de um determinado aspecto a avaliar.

Os indicadores de desempenho são tipicamente expressos por relações entre variáveis operacionais. Podem ser, quer sejam adimensionais (por exemplo em %) quer sejam intensivos, ou seja, que de algum modo expressem intensidade e não extensão (por exemplo em R\$/m<sup>3</sup>). Neste último caso, o denominador deve representar uma dimensão do sistema em análise ou do prestador (por exemplo, o número de ligações domiciliares, o comprimento de rede e os custos anuais). O uso de variáveis suscetíveis de variarem significativamente de ano para ano por fatores externos ao prestador (por exemplo, o consumo anual de água, que pode depender de fatores meteorológicos) não deve ser adotado como denominador, a não ser que esta variação se reflita no numerador na mesma proporção (ALEGRE et al., 2004).

Indicadores de desempenho devem apresentar uma base anual e por isso recomenda-se que o ano seja utilizado como período de referência (LAMBERT A. & HIRNER W., 2000).

Comparações entre indicadores de desempenho calculados com base em dados obtidos em períodos diferentes do ano devem ter em conta que o comportamento de muitas variáveis não é uniforme ao longo do ano, devido a fatores aleatórios, sazonais ou de planeamento de atividades; caso contrário, podem levar a interpretações incorretas dos resultados (ALEGRE et al., 2004).

## **2.6.2 Sistema do Banco Mundial – IBNET**

O *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (IBNET) é um programa de avaliação de desempenho de serviços de saneamento básico promovido pelo WORLD BANK (2007), que define um conjunto de indicadores de desempenho operacionais e financeiros. Teve seu início na metade dos anos 1990's (den Berg, 2006). Atualmente o sistema contabiliza 42 indicadores e 37 sub - indicadores nas categorias de cobertura de serviço, consumos e produção de água para consumo, água não faturada, práticas de medição, desempenho das redes, custos de operação e recursos humanos, qualidade do serviço, faturamento e finanças (ALEGRE et al., 2008 apud WORLD BANK, 2006).

Para a interpretação dos indicadores, o IBNET recolhe também informação sobre o prestador e a área de abrangência do serviço prestado. O período de avaliação definido pelo sistema é o ano fiscal, que varia nos países onde o sistema é aplicado (ALEGRE et al., 2008).

## **2.6.3 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS**

O SNIS é o maior e mais importante banco de dados do setor de saneamento brasileiro, com reconhecimento internacional. Foi implantado em 1996, pelo Governo Federal, no âmbito do PMSS, tendo a coleta de informações de água e esgoto, fornecidas por prestadores referentes ao ano de referência de 1995. Constitui de um diagnóstico contendo informações coletadas (Operacionais; de Balanço; Financeiras; Gerais; sobre Qualidade; Complementares) e indicadores de desempenho, referentes a uma amostra de Prestadores de Serviços de Saneamento.

Os indicadores de desempenho são úteis para os diversos agentes integrantes na gestão dos serviços de saneamento básico. A Lei 11.445/07, criou instrumentos para que os entes federados possam exercer a gestão associada, ao planejamento, à regulação, à fiscalização, à participação e ao controle social e, conforme art.53 institui o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA, institucionalizando o atual sistema SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento e, ao mesmo tempo, dando a ele maior envergadura em termos de abrangência e escopo. A necessária integração do Sistema com outras bases de dados do setor, nos níveis locais e regionais, assim como com bases de outros

setores que tenham interface com o saneamento, tais como recursos hídricos, saúde e meio ambiente, será de fundamental importância no novo SINISA (PMSS, 2007).

Em doze anos de existência, o SNIS ampliou de 54 para 592 a quantidade de prestadores de serviços publicados, enquanto que a amostra para dados desagregados ao nível municipal alcançou, em 2006, 4.516 municípios, incluindo os municípios atendidos por todos os prestadores regionais, microrregionais e locais. Os indicadores do SNIS estão compatíveis com a da ADERASA (2007). Os indicadores são apresentados por áreas, a saber:

- Indicadores Econômico-Financeiros e Administrativos
- Indicadores Operacionais (água e esgoto)
- Indicadores de Balanço
- Indicadores sobre Qualidade

## **2.7 REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO**

### **Generalidades**

O Brasil, a partir dos anos noventa, através do Programa Nacional de Desestatização - Lei 8.031/90, vem se adequando a uma nova forma de modelo de Estado, seguindo uma forte tendência mundial. Baseada em um modelo mediador e regulador, o país se desprende das amarras do monopólio estatal, resquício de modelos interventores<sup>4</sup>. As mais importantes figuras desta nova fase são as Agências Reguladoras.

A principal mudança para a população com este modelo, é a nova maneira de prestação de serviços públicos. A criação de agências reguladoras é resultado direto do processo de retirada do Estado da economia. Estas foram criadas com o escopo de normatizar os setores dos serviços públicos delegados e de buscar equilíbrio e harmonia entre o Estado, usuários e delegatários. Na Alemanha, este conceito é chamado “economia social de mercado”. Portanto, a idéia é a de um capitalismo regulado, que visa evitar crises. Entretanto, não deixa de ser um modo de interferência do Estado na economia. Este modelo regulador é uma tentativa de estancar a política

---

<sup>4</sup> de que são exemplos a época de Getúlio Vargas e mais recentemente do regime militar (COIMBRA, 2000).

que gerou o crescimento da dívida, estrangulando o Estado, já impossibilitado de manter o nível de investimento. A partir de uma dimensão econômica, o Estado se viu compelido a regular os monopólios naturais, tendo como objetivo a melhoria de seus sistemas alocativos e distributivos. É inegável que as agências reguladoras representam uma transformação da forma como o Estado se relaciona com a sociedade, com o governo e com a economia.

Nos países que adotam um sistema similar ao que se implantou no Brasil, ou seja, um sistema regulador, as agências são uma realidade. Nos Estados Unidos, berço da constituição do modelo chamado de “regulador”, observa-se uma oscilação no poder das agências, ora maior, ora menor, variando de acordo com o período histórico. O sistema adotado no Brasil, é baseado no modelo norte-americano<sup>5</sup> (COIMBRA, 2000).

Neste novo cenário mundial, alguns conceitos estão sendo reinterpretados, e parece que, o país está acompanhando a tendência mundial. Trata-se de aperfeiçoar o sistema capitalista, que tem fornecido a base econômica e ideológica para o desenvolvimento do Estado e da sociedade ocidental, pois este ainda não cumpriu o que deve ser o objetivo básico de toda comunidade: promover o bem estar de todos. As agências reguladoras são o maior exemplo desta redefinição do papel estatal.

Apesar de as agências atuarem dentro de um espectro de dimensões grandes, seus poderes são delimitados por lei. O âmbito de atuação passa por diversas áreas, sendo as mais importantes as de fiscalização, regulamentação, regulação e por vezes, arbitragem e mediação. Vale lembrar que para possuir estes poderes, quando concebidas, as agências foram dotadas de personalidade jurídica de direito público. No Brasil, cada agência foi concebida mediante uma lei.

O crescimento das preocupações relativas à finitude dos recursos naturais e com o dano ambiental gerado por certas atividades, resultou na criação de instituições encarregadas de gerir o ciclo da água, de promover a economia do recurso, de regular usos, vazões e de reduzir os níveis de comprometimento qualitativo (URBAGUA, 2003).

---

<sup>5</sup> Várias nações contam com agências reguladoras, e o número destas varia de acordo com cada país. Os EUA contam com 72 agências, o Canadá com 15, Argentina: 12; Dinamarca: 9; Holanda: 7; Alemanha e Suíça: 6; China: 5 e França: 4 (COIMBRA, 2000).

Com base nos fundamentos, objetivos e diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei nº 9.433/97, instrumento legal inspirado no modelo francês que permite a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos e, através da Lei 9.984/2000, foi criada a Agência Nacional de Águas, que tem como missão implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos - ver seção 4.2, visando garantir o adequado atendimento às necessidades e prioridades de uso, e regular o acesso aos mananciais de domínio da União. Os processos associados à regulação de usos são: cadastro de usuários; outorga de uso em corpos hídricos; cobrança de usos em corpos hídricos; fiscalização de usos em corpos hídricos de domínio da União; recebimento e disponibilização aos gestores estaduais de dados de usuários e maneira a permitir a coerência no exercício da regulação dos usos.

Pode-se dizer que o aparecimento destas entidades no panorama da Administração Pública contemporânea representa uma radical modificação de tudo o que até aqui se concebeu como forma de organização das funções estatais, na busca de uma maior eficiência e eficácia na gestão da coisa pública. O surgimento das agências reguladoras aparece como um esforço de superação dos paradigmas tradicionais da administração pública burocrática. Trata-se da construção de entidades públicas com uma textura aberta, promotoras de uma cidadania ativa, consubstanciada no princípio da transparência e da eficiência. Seu objetivo é promover uma aproximação do Estado e da sociedade na gestão da coisa pública, especialmente dos bens públicos como a água, o ar e a bio-diversidade. (ADASA, 2009).

O Governo Federal, através do Decreto 6.062/07, instituiu o PRO-REG e está implementando o Programa de Fortalecimento da Capacidade Institucional para Gestão em Regulação, com apoio do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID. O objetivo do Programa é desenvolver ações com vistas a promover o fortalecimento dos mecanismos institucionais para gestão em regulação, propiciando condições para a melhoria da qualidade da regulação, a consolidação da autonomia decisória das Agências Reguladoras federais, e o aperfeiçoamento dos instrumentos de supervisão e de controle social (PRO-REG, 2009). A Associação Brasileira de Agências de Regulação – ABAR, apresenta 7 agências de regulação nacionais e 29 agências estaduais e municipais associadas.

## Regulação e Saneamento Básico

A década de noventa esteve em debate a necessidade de criação de estruturas de regulação e de marcos regulatórios para a prestação do serviço. Esta regulação, defendida por diferentes atores do campo do saneamento, deveria ser voltada tanto para o controle e fiscalização dos serviços prestados por entes de caráter, como as empresas estaduais que operavam sob concessão dos municípios, como para o controle e fiscalização dos serviços prestados por empresas privadas. O campo mais progressista associa as idéias de regulação e controle social, pensando a regulação como instrumento indispensável de controle público da prestação de serviços. A necessidade de controle público dos serviços de saneamento é inquestionável. Ela envolve dois pressupostos básicos: o 'interesse público' devido a sua essencialidade para a população, e a sua característica de 'monopólio natural', atividade em que a existência de mais de um prestador se mostra antieconômica. **Um serviço essencial sob o regime de monopólio exige regulação bem estruturada para que seja garantida a universalização e para evitar que os cidadãos ou sejam privados do acesso ou paguem taxas excessivas pelos serviços prestados.** A regulação e o controle público destes serviços dependem – mais do que da designação formal de competências ao regulador setorial – de toda uma complexa estrutura institucional e legal que determina as condições reais de acesso dos cidadãos aos serviços públicos (BRITTO, 2004).

Considerando as relações entre agentes envolvidos e recursos utilizados, é possível identificar alguns objetivos de gestão (segundo concepção ALEGRE et al., 2004):

- proporcionar aos consumidores um nível de serviço apropriado, cumprindo as políticas públicas vigentes;
- obter uma elevada produtividade dos recursos humanos, proporcionando-lhes oportunidades de valorização profissional e de carreira, de acordo com as qualidades e as aptidões de cada indivíduo;
- maximizar a eficiência do uso dos recursos hídricos e ambientais;
- garantir uma elevada eficiência na aplicação dos recursos financeiros;
- planejar, construir, operar e manter as infra-estruturas de forma eficiente e eficaz.

GALVÃO JR et al (2006) afirmam que o saneamento carece de uma cultura regulatória que envolva todos os atores (o poder concedente, o concessionário e o

usuário) e que prime pela transparência e eficiência, com modicidade tarifária e participação na definição das políticas e prioridades (controle social).

No processo de mudanças em que se encontra o setor de saneamento no país, a questão da regulação é parte fundamental, pois implica a capacidade de gestão dos diferentes níveis de governo, definindo a forma pela qual se pode atingir uma eficiência de gestão e planejamento associada à compatibilidade econômica e financeira (SOARES et al., 2003).

Países que desejam alcançar níveis maiores de desenvolvimento, melhorar as condições de vida de suas populações e a competitividade das suas empresas não podem fazê-lo sem um setor de serviços dinâmico e bem estruturado. O desenvolvimento econômico dos países depende da eficiência com que os prestadores conseguem atender à demanda de serviços da população e de como estes podem impulsionar as inovações na economia. Os serviços têm sido, cada vez mais, intensivos em conhecimento e, por isso, são responsáveis por fornecer insumos para a inovação na produção. O setor, como importante fornecedor de insumos tanto para a indústria e para o comércio como para outros serviços, tem função relevante no crescimento da economia e na geração de emprego (IPEA, 2006).

Vários estudiosos reafirmam a necessidade de regulação setorial com a seguinte finalidade:

- gerar incentivos para práticas eficientes de gestão, expansão do produto e redução de tarifas (SEROA DA MOTTA, 2006 apud GALVÃO JR & PAGANINI, 2009);
- maximizar a qualidade dos serviços e alavancar investimentos com vistas à modernização e à universalização do setor (CONFORTO, 2000 apud GALVÃO JR & PAGANINI, 2009);
- favorecer a adoção de gestão profissional e a autonomia administrativa das empresas públicas, além de ampliar a participação privada no setor (PENA; ABICALIL, 1999 apud GALVÃO JR & PAGANINI, 2009);
- limitar a interferência política no setor mediante regras implementadas independentemente do ciclo eleitoral (TRÉMOLET; HUNT, 2006 apud GALVÃO JR & PAGANINI, 2009);
- garantir a universalização do setor e evitar que os usuários paguem excessivamente pelos serviços prestados (BRITTO, 2001 apud GALVÃO JR & PAGANINI, 2009).



A *Asociacion de Entes Reguladores de Água Potable y Saneamiento de las Américas* - ADERASA concentra reguladores situados no continente americano. Desde 2003 realiza o projeto de *benchmarking* visando a comparação de desempenho das empresas reguladas. Os indicadores da ADERASA tiveram como base os da IWA e em concordância com os da IBNET, ao qual aporta informações da região. Os países participantes da ADERASA são: México, Honduras, Nicarágua, Costa Rica, Panamá, Colômbia, Venezuela, Brasil, Equador, Peru, Bolívia, Chile, Paraguai, Argentina e Uruguai.

Segundo a ADERASA (2007) a implantação da regulação no mundo ocorre da seguinte forma:

- Europa – implantação minoritária, com ~ 15 reguladores.  
Existem em ~ 30% dos países.
- América do Norte - grande implantação da regulação, com ~ 45 reguladores.
- América Central e do Sul - grande implantação da regulação, com ~ 51 reguladores.
- África - pequena implantação da regulação, com ~ 11 reguladores.
- Ásia - pequena implantação da regulação, com ~ 6 reguladores.
- Oceania: significativa implantação da regulação, com ~ 10 reguladores.

Sendo uma das principais tendências da regulação na Europa é a utilização do *benchmarking* para a regulação da qualidade do serviço.

O CNQA - Comitê Nacional de Qualidade da ABES (CNQA, 2007) apresenta que o papel da regulação se encontra nos seguintes desafios:

- Tendência de aumento da participação do setor privado;
- Necessidade de definição do novo papel do Estado;
- Estabelecimento de regras claras e procedimentos transparentes;
- Necessidade de uma regulação forte e estruturante;
- Regulação econômica insuficiente;
- Vantagens da regulação por comparação.

Na regulação do saneamento básico as leis de maior importância e de interface são:

- Saneamento – Lei 11.445/07 (inclui abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos).

- Interfaces

- Meio Ambiente – Lei 6.938/81;
- Defesa do Consumidor – Lei 8.078/90;
- Saúde – Lei 8.080/90 (SUS);
- Recursos Hídricos – Lei 9.433/97.

- Outros

- Defesa da Concorrência<sup>6</sup> - Lei 8.884/94;
- Desenvolvimento Urbano - Lei 10.257/2001.

### **Indicadores de Desempenho e a Regulação dos Serviços de Saneamento Básico**

As boas práticas na prestação dos serviços de saneamento devem seguir as seguintes implementações básicas:

- implantação da regulação
- avaliação do desempenho - *benchmarking*
- normas ISO 24500
- sistema de indicadores do SNIS

O Sistema de Informações – SNIS e a sua relação com a Regulação:

- Os principais produtos do sistema de informações em saneamento são os indicadores;

- As Agências Reguladoras são as responsáveis pelo acompanhamento do cumprimento do planejamento, pela certificação das informações dos prestadores de serviços, pela fiscalização e pela avaliação das tarifas, e, portanto, são as usuárias mais intensivas dos sistemas de informações do setor;

- Existe espaço para as Agências Reguladoras serem as gestoras dos sistemas de informações estabelecidos pelos titulares ou pelos responsáveis pelo planejamento (Município, Estado ou União). Esse é o arranjo de gestão potencialmente mais eficiente e o proposto na concepção do **SNIS**, que será sucedido pelo **SINISA**.

---

<sup>6</sup> A partir da década de 90, com o advento das políticas de estabilização da moeda, de privatização, de abertura da economia nacional, fortemente influenciados pelo crescente

## **Limites da Produção e Custos (ADERASA, 2007)**

Produção: relação quantidade de insumo – produto,

Custo: relação custo dos insumos – produto,

- o limite é determinado pelos operadores mais eficientes
- a distância entre o limite e cada observação determina a eficiência relativa de cada prestador,
- não se obtém um valor absoluto de eficiência (ideal teórico), mas um valor relativo à respeito das melhores práticas no mundo real.

### **2.8 ASPECTOS DO MARCO REGULATÓRIO DE SANEAMENTO BÁSICO**

Em Janeiro de 2007 foi promulgada a Lei 11.445 que estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. A Lei cria instrumentos para que os entes federados possam exercer a gestão associada, ao planejamento, à regulação, à fiscalização, à participação e ao controle social.

Assim o atual contexto institucional do Saneamento Básico se apresenta considerando os principais tópicos:

- ◆ Resgate do papel dos municípios<sup>7</sup>, incentivo à cooperação federativa;
- ◆ Diferenciação de papéis: planejamento, regulação, prestação dos serviços e controle social.
  - Planejamento
    - De competência do titular dos serviços;
    - Deve conter diagnóstico, estabelecer objetivos e metas para universalização, programas, projetos e ações, e estabelecer mecanismos de avaliação sistemática da eficiência e eficácia.
  - Regulação
    - Compete o estabelecimento de padrões e normas e a garantia do cumprimento de metas estabelecidas;

---

fenômeno da globalização da economia, tornou-se vital para o desenvolvimento de uma política de defesa da concorrência para atender a nova realidade do mercado (LOTH, 2002).

<sup>7</sup> Na maioria dos países europeus, observa-se o forte componente de decisão local ou supra-local, entendido como um conjunto de localidades/municípios, nas decisões sobre a prestação dos serviços de saneamento compreendendo o abastecimento de água, o tratamento do esgotamento sanitário, a drenagem urbana e o controle de enchentes (URBAGUA, 2003).

- Definir tarifas, visando a sustentabilidade dos serviços.
- Prestação dos Serviços
  - Remuneração preferencialmente por tarifas (água e esgoto), tarifas ou taxas (resíduos sólidos), e tributos, inclusive taxas (drenagem urbana);
  - Diretrizes de universalização (inclusive com mecanismos de subsídios), sustentabilidade e eficiência.
- Controle Social
  - Órgão colegiado de caráter consultivo, cujas funções poderão ser exercidas por órgão existente.

Na nova Lei, Saneamento Básico é compreendido como o conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Vale ressaltar e destacar que a Lei 11.445/07 apresenta que os serviços públicos de saneamento básico devem ser prestados com base em doze principais princípios fundamentais. Apresentam-se em negrito as palavras ou assuntos que se aproximam direta ou indiretamente da **questão das perdas e de seu controle** (Art 2º):

**I - universalização do acesso;**

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

**III - abastecimento de água**, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

**V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;**

**VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional**, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

**VII - eficiência e sustentabilidade econômica;**

**VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;**

**IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;**

**X - controle social;**

**XI - segurança, qualidade e regularidade;**

**XII - integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.**

Pode-se ressaltar os incisos I, VII, VIII, IX e XII supracitados como componentes diretos intrínsecos ao controle de perdas.

GALVÃO JR (et al. 2009) não considera o conceito de universalidade do acesso aos serviços de água e esgoto apenas como um problema de natureza econômica e técnica, mas principalmente social e política. Por controle social entende-se a participação da sociedade no acompanhamento e verificação das ações da gestão pública na execução das políticas públicas, avaliando os objetivos, processos e resultados. A participação contínua da sociedade na gestão pública é um direito assegurado pela Constituição Federal (GOV. BR, 2007).

A Lei 11.445/07 cria instrumentos para que os entes federados possam exercer a gestão associada, ao planejamento, à regulação, à fiscalização, à participação e ao controle social.

O debate em torno do significado de “saneamento básico”, além de vinculado à defesa da salubridade ambiental como um direito social, possui também contornos jurídicos, pois a Constituição Federal prevê que a União<sup>8</sup> deve instituir diretrizes sobre o saneamento básico - Art. 21, inciso XX, pelo que uma visão restrita criaria limites à

---

<sup>8</sup> A Constituição Federal também atribui à União a competência de legislar sobre águas - Art. 22, inciso IV, contratações administrativas - Art. 21, inciso XXVII, produção e consumo - Art. 24, inciso V, proteção do meio ambiente e controle da poluição - Art. 24, inciso VI, proteção e defesa da saúde - Art. 24, inciso XII, avaliação periódica externa e interna de serviços públicos - Art. 37, § 1º, inciso I.

legislação federal, fazendo com que viesse a tratar apenas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

Institucionalmente e de acordo com alguns programas, o que coordena e direciona os assuntos referentes ao controle de perdas são: SNSA, PNCD, PMSS, Programa Saneamento para Todos, SNIS já citados anteriormente e, mais recente, o Acordo de Melhoria em Desempenho – AMD (APÊNDICE I).

O Ministério das Cidades estipula através do **Acordo de Melhoria de Desempenho**, instrumento obrigatório de acompanhamento do desempenho dos prestadores de serviços que utilizam recursos federais, metas de melhoria nos índices de perdas de água. E estabelece classificação para alguns índices de perdas e, sobremaneira estabelece restrições para o financiamento dos seguintes tipos de empreendimentos – Quadro 2.3:

Empreendimento	Indicador de perdas acima de 50%	Indicador de perdas entre 30% e 50%
Aumento da capacidade de produção de água	Não financiável	Financiável apenas quando acompanhadas de execução de programa de desenvolvimento institucional destinado à redução de perdas de água
Outros na modalidade abastecimento de água	Financiável apenas quando acompanhadas de execução de programa de desenvolvimento institucional destinado à redução de perdas de água	Financiável apenas quando acompanhadas de execução de programa de desenvolvimento institucional destinado à redução de perdas de água

Quadro 2.3 – Restrições para o Financiamento de Tipos de Empreendimentos - AMD

A Figura 2.8 apresenta o organograma com a estrutura das instituições e programas, no âmbito federal, referente às ações de controle de perdas.

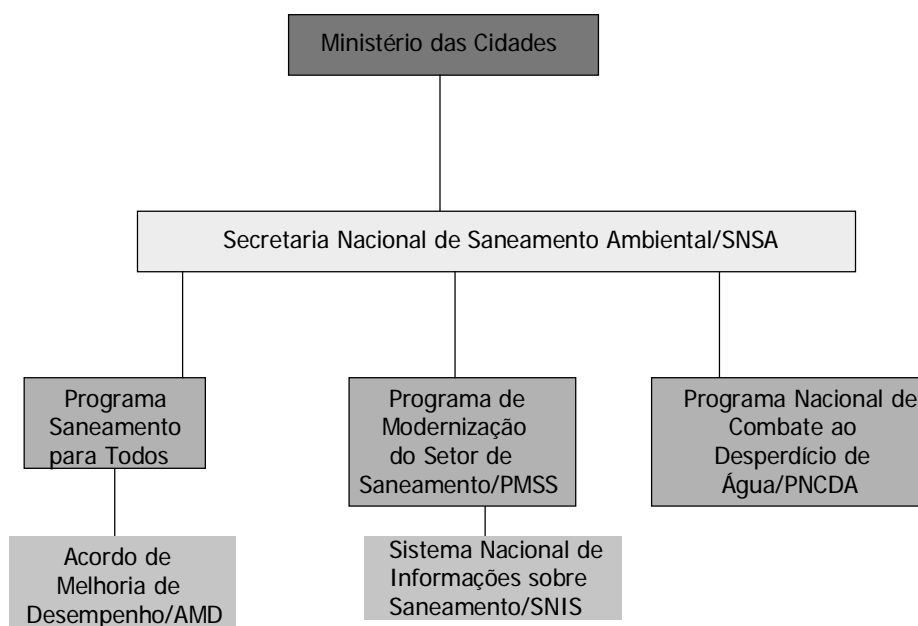


Figura 2.8 – Organograma – Instituições e Programas relativos às ações de Controle de Perdas – âmbito federal

Atualmente, aguarda-se a definição dos termos do decreto de regulamentação da Lei Nacional de Saneamento Básico -- 11.445/07, sendo que, em outubro de 2008, foi apresentada a Minuta de Regulamento da Lei onde pode-se comentar:

a) Art.2º, inciso XI, considera universalização: “ampliação progressiva do acesso aos serviços de saneamento básico objetivando o acesso de todos os domicílios ocupados, inclusive dos locais de trabalho e de convivência social em um determinado território”. A partir desta consideração, **a universalização do acesso ao saneamento básico, conseqüentemente, ao abastecimento de água**, é citado inúmeras vezes, sendo citado no Art 3º: “O serviço público de saneamento básico é considerado universalizado em um território quando assegura o atendimento das necessidades básicas vitais, sanitárias e higiênicas, de todas as pessoas, independentemente de sua condição socioeconômica e da qualidade jurídica da posse, em todos os domicílios e locais de trabalho e de convivência social, **com promoção do uso racional dos recursos naturais.**” Isto define e **requer, que o prestador imprima total controle sobre as demandas no abastecimento de água, incluso as populações carentes e/ou favelas. Se torna mister a quantificação dos volumes fornecidos através de medidores de vazão.**

Segundo PENA (2004) o **saneamento básico** interfaceia com a área de saúde e do meio ambiente e faz parte da do **desenvolvimento urbano**. Em suas ações e atividades constituem-se equipamentos e unidades que promovem e asseguram o estado saudável de vida

Assim, vale ressaltar que a **questão da habitação, ou melhor, do desenvolvimento urbano, precede na problemática da universalização dos serviços de saneamento básico, devendo assumir suas responsabilidades. Uma política de desenvolvimento urbano com planejamento habitacional promovendo a universalização do acesso à moradia, é que deve ser o objeto de meta, visto que saneamento básico são medidas e equipamentos de infra-estrutura visando atender condições saudáveis e de salubridade. Sendo assim, para a obtenção exitosa da universalização dos serviços de saneamento básico, a área de desenvolvimento urbano deve, como meta, preceder e estar interligada ao de saneamento básico.**

b) Outro tema em destaque é a formulação dos planos de saneamento básico – Art.23, inciso I. No processo de planejamento, além do plano de saneamento básico a ser elaborado pelo titular ou por consórcio público, são instrumentos o Plano Nacional de Saneamento Básico - PNSB a ser elaborado pela União e os planos regionais de saneamento básico previstos no inciso II do art.52. O titular dos serviços ou o consórcio público será o responsável pela elaboração dos planos tendo como um dos instrumentos definir os "mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas". Tais ações envolvem os **indicadores de desempenho** já vistos anteriormente, e denotam a performance existente e a ser obtida - *benchmarking*.

No tocante à titularidade e no âmbito do Estado Rio de Janeiro, vale apresentar a Lei Complementar nº 87/1997 que institui a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, **atribuindo toda a titularidade dos serviços ao próprio Estado**. Essa lei foi objeto de intensos debates e disputas judiciais, na esfera do Supremo Tribunal Federal - STF, sobre a definição da titularidade ao estado em contraposição à titularidade municipal.

Vale ressaltar que a Lei de Saneamento Básico 11.445/2007, apresenta o artigo 8: "**Os titulares** dos serviços públicos de saneamento básico poderão **delegar** a organização, **a regulação**, a fiscalização e a **prestação desses serviços**, nos termos



do art. 241 da CF e da Lei 11.107/2005 – Lei dos Consórcios”; e o “artigo 9: “O titular dos serviços **formulará** a respectiva **política de saneamento básico**, devendo para tanto: (...) II – prestar diretamente ou **autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação** e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação; (...)”

Mais recentemente, foi consagrado o “Convênio sobre Saneamento” (EST. RJ, 2007), em fevereiro de 2007, onde o Governo do Estado do Rio de Janeiro, a Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE e o Município do Rio de Janeiro assinaram o “Termo de Reconhecimento Recíproco de Direitos e Obrigações”. Este Termo define que a CEDAE permanecerá sendo a prestadora dos serviços de captação, tratamento, adução e distribuição de água potável, e coleta, transporte e tratamento adequado dos esgotos sanitários e cobrança pela prestação desses serviços no município do Rio de Janeiro<sup>9</sup>, pelo prazo de cinquenta anos. **Assim sendo, o titular, que no caso é o Estado do Rio de Janeiro, será o responsável pela elaboração dos planos de saneamento básico** e, por outro lado, caberá ao Município do Rio de Janeiro a gestão do saneamento básico nas favelas.

Conforme art.23 da Lei 11.445/2007, §1, “A **regulação** de serviços públicos de saneamento básico poderá ser **delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora** constituída dentro dos limites do respectivo Estado, explicitando, no ato de delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas”.

Vale lembrar que, em decorrência do modelo administrativo estabelecido pelo PLANASA, gerou-se um passivo histórico do duplo papel para as companhias estaduais estabelecidas no país quanto aos aspectos de regulação dos serviços de saneamento: papel de regulador e de regulado.

Criada em 2005, no âmbito estadual, a Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro – AGENERSA e em exercício, tem por finalidade executar o poder regulatório, acompanhando, controlando e fiscalizando os atuais contratos de concessão dos serviços públicos. A agência foi criada num

---

<sup>9</sup> Com exceção apenas da coleta, transporte e tratamento adequado dos esgotos sanitários e cobrança pela prestação desses serviços na Área de Planejamento 5 (AP5) e nas Áreas Faveladas.

período de pressão política de ordem social para que houvesse controle dos serviços públicos, principalmente os privatizados.

**No caso do município do Rio de Janeiro/Região Metropolitana do Rio de Janeiro, caberia ao Estado – sendo o então titular dos serviços públicos de saneamento básico, eleger o seu órgão regulador.**

O município de Niterói, e pertencente à RMRJ privatizou os serviços de saneamento, através de processo licitatório à empresa Águas de Niterói, e elegeu a EMUSA – Empresa Municipal de Moradia Urbanização e Saneamento como entidade reguladora. A EMUSA está vinculada a Secretaria de Obras da Prefeitura de Niterói.

O Estado do Rio de Janeiro contempla 96 municípios, tendo a Companhia Estadual de Águas e Esgotos - CEDAE, empresa de economia mista que tem como acionista majoritário<sup>10</sup> o Governo do Estado do Rio de Janeiro, mantêm a prestação dos serviços de abastecimento de água de 65 municípios e de 17 municípios com esgotamento sanitário privadas ou a partir da própria municipalidade.

O município do Rio de Janeiro como integrante da RMRJ e, submetido ao “Convênio sobre Saneamento”, tem como prestador a CEDAE. **Todavia a mesma – CEDAE, ainda não submete à agência reguladora, a AGENERSA , o desempenho de seus serviços.**

No âmbito do Estado do Rio de Janeiro outro instrumento de interesse é a Lei 5068/2007 que institui o Programa Estadual de Parcerias Público-Privadas – PROPAR. Este programa pode ser um valioso instrumento para viabilizar investimentos necessários à melhoria da infraestrutura do estado. Conforme art 4, inciso VI da lei, O PROPAR poderá ser aplicado na área de saneamento básico.

Retornando a Minuta de Regulamentação da Lei 11.445/2007, além da **universalização do acesso, da titularidade** e dos **planos de saneamento**, outros temas são repetidamente abordados e que convergem nas premissas de bom desempenho operacional e administrativo-financeiro:

- “adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades

locais e regionais e promovam o **uso racional da energia, da água** e dos demais recursos naturais”;

- **“inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos”**;
- “utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas”;
- **“eficiência e sustentabilidade econômica”**;
- **“mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas”**;
- “integração das infra-estruturas e serviços visando a gestão eficiente dos recursos hídricos”;
- “adoção da bacia hidrográfica como unidade de referência para o planejamento de suas ações”

Tais medidas estão em consonância à questão da conservação e uso racional da água e de controle de perdas.

## **2.9 CONTROLE DE PERDAS – BREVE HISTÓRICO NO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO**

O termo saneamento básico, cunhado nos fins dos anos 50, ficou estabelecido para atender às ações que envolviam o abastecimento de água e o esgotamento sanitário. Surgiu devido, à dificuldade de articular todas as atividades inerentes ao saneamento e suas interfaces – políticas de saúde, meio ambiente e desenvolvimento urbano, e também, face à escassez de recursos na época. Tinha que se estabelecer **o que era básico para interferir no ambiente e obter os melhores resultados**. Ficou estabelecido que o **básico era água potável e disposição ordenada dos excrementos** (COSTA e SILVA apud COSTA, 1994).

Na década de 60, como medidas importantes adotadas pelo governo brasileiro, que iriam moldar no futuro a instituição de políticas explícitas para aumentar a oferta de recursos para aplicação em saneamento básico, destacam-se a criação do Banco Nacional da Habitação – BNH em 1964, visando implantar uma política nacional de **desenvolvimento urbano**, sendo que, em 1967 foi delegado ao BNH a responsabilidade de formular e implantar uma política nacional para o setor de

---

<sup>10</sup> O governo do estado do Rio de Janeiro detém 99,9% das ações da companhia e 0,1% está

saneamento; do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS em 1966, mecanismo financeiro que mais tarde viria a se constituir na base financeira da política de saneamento, como principal suporte dos recursos destinados ao setor; e do Sistema Financeiro do Saneamento – SFS em 1968, que gerido pelo BNH, passou a receber recursos dos governos federal, estadual e municipal.

No período a partir da década de 70, houve uma mudança radical nas ações de saneamento básico, quando em 1971, foi formatado e instituído pelo BNH, o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, marco da participação dos estados na provisão e operação da infra-estrutura de saneamento no país, cujo suporte foi o SFS e que **objetivava o equilíbrio permanente entre a oferta e a demanda** no campo do saneamento básico. Surge assim, um novo modelo de gestão para o setor, **levando à criação das companhias estaduais de saneamento para a execução desse plano**. Essas companhias foram criadas em todos os estados do Brasil. Este **modelo centralizou toda a gestão nas mãos do estado**, por meio da companhia estadual de saneamento. Segundo a SNSA (2005), esse período, em regime militar e de caráter centralizador, apresentava como um dos fundamentos: os subsídios cruzados. Os recursos de uma concessão eram utilizados para viabilizar a prestação dos serviços em outra concessão. Em outras palavras: por meio desse mecanismo, os consumidores dos municípios em que o custo dos serviços era menor que a tarifa única subsidiavam os consumidores dos municípios onde o custo é superior a essa tarifa única.

**Em meados dos anos 80, em decorrência aos problemas sanitários e ambientais constatados nas cidades brasileiras e às críticas ao modelo PLANASA**, o conceito de saneamento básico foi revisto, através de diversos profissionais do setor, dando uma maior abordagem e requisitando a inclusão de ações de meio ambiente e saúde pública em sua conceituação. Com a **entrada da agenda ambiental** no cenário político, ainda nesta mesma década, o próprio setor incorporou o **termo saneamento ambiental**. Vale lembrar da Lei 6.938 de 1981 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente. Com a extinção do BNH em 1986 (SNSA, 2005), o controle dos recursos dos subsídios cruzados ficaram ‘soltos’, sem qualquer transparência ou controle, causando prejuízos à prestação eficiente dos serviços, pois sem transparência não há como se avaliar os serviços, pois não se sabe

---

nas mãos de acionistas minoritários (REVISTA ÁGUA, 2009).

ao certo quanto custam. Em outubro de 1988 foi promulgada a Constituição Brasileira, com diversos dispositivos relacionados ao setor de saneamento.

Cabe destacar o disposto no artigo 30, inciso V da Constituição Federal: “compete aos municípios organizar e prestar diretamente, ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, (...)”, e no artigo 175: “incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos”. Impulsionado pela Constituição, verificou-se um fortalecimento do nível municipal (MMA, 2006), que passou a contar com maior autonomia político-administrativa, maior orçamento e maior acesso a financiamentos, embora tal fortalecimento esteja aquém do desejado para uma verdadeira e desejável descentralização.

A década de 90 então se inicia com uma grande reforma administrativa no país, com profundos reflexos na economia, para **combater o processo inflacionário**<sup>11</sup> e redefinir a interferência do governo na economia. Em 1992, ocorre a extinção do PLANASA. Em 1992/93<sup>12</sup>, o Governo Federal ampliou as discussões<sup>13</sup> do setor, iniciando o Programa de Modernização do Setor Saneamento - PMSS, financiado com recursos do Banco Mundial - BIRD. Ambas as iniciativas envolveram e mobilizaram o segmento em inúmeras conferências, seminários e reuniões de trabalho. Período marcado pelo estímulo da Secretaria Nacional de Saneamento, à concorrência entre a atuação do setor público e da iniciativa privada<sup>14</sup>, que já começara a dar mostras de seu interesse por alguns setores controlados por estatais. Segundo o MMA (2006), o período de 1990 – 92 demonstrou a supervalorização dos agentes privados na determinação dos rumos políticos do setor; o período de 1992 – 94, de um nacionalismo de poucos resultados para o setor; e o período de 1995 – 2002 de tentativas sistemáticas e mal sucedidas de ampliação da participação privada.

---

<sup>11</sup> Em 1994, entrou em vigor, o Plano Real – nasceu no governo Itamar Franco, tendo Fernando Henrique Cardoso como ministro da fazenda, plano que realmente veio a controlar a inflação. Neste mesmo ano FHC assumiu a presidência da república.

<sup>12</sup> Governo Collor (1990-1992), que prometia modernizar o Brasil por meio de uma política de diminuição do papel do Estado, o que incluía a defesa do livre mercado, a abertura às importações, o fim dos subsídios e as privatizações. Em suma, uma adequação do Brasil à nova realidade do neoliberalismo mundial (REZENDE &, HELLER, 2002). Esta política teve continuidade pelo governo de Fernando Henrique Cardoso, até o seu afastamento em 2002.

<sup>13</sup> Em 1987, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental já se mobilizara, através do que denominou Programas de Valorização do Setor Saneamento, colocando os problemas do setor em pauta.

A partir de 2003, ocorre a tentativa de ordenação institucional do setor. Tendo em vista a deficiência do modelo vigente, foram discutidas inúmeras propostas para a reformulação do setor no Brasil. Em janeiro de 2007 foi promulgada a Lei 11.445 – Lei Nacional de Saneamento Básico e, posteriormente, lançada a Minuta de Regulamentação da Lei 11.445 e a Minuta da Política Federal de Saneamento Básico, que deverão influenciar a capacidade de planejamento e viabilidade de expansão ou implementação de sistemas de abastecimento de água.

Neste cenário político e no Brasil vários programas de redução de perdas foram implantados porém não tendo a necessária continuidade, sendo que, alguns eventos significativos são relacionados a seguir<sup>15</sup>:

- Com a implantação do PLANASA, em 1971, foram investidos recursos financeiros consideráveis, principalmente nos grandes centros urbanos, visando reduzir o déficit de atendimento no setor de saneamento. Por conseguinte a criação das Companhias Estaduais de Saneamento e de sua estruturação criou um ambiente favorável no sentido organizacional e operacional;
- Em 1974, foi firmado o convênio e criado o Programa SATECIA – Programa de Assistência Técnica para o Desenvolvimento Institucional das Empresas Estaduais de Saneamento, Convênio Banco Nacional da Habitação/Organização Pan-Americana da Saúde - OPAS;
- Em 1980, a realização do Seminário de Macromedição no Rio de Janeiro, com a participação das Companhias Estaduais de Saneamento;
- Constituição da Comissão Nacional de Controle de Perdas pelo BNH, em 1981. Formada por representantes de diversos Prestadores de Serviço de Saneamento, foi destinada a assessorar o banco no estabelecimento de diretrizes de âmbito nacional para o controle de perdas;
- Em 1981, o trabalho iniciado pela Comissão Nacional e incentivada pelo BNH, acabou dando origem ao PECOPE – Programa Estadual de Controle de Perdas, com o objetivo de reduzir o volume perdido, bem como identificar e eliminar os fatores que ocasionam as perdas. Contou com a participação de companhias estaduais como a SABESP/SP, SANESUL/MT, SANEPAR/PR, CAESB/DF, COPASA/MG e EMBASA/BA;

---

<sup>14</sup> Período característico pela década de 90, e tem como marco a primeira concessão completa dos serviços de água e esgotos para uma empresa privada, no município de Limeira (SP), em 1994.

<sup>15</sup> Alguns itens baseados em ARIKAWA (2005).

- Em 1988, o PECOPE sofreu reformulações em sua abrangência, dando maior ênfase na ação global de planejamento, controle e desenvolvimento operacional, originando o PEDOP - Programa de Controle e Desenvolvimento Operacional e com a atuação da CEF – Caixa Econômica Federal. Era composto por oito projetos<sup>16</sup>: macromedição e pitometria; cadastramento técnico; SIPSAP – Sistema Integrado de Prestação de Serviços e Atendimento ao Público; manutenção e reabilitação de unidades operacionais; PCO – Planejamento e Controle Operacional; PDI – Projeto de Desenvolvimento Institucional de micromedição; cadastro de consumidores; e faturamento e cobrança/comercialização;
- A Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais (AESBE) possui a Câmara de Desenvolvimento Operacional, cuja finalidade é apoiar e incentivar programas dirigidos à redução das perdas e otimização operacional dos sistemas de abastecimento de água;
- Em 1993, criação do PMSS. A partir dos estudos que deram origem à série “Modernização do Setor de Saneamento” (MPO/IPEA, 1995 a 1998 – 15 volumes) apontaram enfaticamente para a necessidade de se incorporar a coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água de abastecimento público;
- A criação do Sistema Nacional de Informações de Saneamento- SNIS, em 1996, pelo Governo Federal, no âmbito do PMSS. Constitui de um diagnóstico contendo informações coletadas e indicadores de desempenho, referentes a uma amostra de Prestadores de Serviços de Saneamento;
- Instituído em abril de 1997 pelo Governo Federal, o PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, financiado pela União, foi desenvolvido pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU/PR), por intermédio de convênio firmado com a Fundação para Pesquisa Ambiental da Universidade de São Paulo. O convênio teve como escopo a realização de estudos especializados e a organização de um conjunto de 16 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 de esgoto;
- Em 1998, a Fase II do PNCDA incluiu a produção de mais 4 DTA's;
- Em 1999-2000 foi desenvolvido o Programa de Qualificação e Certificação em Detecção de Vazamentos Não-Visíveis de Líquidos sob Pressão, pela Associação

---

<sup>16</sup> Fonte: entrevista realizada com o eng. Flavio Alberto da Silva, da DPC Desenvolvimento.

Brasileira de Ensaio Não-Destrutivos – ABENDE e pela Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais – AESBE;

- Seminário sobre Programas de Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água em Países da América Latina, realizado em outubro de 2001 em Fortaleza, com o apoio da CAGECE, SEDU por meio do PMSS/BIRD. Contou com a participação do consultor internacional Julian Thornton (EUA).

- Encontro Técnico sobre Redução e Controle de Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento de Água, realizado em março de 2002 em Salvador/BA, com o apoio da EMBASA, SABESP e BBL/RESTOR, e pela SEDU por meio do PMSS/BIRD. Contou com a participação do consultor internacional Allan O. Lambert (Inglaterra).

- Seminário Internacional sobre Programas de Redução e Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água, realizado em dezembro de 2002 no Recife/PE, com o apoio da COMPESA, SEDU por meio do PMSS/BIRD. Contou com a participação do consultor internacional Roland Liemberger (Áustria).

- Seminário Internacional SABESP de Eficiência Operacional em Sistemas de Água, realizado em março de 2006, em São Paulo/SP. O evento, promovido pela SABESP, contou com a participação de consultores internacionais como Kenneth Brothers (Canadá), Tim Waldron (Austrália), Allan O. Lambert (Inglaterra), Michel Vermersch (França), Ronnie Mackenzie (África do Sul) e Julian Thornton (EUA).

- Seminário Nacional do Projeto COM + ÁGUA – Ministério das Cidades em setembro de 2008. Dez prestadores de serviço foram selecionados e classificados em três categorias, conforme o número de ligações ativas em dezembro de 2004. O objetivo do seminário foi apresentar o balanço e os resultados dos projetos demonstrativos COM+ÁGUA desenvolvidos desde 2005; apresentar a metodologia e os instrumentos do projeto; promover intercâmbio com outros órgãos e entidades técnicas do setor sobre o desafio das políticas e ações de controle de perdas de água, assim como do uso eficiente de energia elétrica em sistemas de abastecimento. Contou com a participação do consultor Airton Sampaio Gomes.

Em 2002, e partir do governo Lula, foi criada a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, subordinada ao Ministério das Cidades, que assume o conjunto de ações: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana e controle de vetores (SNSA, 2007). Vinculados à SNSA, pode-se destacar o Programa de Modernização do Setor de Saneamento - PMSS e o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCD, além do SNIS que se mantiveram desde as suas criações.



### **3. CONTROLE DE PERDAS DE ÁGUA**

Neste capítulo e inicialmente, se apresentam na seção 3.2 os conceitos de consumo de água, perdas reais e perdas aparentes. Na seção 3.3 apresenta-se um histórico de ações em controle de perdas, onde se destaca o empenho e ações dos grupos tarefa da IWA nas últimas décadas. Em seguida, na seção 3.4 são mostradas as diversas dimensões do problema de perdas: econômico-financeira, técnica, ambiental, de saúde pública e social. Os componentes do Balanço Hídrico são detalhados na seção 3.5, com ênfase no detalhamento da água não-faturada. Através da metodologia da IWA, pode-se estabelecer o Balanço Hídrico com a contabilização destes componentes. Na seção seguinte é apresentada a análise dos componentes das perdas reais, destacando-se os conceitos de perdas inerentes, arrebentamentos e da estreita relação entre pressão e vazamentos. A seção 3.7 é dedicada a uma discussão dos indicadores de desempenho da IWA para o estabelecimento de metas para a redução e controle de perdas. Destaca-se a importância de se definir metas de redução da água não-faturada de forma adequada na seção 3.8. Finalizando, a seção 3.9 apresenta indicadores de perdas elaborados e disponíveis pelo SNIS e referentes aos municípios das principais regiões metropolitanas do país.

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Desde a captação da água bruta no manancial até a entrega da água tratada ao consumidor final ocorrem perdas de vários tipos que, em grande parte são causadas por operação e manutenção deficientes das tubulações e inadequada gestão comercial dos prestadores de serviço de saneamento. Todavia, não existe “perda zero” nos sistemas de abastecimento de água, onde a existência de tubulações enterradas pressurizadas e medidores de volumes ou vazões com um certo grau de imprecisão levam a se trabalhar com um nível de perdas que será considerado aceitável tanto sob os pontos de vista econômico e operacional, quanto sob a ótica de conservação de recursos hídricos.

Perdas de água ocorrem em todos os sistemas de distribuição – apenas o volume de perdas varia. Isto depende das características das tubulações da rede e de outros fatores locais, das práticas operacionais do prestador, e do nível de tecnologia e conhecimento aplicado em seu controle. O volume de perdas varia de país para país, podendo variar regionalmente dentro de um mesmo país. Um dos fundamentos

de uma estratégia no controle de perdas é identificar cada componente das perdas, assegurando que cada um é fruto de medições ou estimativas mais precisas quanto possível, de forma que prioridades possam ser formuladas através de planos de ação.

A IWA (FARLEY, 2003) define perdas de água como:

$$\text{Perdas de água} = \text{água produzida} - \text{água faturada ou consumida}$$
$$\text{Perdas de água} = \text{perdas reais} + \text{perdas aparentes}$$

Segundo a IWA e ALEGRE et al (2004), os conceitos de perdas de água, reais e aparentes são:

Perdas de água – volume de água correspondente à diferença entre a **água que entra no sistema de abastecimento** e o **consumo autorizado**. As perdas de água podem ser calculadas para todo o sistema ou para subsistemas, seja a fase de água não tratada (da captação ao tratamento), o sistema de adução, o sistema de distribuição ou zonas do sistema de distribuição. Em cada caso, as componentes do cálculo devem ser consideradas conforme a situação. As perdas de água dividem-se em **perdas reais e perdas aparentes**.

O comportamento das perdas de água e em âmbito mundial varia de país a país, cidade a cidade. Na Figura 3.1 observam-se as perdas totais por volume de entrada no sistema, variando de 3% na Dinamarca/Copenhague (2003) a até 75% na Albânia (2001). Nestes termos, o Brasil apresenta o valor de 48% (2002). Os países desenvolvidos apresentam valores menores de perdas.



Figura 3.1 – Perdas Totais em percentual do volume de entrada do sistema (*European Environment Agency, 2003; World Watch, 2004; ITONAGA, 2005; SANEAS, 2007*)

### 3.2 CONSUMO DE ÁGUA E PERDAS

A expressão **perdas reais** veio em substituição a perdas físicas, assim como **perdas aparentes** em substituição a perdas não-físicas e perdas comerciais. O conceito de perdas reais engloba o volume de água perdido em vazamentos de tubulações, juntas e acessórios até ao medidor do cliente - hidrômetro, quando o sistema está pressurizado; vazamentos de reservatórios e tanques; extravasamentos de reservatórios e indevidas aberturas de drenos e de descargas – consumos operacionais excessivos. O volume anual de perdas através de todos os tipos de fissuras, arrebentamentos, rompimentos e extravasamentos depende da frequência, da vazão e da duração de cada vazamento<sup>17</sup>. Perdas reais podem ser uma questão grave e não serem detectadas por meses ou até mesmo anos. O volume perdido será função da característica da tubulação da rede, da detecção do vazamento e da política de reparo praticada pelo prestador, dependendo (FARLEY, 2003; ARIKAWA, 2005; TARDELLI, 2006):

- do estado das tubulações – seu material, a frequência de novos vazamentos e arrebentamentos;
- da pressão na rede, quando o sistema está pressurizado;
- da densidade e comprimento médio de ligações;
- da localização do hidrômetro no ramal;
- do comprimento total de tubulação;
- do tipo de solo e condições do terreno, relevantes no modo como se torna visível ou não a ocorrência de vazamentos e rompimentos – grau de perda inerente;
- efeitos do tráfego;
- percentagem de tempo em que o sistema está pressurizado (fator relevante em regiões com abastecimento intermitente);
- da proporção dos relatos de novos vazamentos;
- do tempo de sensibilização (quão rápido a perda é notificada);
- do tempo de chegada (quão rápido cada nova perda é localizada);
- do tempo de reparo (quão rápido é feito o reparo ou suspenso o vazamento);
- da má qualidade dos serviços.

---

<sup>17</sup> Apesar das perdas localizadas a jusante do medidor do consumidor se encontrarem excluídas do cálculo das perdas reais, são muitas vezes significativas e relevantes para o prestador (em particular quando não há medição).

Estudo realizado pela IWSA (*International Water Supply Association*) em 1991 - pesquisa realizada com a participação voluntária de prestadores de 14 países , identificou que normalmente os **vazamentos são o maior componente da perda de água em países desenvolvidos**. Nos **países em desenvolvimento e parcialmente desenvolvidos, as ligações ilegais, erros de medidor e de contabilização são sempre os mais significativos**.

As **perdas aparentes** constituem a parcela de perda oriunda de todos os tipos de imprecisões associadas às medições da água produzida e da água consumida, e ainda ao consumo não-autorizado, ie, qualquer outra forma de furto ou uso ilegal, ligações clandestinas ou não cadastradas, ie, falhas no cadastro comercial. É uma parcela de água que não é perdida fisicamente, porém não reverte a rendimentos por conta das incertezas dos medidores e falhas na aquisição de dados dos consumidores.

O uso de ligações ilícitas ocorre principalmente em áreas com construções clandestinas e em áreas com baixa segurança. O prestador pode aplicar algumas medidas para mitigar os efeitos destas situações.

O uso fraudulento de hidrantes é um problema inicialmente institucional – é de uso exclusivo dos bombeiros. Procedimentos de enchimento de tanques de veículos para rega ou lavagem de ruas devem ser coibidos e suspensos. Cabe ao prestador agir para alterar estas situações, bem como garantir a proteção e adequada manutenção dos pontos de rega e de incêndio. Alguns fatores contextuais podem não ser de responsabilidade direta, mas cabe ao prestador alertar e tentar influenciar as entidades competentes, propondo procedimentos alternativos.

Deve-se evitar a ocorrência de usos fraudulentos dos dispositivos de incêndio dos sistemas no interior dos edifícios. Cabe ao prestador definir procedimentos para minorar a probabilidade destas ocorrências, quer ao nível dos equipamentos e soluções construtivas autorizadas, quer ao nível dos sistemas de detecção de fraudes (ALEGRE et al, 2005).

As perdas aparentes relativas a erros de medição contemplam (ALEGRE et al, 2005):

- erros de medição dos medidores em condições normais de medição;

- erros de medição por deficiente dimensionamento ou instalação;
- erros de leitura ou registro;
- erros de medição por avaria (natural ou por violação do equipamento);
- leituras insatisfatórias por dificuldades de acesso aos medidores (dentro das habitações).

O controle das três primeiras causas de perdas depende da ação do prestador, não havendo fatores relevantes contextuais a assinalar. Nos casos dos erros de medição por avaria, o prestador pode agir para identificar com rapidez as ocorrências e reduzir a sua frequência, embora o contexto externo possa dificultar a ação. A última causa de perdas (dificuldade de acesso aos medidores) é de difícil controle pelo prestador, que poderá combinar horários de leituras com o consumidor e sugerir ou requerer modificação nas instalações da caixa de hidrômetro existente. A telemedição domiciliar é uma solução tecnológica que ainda não apresenta preços competitivos que possibilite o atendimento da maioria dos casos. Porém, a tendência será a sua maior utilização.

As principais causas e efeitos das perdas são as seguintes:

- Perdas Reais
  - pressão – grande frequência e volumes de vazamentos, extravasamentos;
  - qualidade de material – grande incidência de vazamentos inerentes;
  - qualidade da instalação – alta taxa de incidência.
- Perdas Aparentes
  - condições sociais – ligações clandestinas;
  - qualidade da água – erros de medição;
  - limitações técnicas de equipamentos – problemas de sub-medição.

De forma simplificada, os problemas devido às perdas de água estão relacionados com os seguintes aspectos (ARIKAWA, 2005):

- i) Técnico – nem toda água produzida chega ao consumidor final e;
- ii) Financeiro – nem toda água entregue ao consumidor final é apropriadamente medida ou faturada.

Vale ressaltar a não consideração da inadimplência (não-pagamento das faturas/contas pelo consumidor) na discussão do problema de perdas. O volume devidamente faturado, mas que não foi pago pelo cliente, consiste em um outro tipo de problema para o prestador – financeiro, estando desvinculado do assunto de perdas e controle operacional de perdas.

A Figura 3.2 apresenta de forma esquemática, os conceitos dos componentes de consumo e de perdas.

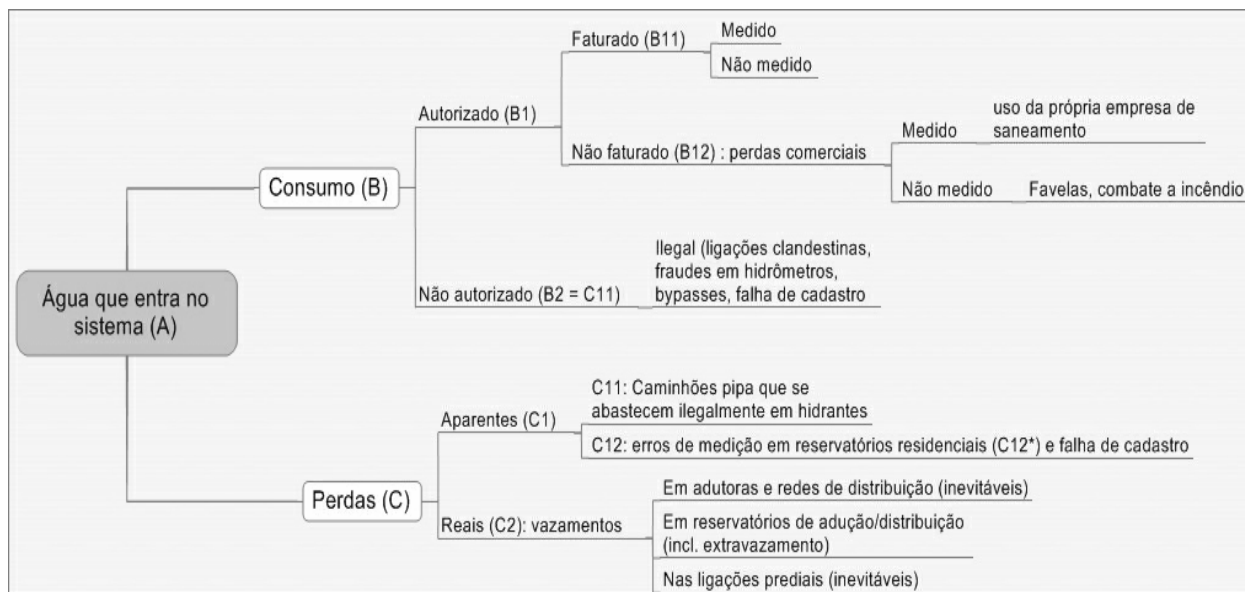


Figura 3.2 - Conceitos dos componentes de consumo e de perdas.

### 3.3 HISTÓRICO INTRENACIONAL DE AÇÕES E PESQUISA EM CONTROLE DE PERDAS

Os reparos de vazamentos, inicialmente, eram efetuados apenas por intermédio de solicitação do usuário – assim se chamava o **Controle Passivo**, que era determinante no controle de perdas reais. Os prestadores de serviços de saneamento não tinham como rotina as ações como a pesquisa de vazamentos e o controle de pressão.

Já o **Controle Ativo** iniciou-se com as medições de vazão, utilizando tubo pitot, em zonas delimitadas. Em 1940 começaram as pesquisas de vazamentos não-visíveis com geofone mecânico e, a partir de 1950, com o geofone eletrônico. Nos anos 70, surge o correlacionador de ruídos e o armazenador de dados. Nos anos 80 e 90, as perdas reais passaram a ser monitoradas por meio do controle de pressão e

modelagem ativa das perdas (ARIKAWA, 2005). No país, pode-se citar a atuação da SABESP no controle de perdas desde o final da década de 70, sendo que, a partir de 1997, iniciou o Programa de Redução de Pressões.

O primeiro estudo importante sobre perdas em sistemas de água foi iniciado no Reino Unido, em 1973. Este trabalho foi consolidado no documento *Report 26* em 1980, baseado na aplicação de questionários respondidos por diversas companhias complementada por exaustivo trabalho de campo (M. CIDADES, 2008).

Uma década depois, em razão do processo de privatização das companhias de saneamento na Inglaterra e País de Gales a partir de 1989, tornou-se obrigatória a informação a respeito das avaliações de perdas de água ao órgão regulador, o OFWAT (*Office of Water Services*). Além da apresentação de dados numéricos, os relatórios deveriam conter informações a respeito da aplicação de princípios de ordem técnica e econômica na redução das perdas. Segundo ALEGRE et al (2008) a OFWAT considera os valores dos indicadores constituindo a informação de base para a avaliação anual que a entidade reguladora elabora, e que tem por objetivo comparar a qualidade dos serviços prestados pelos diferentes prestadores e refletir o desempenho na atualização das tarifas cobradas - atualizações de 5 em 5 anos. Por outro lado, o sistema de avaliação presta também informações aos consumidores sobre o desempenho do prestador responsável pelo serviço de saneamento básico.

Isto acarretou na criação, em 1990, da NLCI (*National Leakage Control Initiative*), pelas associações de empresas de água, com o objetivo de atualizar e revisar o *Report 26*. Apesar dos avanços tecnológicos expressivos nos equipamentos, os métodos de análise de dados não haviam evoluído na mesma proporção.

Assim, foi contratado Allan Lambert, então assessor técnico da NLCI e com ampla bagagem na área de hidrologia, para comandar o processo. O trabalho se concentrou na análise dos componentes das perdas reais e nos parâmetros que as influenciam.

O trabalho foi concluído em 1994, resultando na série de relatórios 'Controle de Perdas 9 Informes': *Managing Leakage – Reports A to J*. O conceito formulado neste estudo, conhecido como BABE - *Burst and Background Estimates*, Estimativa de Vazamentos Inerentes e de Arrebetamentos, continua sendo uma referência internacional para o tema até os dias atuais.



Outra pesquisa importante e publicada em 1994, foi a de John May, que estabeleceu a relação entre pressão e vazamentos na rede de água por meio do conceito conhecido como FAVAD - *Fixed and Variable Area Discharges*, Vazões de Vazamento com Seção de Descarga Constante ou Variável. Este conceito veio explicar a aparente inconsistência observada em dados de diversos países - referente à qualidade – forma, tamanho do orifício, que por sua vez está relacionada ao tipo de material, contribuindo para o desenvolvimento do controle de perdas.

Em 2000, foi publicado o relatório *Manual of Best Practice Series - Performance Indicators for Water Supply Services* - Indicadores de Desempenho para Sistemas de Abastecimento de Água concluído a partir do trabalho da força-tarefa liderada pela *International Water Association (IWA)*, e que teve como objetivo definir um conjunto de indicadores para medição da eficiência e efetividade das companhias de saneamento, com respeito aos aspectos específicos das atividades das empresas e do comportamento dos sistemas de abastecimento, tornando-se uma ferramenta gerencial para os prestadores. A terminologia padrão da IWA foi baseada nas melhores práticas de vários países, inclusive dos EUA e do Reino Unido. Uma das principais contribuições para o controle de perdas foi o Balanço Hídrico, que procurou identificar os diversos componentes de perdas no sistema de água, tentando uniformizar a nomenclatura internacional. Assim, calculando os componentes do Balanço Hídrico com o padrão da IWA, é possível comparar com segurança o desempenho de sub-sistemas de grandes sistemas de abastecimento de água, de sistemas de um único país e de sistemas de países diferentes.

A seguir apresenta-se uma breve retrospectiva dos principais procedimentos de análise e de documentos referentes a perdas em âmbito internacional:

- 1800 – medições de vazão com utilização de tubo pitot e pesquisa de vazamentos com utilização de haste acústica produzida em madeira – WRC (*Water Research Centre*) (LAMBERT, 1998 apud ARIKAWA, 2005);
- 1940 – pesquisa de vazamentos com utilização de geofone mecânico - WRC;
- 1970 – Reino Unido – pesquisa de vazamentos com utilização de correlacionadores de ruídos computadorizados – WRC;
- 1980 – Reino Unido – *Leakage Control Policy and Practice*, Política e Práticas no Controle de Vazamentos.– *Report 26* - WRC;

- 1980 – Estados Unidos da América – *Manual M36*<sup>18</sup> – Auditoria de perdas – *American Water Works Association - AWWA*;
- 1985 – Reino Unido – *Leakage Control Policy and Practice – Technical Group on Waste Water (1985 [1980]), Standing Technical Committee Report 26*;
- 1985 – District Metering: Part 1 – System Design and Installation, UK;
- 1987 – District Metering: Part 2 – System Operation, UK;
- 1991 – Copenhagen – Revisão Internacional – IWA;
- 1992-1994 – Reino Unido – *UK National Leakage Control Initiative*, Conceito **BABE** - *Background and Burst Estimates*, Conceito da análise e estimativa dos componentes das perdas anuais reais e componentes da vazão noturna, Conceito da Estimativa de Vazamentos Inerentes e de Arrebentamentos;
- 1994/Abril – Reino Unido – *Accounting for Losses – the Bursts and Background Estimates Concepts*, *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*. Allan Lambert;
- 1994/Outubro – Reino Unido – *Pressure Dependent Leakage*, Vazamento Dependente da Pressão. John May. *World Water and Environmental Engineering*;
- 1994-1998 – Reino Unido – *Pressure: Leakage Relationships*, Relação: Pressão e Vazamento; Melhor Compreensão da Pressão: relações entre vazamentos e Dados de Pressão: Frequência de novos arrebentamentos; **FAVAD**;
- 1994 – Reino Unido – Controle de Perdas 9 Informes: *Managing Leakage – Reports A to J; Report A – Managing Leakage, Summary Report; Report B – Reporting Comparative Leakage Performance; Report C – Setting Economic Leakage Targets; Report D – Estimating Unmeasured Water Delivered; Report E – Interpreting Measured Night Flows; Report F – Using Night Flow Data; Report G – Managing Water Pressure; Report H – Dealing with Customer Leakage; Report J – Leakage Management Techniques, Technology and Training*. WRC/WSAWCA – Engineering and Operations Committee – WRC;
- 1996-2000 – IWA *Task Forces on Water Losses & PIs*, Força Tarefa Introdução de Terminologia Padrão e Melhores Práticas para o Balanço Hídrico, e de Indicadores de Desempenho. Perdas Reais Anuais Inevitáveis – PRAI; *Unavoidable (Technical Minimum) Annual Real Losses* – UARL;
- 1999 – *A Manual of DMA (District Meter Area) Practice*, UK WIR (*Water Industry Research*);
- 1999/Dezembro – AQUA artigo sobre perdas reais inevitáveis (PRI);

---

<sup>18</sup> A 2ª edição foi lançada em 1999 e a 3ª em 2009.

- 2000/Julho – *Manual of Best Practice Series - Performance Indicators for Water Supply Services -IWA*, incluso a metodologia do Balanço Hídrico;
- 2000/Outubro – *Blue Pages, Blue Pages Leaflet: Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Performance Measures*;
- 2000/2001 – Análise dos Limites de Confiabilidade nos Cálculos;
- 2001 – Suíça – *Leakage Management and Control – A Best Practice Training Manual*, Controle e Gerenciamento dos Vazamentos – Manual de Formação de Boas Práticas, Malcolm Farley, WHO - *World Health Organisation*, Genebra;
- 2001 – Alemanha – *Berlin International Report* – IWA, Neste relatório é apresentada a influência dos reservatórios domiciliares superiores (abastecimento indireto) nas perdas aparentes, maiores, do que os de abastecimento direto; a maior ocorrência de sub-medição decorrente de baixas vazões no abastecimento de reservatórios superiores; comparações entre países com sistemas de abastecimento direto e indireto não são adequadas (LAMBERT, 2002);
- 2002 – Princípios para o cálculo do Nível Econômico de Perdas: atualização da abordagem apresentada no *Report A – Key principles in the economic level of leakage calculation* referente aos Informes da *Managing Leakage* – WRC, introdução do nível de confiabilidade de 95% no Balanço Hídrico e outros cálculos;
- 2003 – Reino Unido – *Losses in Water Distribution Networks* - Manual, Malcolm Farley e Stuart Trow;
- 2003-2004 – série de artigos dos membros da IWA *Water Losses Task Force* (WLTF) – Revista *Water 21*;
- 2004 – Austrália – *Managing and Reducing Losses from Water Distribution Systems*, Controle e Redução de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água, 9 volumes - Wide Bay Water Corporation;
- 2005 – Portugal – Controle de Perdas de água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição, Helena Alegre, S.T.Coelho, M.C. Almeida e P. Vieira, LNEC-IRAR;
- 2007 – EUA – *Leakage Management Technologies*, Tecnologias no Gerenciamento de Vazamentos, AWWARF;
- 2008 – EUA – *Water Loss Control*<sup>19</sup>- Manual, 2º Edição, Julian Thornton, Reinhard Sturm, George Kunkel.
- 2009 – EUA – *Manual M36 – Water Audits and Loss Control Programs* – AWWA.

---

<sup>19</sup> A 1ª edição foi em 2002.

Atualmente, a IWA, através da WLTF (*Water Loss Task Force*) tem programado conferências internacionais bianuais. A primeira '*A Practical Approach*' foi realizada na Ilha de Chipre, em 2002. Posteriormente em 2005, foi realizada a '*Leakage 2005*', no Canadá (Halifax). Devido ao grande sucesso desta conferência, ficou decidida a sua continuidade e bi-anuidade. Em 2007 foi realizada na Romênia (Bucareste) a *Waterloss2007* e em 2009, a quarta conferência da série - *Waterloss2009*, ocorreu na África do Sul (Cape Town). O grupo força tarefa da IWA WLTC foi reconstituído em 2002, com a conferência realizada na Ilha do Chipre. Contou com a participação de mais de 70 membros, provenientes de 20 países dos 5 continentes. Equipes de especialistas: gerenciamento de pressão; balanço hídrico-perdas reais-avaliação econômica; perdas aparentes; indicadores de desempenho; zonas de medição e controle; detecção de vazamentos; comunicações/publicações/conferências. Os resultados do grupo foram divulgados na série de artigos '*Practical Approach*' - *Water 21* em 2003 e 2004.

O assunto perdas tem sido objeto de estudos e aplicações em vários países. Diversos outros eventos e seminários anuais têm se realizado no sentido de discutir e divulgar o assunto.

A Figura 3.3 apresenta de forma sucinta os principais temas técnicos desenvolvidos, testados e implementados ano a ano.

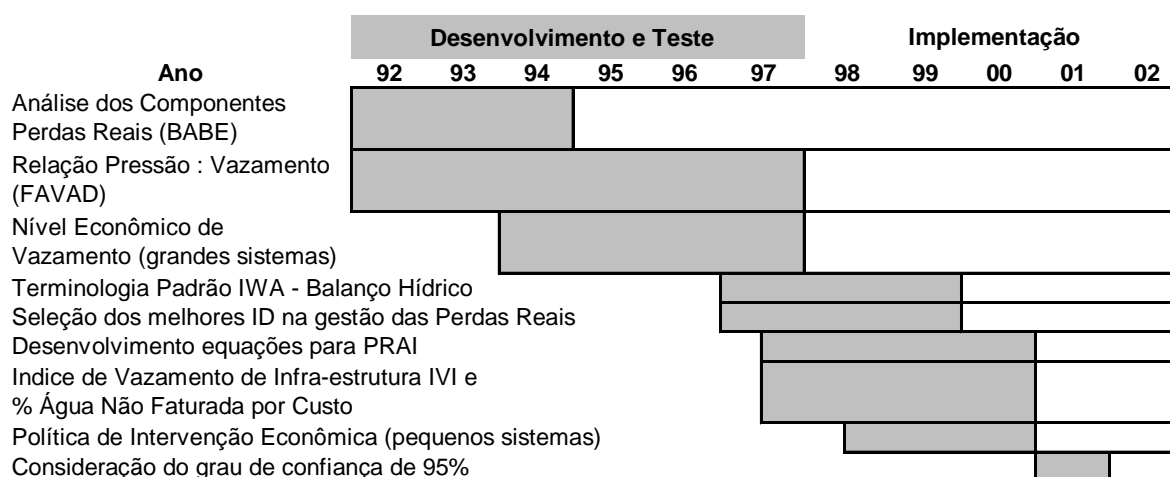


Figura 3.3 – Principais Temas Técnicos no Gerenciamento dos Vazamentos (LAMBERT, 2004)

### 3.4 DIMENSÕES DO PROBLEMA<sup>20</sup>

A seguir apresentam-se as diversas dimensões do problema de perdas: econômico-financeira, técnica, ambiental, de saúde pública e social.

#### 3.4.1 Dimensão econômica- financeira

As perdas de água correspondem à água que não é faturada e nem utilizada para outros usos autorizados, mas que é captada, tratada, transportada em **infra-estruturas de elevado valor patrimonial** e com **custos de operação e manutenção significativos**. A dimensão econômico-financeira das perdas de água é assim de grande relevância e constitui em geral a principal motivação que leva os prestadores a introduzir e executar iniciativas no domínio do controle ativo de perdas.

Verifica-se, contudo, que freqüentemente os prestadores não dispõem de dados confiáveis sobre o volume anual de água produzido no sistema e, por vezes, também desconhecem com exatidão o volume de água fornecido aos consumidores. Nestas situações, verifica-se uma tendência sistemática para subestimar os indicadores de perdas e, conseqüentemente, desvalorizar a sua real dimensão econômica.

Em Portugal, predominava a situação da utilização de captações próprias, sem o pagamento pelo volume de água captada – os prestadores não estavam sensibilizados para a necessidade de controlar as perdas de água, exatamente porque a dimensão econômica não era tão aparente e expressiva. Atualmente, a situação está se alterando. Os custos de tratamento da água e de adução e distribuição em boas condições são elevados, e a racionalização dos gastos passa inevitavelmente pelo controle de perdas. Verifica-se que a importância econômico-financeira das perdas ficou mais relevante a partir do momento em que muitos prestadores passaram a adquirir água de entidades produtoras de água (ALEGRE et al, 2005).

---

<sup>20</sup> Importante referência ao assunto: ALEGRE et al, 2005

### 3.4.2 Dimensão Técnica

Dentro de um panorama de supervalorizar a ‘construção’ em detrimento da ‘operação e manutenção’ nos vários setores de infra-estrutura urbana, vê-se a curto prazo, um certo grau de deterioração dos materiais, e a não reparação no devido tempo e na medida certa, levando a um comprometimento cada vez maior das funcionalidades da obra, equipamento ou instrumento. Nos sistemas de abastecimento de água não é diferente. O sistema implantado funciona somente pelo simples fato de assim existir. A operação e a manutenção dos sistemas teriam um caráter meramente passivo e corretivo, longe das técnicas próprias, agilidade, eficiência e eficácia requeridas para esse tipo de ação. (TARDELLI, 2006).

Não existem, na prática, redes totalmente estanques. É inevitável existirem vazamentos ou extravasamentos. Porém, **uma rede bem construída e mantida, apresenta poucas perdas. Na ocorrência de volumes de perdas reais elevados, mesmo que o valor econômico da água perdida seja insuficiente para justificar uma intervenção, o prestador deve estar atento, já que estas perdas significam que a rede não está em boas condições.**

A avaliação das perdas reais constitui uma forma privilegiada de identificar as situações mais graves a carecer de intervenção. No nível técnico, é possível intervir segundo duas vertentes principais (ALEGRE et al, 2005):

- i) em termos físicos - através de reparações pontuais ou de reabilitação dos sistemas ou de partes deste;
- ii) em termos operacionais - minimizando a probabilidade de ocorrência de contaminações exteriores e gerindo as pressões para que estas não sejam mais elevadas do que o necessário à prestação de um bom serviço aos consumidores, assim como não permitindo a ocorrência de baixas pressões que facilitariam o processo da contaminação.

### 3.4.3 Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental das perdas, geralmente com maior relevância em regiões onde existe escassez de água com qualidade adequada à produção de água para consumo humano, torna-se fator de pressão pelo controle de perdas.

Na área de recursos hídricos, a partir da promulgação da Lei 9433/1997, algumas questões foram estabelecidas na área de gestão e proteção das águas no país ao adotar a bacia hidrográfica como principal unidade territorial de gestão das águas. A idéia básica é que não há fronteiras político-administrativas no uso da água e, portanto, a captação ocorrida em um município pode afetar outros que utilizam o mesmo corpo d'água. Com a lei, foi possível integrar qualidade e quantidade. Antes, a qualidade era gerida pelos setores ambientais e a quantidade, por grupos de usuários, como os setores elétrico ou de saneamento. Atualmente, a gestão está integrada e sob regulação da ANA (Agência Nacional de Água). A partir da Lei, o Estado brasileiro afirmou a água como bem de domínio público e, ao mesmo tempo, reconheceu que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Em seus objetivos, assegura à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Com o caráter descentralizador e de usos múltiplos na gestão das águas, instituiu a outorga dos direitos de uso e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Assim, tais instrumentos restringem a implantação de novas captações sem uma avaliação prévia pelo setor de recursos hídricos.

Por outro lado, no setor saneamento aguarda-se que, através da aplicação da Lei 11.445/2007, venha a ser implementado o **exercício da função de regulação**. A mesma **possibilitará instrumentos de verificação e avaliação dos indicadores de desempenho** e, conseqüentemente, de **indicadores de perdas dos prestadores de serviço de água**.

No momento, dispõe-se, em âmbito federal, da aplicação dos termos do Acordo de Melhorias de Desempenho - instrumento obrigatório de acompanhamento do desempenho dos prestadores de serviços que utilizam recursos federais – ver seção 2.8. Aos prestadores que apresentarem Indicador de Perdas acima de 50% e que visem o aumento da capacidade de produção de água, **não obterão financiamento por parte do governo federal**.

O controle de perdas, especificamente perdas reais, permite postergar a necessidade de ampliações dos sistemas. Quanto menor o volume que se perde no sistema, menor é a necessidade de explorar ou ampliar as captações de água, acarretando menor impacto ambiental. Pode-se argumentar que as perdas reais

recarregam o lençol freático, o que é fato, mas isso não parece uma forma adequada de gestão de recursos hídricos (TARDELLI, 2006).

Outro aspecto que reforça a grande relevância do controle de perdas, é o fato de que para atender à crescente demanda de água tratada, é necessária a execução de obras com elevado custo e com forte impacto ambiental, representadas por barragens, represas, importação de águas de outras bacias, ampliação da captação, do tratamento e do transporte de volumes maiores de água do que requerido para consumo, e conseqüentemente, maiores gastos com o consumo de energia elétrica.

#### **3.4.4 Dimensão de Saúde Pública**

As perdas reais devidas a vazamentos ocorrem por falta de estanqueidade dos sistemas. Assim, os pontos onde existem vazamentos são potenciais fontes de contaminação da água fornecida aos consumidores. Se a probabilidade de contaminação é menor quando todo o sistema está pressurizado, com pressões internas superiores às externas, o mesmo não ocorre quando há necessidade de interromper o fornecimento por qualquer razão. Sistemas que apresentam regime operacional irregular no abastecimento, podem vir a acarretar problemas de saúde pública. Nestas circunstâncias, e em baixa pressão interna, a probabilidade de ocorrência de contaminações aumenta substancialmente. Note-se ainda que a pressão interna diminui mais rapidamente ao longo das tubulações dos sistemas menos estanques. Assim, **mesmo que o valor econômico da água perdida não compense o investimento necessário para as reduzir, a dimensão de saúde pública não pode deixar de ser considerada.** A adição de desinfetante residual minora os riscos, mas esta não é uma solução ideal, sendo melhor atuar na prevenção do que na correção após a ocorrência (ALEGRE et al, 2005).

#### **3.4.5 Dimensão Social**

**As perdas de água são os fatores de ineficiência dos prestadores para os quais a sociedade é mais sensível e está mais atenta, sobretudo quando ocorre aumento nas tarifas.** Controlar as perdas de água é também contribuir para uma boa gestão da imagem externa dos prestadores. Os custos adicionais de produção e de distribuição da água recaem sobre o consumidor final, gerando insatisfação deste e



degradando a imagem da empresa, podendo interferir n valor de mercado da mesma (ALEGRE et al, 2005).

Outro aspecto relacionado com a dimensão social das perdas de água é o papel que o cidadão comum pode ter como agente ativo do processo. Se devidamente informado e motivado a participar, pode prestar um auxílio de grande valia na localização de vazamentos visíveis e no melhor monitoramento dos consumos domésticos. Pra isto é importante que as empresas de saneamento criem um canal de comunicação ágil.

### **3.5 COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO**

As perdas de água podem ser determinadas através da elaboração do Balanço Hídrico, cujos componentes estão apresentados esquematicamente na seção 3.2, é baseado nas medições ou estimativas realizadas dos volumes de água produzida, importada, exportada, consumida, faturada ou perdida. Para os prestadores, identificar os volumes de produção, importação, exportação e de consumo/faturado são mais fáceis de serem identificáveis do que os demais componentes. O Balanço Hídrico, por outro lado, fornece um roteiro de quanto é a perda por vazamentos e o quanto é por perdas aparentes – sub-medição, e consumo não autorizado. Baseando-se nas ‘boas práticas’ de muitos países, a IWA *Task Forces on Water Losses and Performance Indicators* (2000) - Grupo Tarefa IWA em Perdas de Água e Indicadores de Desempenho produziu um padrão internacional de cálculo do Balanço Hídrico.

Os componentes do Balanço Hídrico devem ser calculados ou estimados como volumes antes que qualquer tentativa seja feita para o cálculo dos indicadores de desempenho. A separação de água não-faturada em componentes – consumo autorizado não-faturado, perdas aparentes e perdas reais, deve ser realizada. A Figura 3.4 apresenta os componentes do Balanço Hídrico tendo as respectivas descrições em texto adiante.

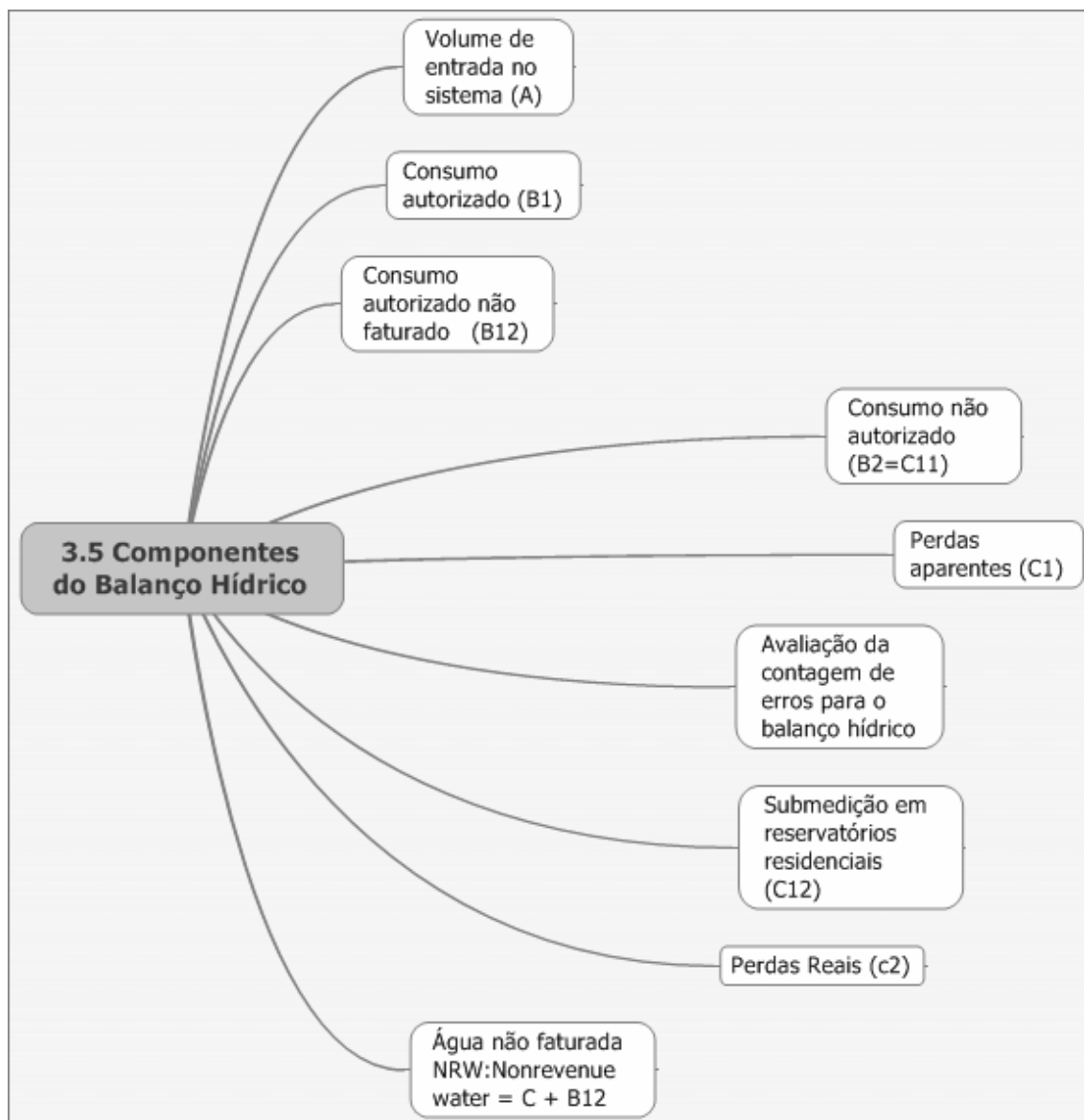


Figura 3.4 – Componentes do Balanço Hídrico

A ampla utilização internacional do modelo IWA de Balanço Hídrico vem sendo encorajada, como a primeira etapa para o cálculo dos indicadores de desempenho. FARLEY (2003), relata que o modelo de Balanço Hídrico do IWA ganhou rápida aceitação e tem sido adotado ou desenvolvido por:

- organizações nacionais da Austrália, Alemanha, Malta, Nova Zelândia, África do Sul e os Estados Unidos da América;
- prestadores ou consultores dos países acima além do Brasil, Canadá, Malásia, Países Nórdicos e do Reino Unido.

LAMBERT (2002) relata que os procedimentos de cálculo por Balanço Hídrico da IWA foram adotados pelos seguintes prestadores: *DVGW German Standards* (empresa alemã), *New Zealand Water and Wastes Association*<sup>21</sup> (empresa neozelandesa), *South African Water Research Commission* (empresa da África do Sul), *WSAA Water Services Association of Australia* (empresa australiana), *Malta Water Services Corporation*, e vários outros prestadores individuais. Outras organizações também recomendam a sua aplicação, como a *American Water Works Association – AWWA*, através da *Leak Detection and Water Accountability Committee* nos EUA, a *Fondazione AMGA* na Itália, *Nordic Performance Measures Group* nos Países Nórdicos, e no Canadá o *National Research Council*<sup>22</sup> (FANTOZZI, 2009) além de demais consultores internacionais.

O ‘6-cities Group’ consiste no grupo das cidades de Copenhagen (Dinamarca), Gothenburg (Suécia), Helsinki (Finlândia), Malmo (Suécia), Oslo (Noruega) e Stockholm (Suécia) – cidades com 250.000 – 800.000 habitantes. No ‘6-cities Group’ os serviços de saneamento básico estão todos sob o controle público. Em 1995 o ‘6-Cities Group’ iniciou o desenvolvimento de um sistema de avaliação de desempenho – *benchmarking*, com a intenção de promover as comparações dos serviços de saneamento básico no grupo. O desenvolvimento foi conduzido pelo *Performance Indicators Group* com representação de cada uma das seis cidades (STAHRE e ADAMSSON, 2002). O sistema do ‘6-cities Group’ permite aos prestadores utilizar os resultados dos indicadores para realizar o *benchmarking* métrico – os resultados da avaliação de desempenho deste sistema também permitem avaliar os resultados de eventuais medidas tomadas para melhorar o desempenho nas vertentes de qualidade, eficiência e economia (ALEGRE et al, 2008).

Alguns modelos de Balanço Hídrico são internacionalmente utilizados, como o BENCHLEAK (2000), BENCHLOSS (2000), BENCHLOSS NZ (2002), AQUALIBRE (2004), FASTCALC (2003), AQUAFast (2004), entre outros.

Todos os componentes do Balanço Hídrico, bem como os indicadores de desempenho derivados do mesmo, estão sujeitos a erros nos dados de entrada. Neste sentido, recentes aplicações da metodologia e com a utilização crescente de softwares, apontam que dados de entrada com confiabilidade de 95%,

---

<sup>21</sup> Sendo que a Nova Zelândia, África do Sul e Austrália utilizam o ‘*Benchloss*’ software.

<sup>22</sup> E através da publicação “*Water Use and Loss in Water Distribution Systems* (NRC-CNRC, 2003)”, FANTOZZI, 2009.

automaticamente geram os componentes de água não-faturada e indicadores de desempenho com confiabilidade de 95%.

O software WB-Easy Calc foi desenvolvido por Roland Liemberger, provavelmente no ano de 2005, e parceiros, com o suporte do Instituto Banco Mundial (*World Bank Institute* - WBI). Uma vantagem que o software apresenta é que não considera apenas os dados físicos de entrada, mas também a precisão destes dados. Por exemplo, quando na entrada do dado referente ao volume produzido do sistema, o usuário deve estimar a precisão ou confiabilidade do dado, baseada no tipo e idade do macromedidor e na manutenção aplicada ao medidor. Usando tais estimativas, o WB-Easy Calc calcula o volume de água não-faturada e seus componentes, além da exatidão dos volumes. Outra vantagem é que, além da língua inglesa, permite a utilização em outras dez línguas. O WB-Easy Calc foi adaptado como CalcPr para ser aplicado no Projeto COM + ÁGUA do PMSS/Ministério das Cidades.

A AWWA disponibiliza o *Free Water Audit Software* (2009). Uma desvantagem é a utilização do sistema americano de medidas.

Para uma melhor compreensão, na Figura 3.5 se apresenta de forma esquemática os componentes do Balanço Hídrico.

<b>Água entra da no siste ma m<sup>3</sup>/a no</b>	<b>Consumo autorizado m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo autorizado faturado m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo faturado medido m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Água faturada m<sup>3</sup>/ano</b>	
			<b>Consumo faturado não medido m<sup>3</sup>/ano</b>		
	<b>Perdas de água m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Perdas aparentes m<sup>3</sup>/ano</b>	Consumo autorizado não faturado m <sup>3</sup> /ano	Consumo não faturado medido (usos próprios, caminhão pipa, etc) m <sup>3</sup> /ano	<b>Água não faturada m<sup>3</sup>/ano</b>
				Consumo não faturado não medido (combate a incêndios, favelas, etc) m <sup>3</sup> /ano	
			<b>Perdas reais m<sup>3</sup>/ano</b>	Consumo não autorizado (ligações clandestinas, fraudes, falhas de cadastro, gestão comercial)	
				Perdas de água por erros de medição m <sup>3</sup> /ano	
Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição m <sup>3</sup> /ano					
			Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição		
			Vazamentos nas ligações (a montante do ponto de medição) m <sup>3</sup> /ano		

Figura 3.5 – Componentes do Balanço Hídrico IWA (IWA *The Blue Pages* “Losses from Water Supply Systems”, HIRNER e LAMBERT, 2000)

Nos itens subseqüentes são definidos os volumes de entrada no sistema, de consumo autorizado, águas não-faturadas e seus componentes – consumo autorizado não-faturado, perdas aparentes e perdas reais.

### **Volume de Entrada no Sistema (A)**

O volume de entrada no sistema consiste no volume de água produzido mais o volume de água importada. Inclui também, caso necessário, o volume de água exportada.

### **Volume de Consumo Autorizado (B1)**

O volume referente ao consumo autorizado, seu uso deve ser realmente autorizado pelo prestador. Compreende o consumo medido e não medido alimentado através das ligações prediais. Inclui o volume de água exportada – geralmente medida, usos pelo corpo de bombeiros, limpezas de rua, usos de hidrantes, etc.

### **Consumo Autorizado Não-Faturado (B12)**

Consumo autorizado não-faturado, pela terminologia da IWA, são os volumes referentes aos usos das atividades dos bombeiros – atendimento e treinamento, descargas de redes de água e esgoto, limpeza de tanques de armazenamento, águas obtidas em hidrantes, limpeza de ruas, rega de jardins públicos, utilização em fontes públicas, em construções, etc. Tais volumes podem ser medidos ou não-medidos, conforme a prática local.

O consumo autorizado não-faturado referente a atividades operacionais normalmente é apenas uma pequena parcela no Balanço Hídrico – menos de 1% do volume produzido (FARLEY, 2003). Sempre que possível tais volumes devem ser medidos. Métodos simples de documentação e de estimativa sempre apresentam que os volumes do consumo autorizado não-faturado podem não ser necessariamente altos e passíveis de gerenciamento, de forma a se obter valores menores anuais sem influenciar a eficiência operacional ou o padrão do serviço ao consumidor.

No Brasil e em atendimento à população carente, normalmente alocada nos setores censitários subnormais ou favelas, consideram-se tais volumes como consumo autorizado não-faturado. Conforme a **premissa da criação dos fundos de universalização – Minuta da Regulamentação da Lei 11.445/2007**, tem-se a **expectativa de valores serem atribuídos a tais subsídios**. Esta questão é abordada na seção 2.8. De qualquer forma, é de **caráter urgente e operacional**, o **monitoramento das vazões de abastecimento das áreas de favelas visando aplicar o Balanço Hídrico de forma adequada**.

A definição de setor subnormal apresentada pelo IBGE - setor especial de aglomerado subnormal é o conjunto constituído por um mínimo de 51 domicílios, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular), dispostos, em geral, de forma desordenada e densa, e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais (IBGE, 2000).

### **Consumo Não-Autorizado (B2)**

O consumo não-autorizado ocorre em maior ou menor grau, na maioria dos sistemas mundiais, porém em um sistema razoavelmente bem gerenciado este valor não deve exceder a 1% do volume produzido (FARLEY, 2003). A experiência na Inglaterra e País de Gales, por exemplo, apresenta estimativa de 0,36% do volume produzido.

Este componente das perdas aparentes, está geralmente associado à má utilização de hidrantes – uso indiscriminado de carros pipa, etc e de ligações ilegais. No caso dos hidrantes, a gestão de vazão e de pressão, através de modelagem, pode vir a identificar tal utilização abusiva. A verificação da existência de ligações ilegais, pode partir da identificação de consumidores com baixo consumo. Nos EUA, o M36 *Water Audits* da AWWA, recomenda que o consumo não autorizado seja melhor tratado estabelecendo práticas de “boas relações comerciais”.

Saindo do contexto de perdas e considerando o caso da inadimplência, Alexandre Bianchini, Águas de Niterói e Paulo Massato Yoshimoto, da SABESP, em evento “encontro das águas – combate às perdas/2009”, aconselham não cortar o fornecimento no consumidor inadimplente e sim “promover boas relações comerciais”, tentando se aproximar do consumidor e melhor identificar suas necessidades. Massato

salienta inclusive, que a ligação se tornaria inativa e com isso aumentaria o Índice de Perdas.

### **Perdas Aparentes (C1)**

Perdas aparentes consistem no consumo não autorizado – ligações clandestinas e uso ilegal, e erros de medição. O cálculo desses volumes é preferencialmente baseado em testes estruturados de amostragem ou estimados por procedimentos locais (que deverá ser definido, para efeitos de auditoria).

Atualmente, no Brasil, a homologação de modelos, testes e verificações, inclusive as verificações periódicas ou eventuais e os limites para manutenção e/ou troca dos medidores de água são legalmente regulamentados pela Portaria nº 246/2000 e respectivo Regulamento Técnico Metrológico do INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, do MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Este regulamento estabelece as condições que os medidores de água fria de vazão nominal de 0,6 m<sup>3</sup>/h a 15,0 m<sup>3</sup>/h, devem satisfazer. Esta portaria, por sua vez, baseia-se na recomendação R – 49 da OIML - Organização Internacional de Metrologia Legal, que é mais abrangente que a Portaria nº 246 do INMETRO.

A R – 49 atualmente encontra-se na fase final de uma grande revisão e ampliação do seu escopo de medidores de água, inclusive considerando a eletrônica e componentes eletrônicos que já foram e que continuam sendo incorporados aos medidores de água. A primeira edição NSC R 49-1 é de maio de 2001. Portanto, isto indica a necessidade de que a Portaria nº 246 do INMETRO e o seu respectivo Regulamento Técnico Metrológico passem por uma grande revisão e ampliação de seu escopo (NIELSEN et al, 2003).

As características técnicas, metrológicas e os métodos de ensaios e terminologia dos medidores velocimétricos de água potável fria, assim como a padronização das dimensões, roscas e conexões, e critérios para testes de recebimento e amostragem são estabelecidas pelas normas da ABNT: NBR NM



212/1999<sup>23</sup> e NBR 14005/1997<sup>24</sup>. Estas normas são correlatas com as normas ISO 4064, porém estas são mais abrangentes. Outras normas aplicáveis: NBR 8009/1997; NBR 8194/1997; ISO/NBR 6817/99; AWWA/ANSI C708-91(DTA D3, PNCD, 2004). A ISO 4064, partes 1, 2 e 3, atualmente encontra-se na fase final de uma grande revisão e ampliação do seu escopo de medidores de água, inclusive considerando a eletrônica e componentes eletrônicos que já foram e que continuam sendo incorporados aos medidores de água. Portanto, da mesma forma, com o propósito de atualização compatível com a evolução tecnológica, isto indica a necessidade de que as Normas ABNT NBR NM 212 e ABNT NBR 14005 sejam revistas e ampliadas; ou que fiquem restritas aos medidores de água “mecânicos com transmissão mecânica ou magnética”.

Estudos (CAESB, 2009) em companhias brasileiras apontam para perdas aparentes por sub-medição variando de 13 a 27% do volume consumido, que são sem dúvida valores não desprezíveis, demonstrativo da necessidade de melhoria tecnológica dos hidrômetros. Estudos apontam o valor de 16% na sub-medição da RMSP (SABESP, 2009).

Dentre os fatores que influenciam o erro de medição do hidrômetro estão:

- se o sistema de abastecimento é direto ou indireto: as perdas aparentes em sistemas de abastecimento indireto geralmente apresentam valores maiores;
- tipo, classe e posição (inclinado) de instalação do hidrômetro;
- pressão de operação, que pode afetar a válvula de operação;
- uso com tempo superior à vida útil do equipamento.

Julian Thornton (SANEAS, 2007) cita com grande exemplo da metodologia da IWA em perdas aparentes, é a cidade da Filadélfia, nos Estados Unidos. Realizaram a troca de todos os hidrômetros e fizeram uma grande campanha contra as fraudes. Como resultado, conseguiram reduzir bastante o volume das perdas aparentes. E Malta e Chipre são países que estão muito adiantados em relação às perdas aparentes.

---

<sup>23</sup> NBR NM 212/99 – para os medidores de água velocimétricos de vazão nominal até 15 m<sup>3</sup>/h, classes metrológicas A, B e C.

## **Avaliação da Contagem de Erros**

Deve-se corrigir eventuais erros na estimativa do volume de entrada no início do cálculo do Balanço Hídrico. Isto não só reforça a necessidade do controle regular sobre a precisão do sistema de medição de entrada (macromedição), como também visa garantir que apenas os erros de medição nas perdas aparentes sejam os erros de medição nos consumidores, tornando os volumes calculados mais fáceis de interpretação.

Erros de medição nos consumidores ocorrem por:

- erros casuais devidos a procedimentos de contabilidade – diferenças entre datas das leituras de medição, erros de leitura nos medidores, estimativas incorretas dos medidores parados, cálculos incorretos, erros de programação (software), etc.;
- erros sistemáticos devido a sub-registros ou registros excessivos de hidrômetros.

Registros sistemáticos incorretos superiores e inferiores de hidrômetros, dependem de vários fatores – por exemplo: o tipo da classe de medidor, o método de instalação, da qualidade da água, da regularidade do abastecimento, da média do tempo de uso dos medidores e da presença (ou ausência) de cisternas nas residências dos consumidores.

## **Gestão dos erros de medição dos hidrômetros**

Muitas bases de sistemas (software) de faturamento não são, infelizmente, desenvolvidos para uma recuperação eficiente baseada nos dados técnicos para os cálculos e estudos das perdas. Uma melhor ligação entre o faturamento e as áreas operacionais do prestador pode minimizar tais problemas. Caso existam dispositivos otimizadores no sistema de faturamento, o uso do sistema de posicionamento global (GPS - Global Positioning System) referenciando o hidrômetro de cada consumidor pode, em algumas situações, oferecer uma forma de atribuir cada hidrômetro por setor. A tecnologia do sistema de informação geográfica (SIG ou GIS - Geographical

---

<sup>24</sup> NBR 14005/97 – para os medidores de água velocimétricos de vazão nominal de 15 a 1500 m<sup>3</sup>/h.

Information System) também possibilita relacionar cada hidrômetro do consumidor com o sistema.

A seleção dos tipos de hidrômetros e classes (A a D) pode ser limitada pelas considerações da qualidade de água, assim como considerações técnicas e econômicas. A política econômica de substituição de hidrômetros residenciais baseada em programas de testes seletivos, geralmente indica uma troca dos hidrômetros em períodos de uso de cinco a dez anos. Hidrômetros comerciais mal selecionados podem resultar em sub-medições significativas no consumo e verificações devem ser realizadas para identificar se existem medidores mais apropriados para situações particulares (pelo monitoramento pontual da frequência e variação das taxas de consumo).

A Figura 3.6 demonstra as curvas de hidrômetros em duas situações: a de um hidrômetro novo e com correta seleção, e a de um hidrômetro usado ou inclinado. Este último apresenta a curva em faixas maiores de erro.

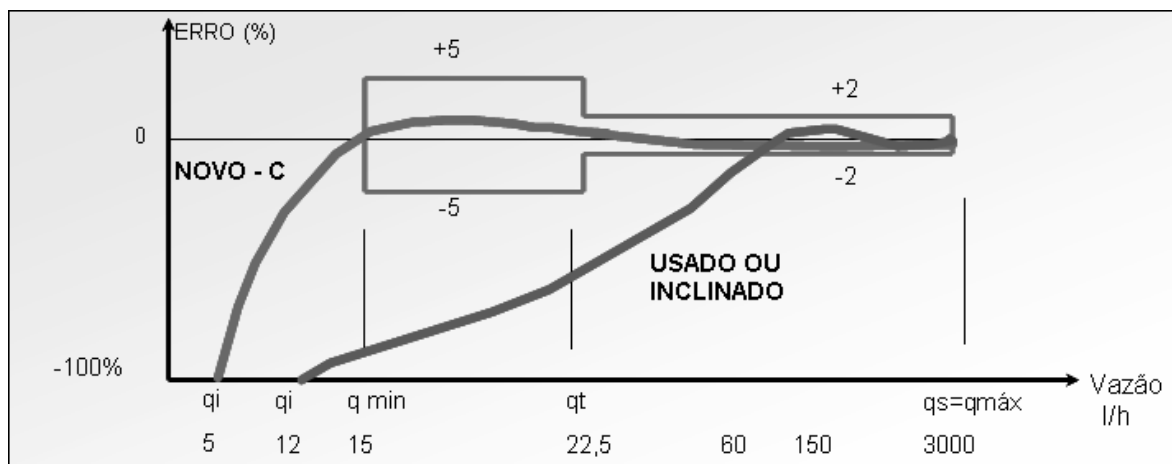


Figura 3. 6 – Curvas de hidrômetros – novo e usado ou inclinado (SABESPb, 2009)

Quando amostras de hidrômetros são testadas para precisão, é normal atribuir o erro como porcentagem do consumo medido registrado. Onde os consumidores são servidos por caixa d'água, a probabilidade do hidrômetro estar em sub-medição cresce bastante, por causa da tendência de a maior parte do consumo passar pelo hidrômetro em faixas menores que a vazão mínima,  $Q_{\min}$ , especificada para o medidor.

## Sub-medição – reservatórios residenciais

Em 2001, o IWA *Berlin International Reports* apontou que, sistemas com reservatórios residenciais – caixas d'água ou cisternas, apresentam valores maiores de perdas aparentes que os sistemas por alimentação direta. Isto ocorre devido a valores baixos de vazão por longos períodos na alimentação do reservatório domiciliar, e conseqüentemente, não devidamente registrados pelos hidrômetros – vazões menores que a mínima especificada para o medidor. MIRANDA (2002) identifica que tal situação ocorre em determinados períodos do dia (às vezes longos), quando as válvulas controladoras de nível – bóias, estão próximas do fechamento. A Figura 3.7 ilustra a alimentação indireta – sistema unifamiliar com reservatório superior ou cisterna enterrada na entrada, principalmente no atendimento a edifícios. Em ambos os casos, ocorre a sub-medição decorrente do funcionamento na chave de bóia, controlando e restringindo o fluxo.

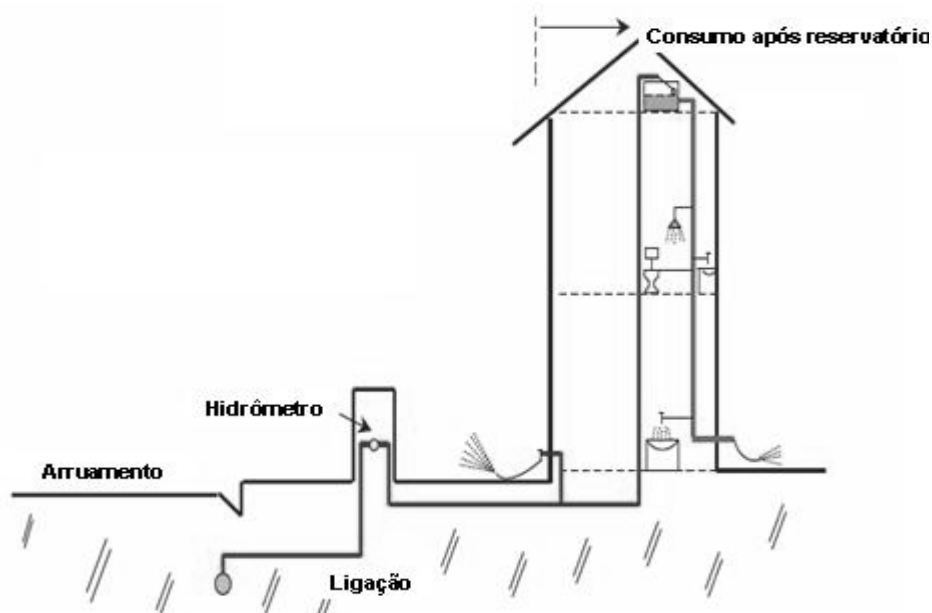


Figura 3.7 – Alimentação indireta – abastecimento usual no Brasil (THORNTON, 2006)

Sendo o abastecimento no Brasil praticamente na sua quase totalidade indireto, ou seja, com a utilização de reservatórios residenciais, esta é a situação que ocorre no país – perda aparente acentuada por sub-medição. A Figura 3.8 apresenta a relação entre sistemas com reservatórios domiciliares e de alimentação direta. Observa-se, que os quatro sistemas onde ocorrem as maiores perdas são aqueles em possuem reservatórios domiciliares – alimentação indireta.

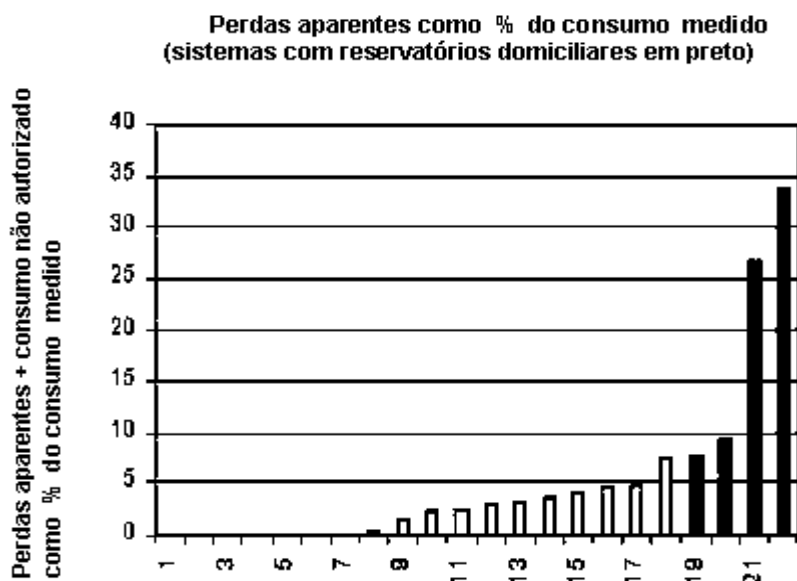


Figura 3.8 – Perdas aparentes - relação entre sistemas com reservatórios domiciliares e os de alimentação direta (LAMBERT, 2002)

LAMBERT (2002) enfatiza que simples comparações entre volumes de água não-faturada de países com reservatórios domiciliares e sistemas diretamente pressurizados (alimentação direta) não são apropriadas.

A utilização dos reservatórios domiciliares é proveniente de uma questão cultural ou por força das normas de projetos das instalações hidráulico-prediais. Vale citar que a ocorrência do abastecimento intermitente por parte dos prestadores brasileiros acabou criando uma situação de irregularidade no abastecimento para o consumidor – que, por sua vez e para a sua segurança, criou uma situação – o reservatório domiciliar com capacidade compatível a suprir o grau de intermitência do abastecimento.

Apesar de a intermitência do abastecimento, na maior parte das vezes, por ineficiência do prestador, o **conceito do abastecimento indireto permite maior flexibilidade ao prestador, quanto ao atendimento de ocupação de novas áreas devido ao crescimento rápido e por vezes sem controle das cidades.** Tal assunto não faz parte do escopo da tese. Todavia, quando na definição das Zonas de Medição e Controle - ZMC's (que serão vistas mais adiante) o parâmetro pressão exigirá um

monitoramento mais apurado por parte do prestador – mesmo na condição de abastecimento indireto.

Estudos realizados na Região Metropolitana de São Paulo (SABESPc, 2009) demonstram alguns resultados obtidos. A Figura 3.9 apresenta de forma esquemática, as ações de controle a perdas aparentes - macromedição, gestão comercial e micromedição e valores de incidência.

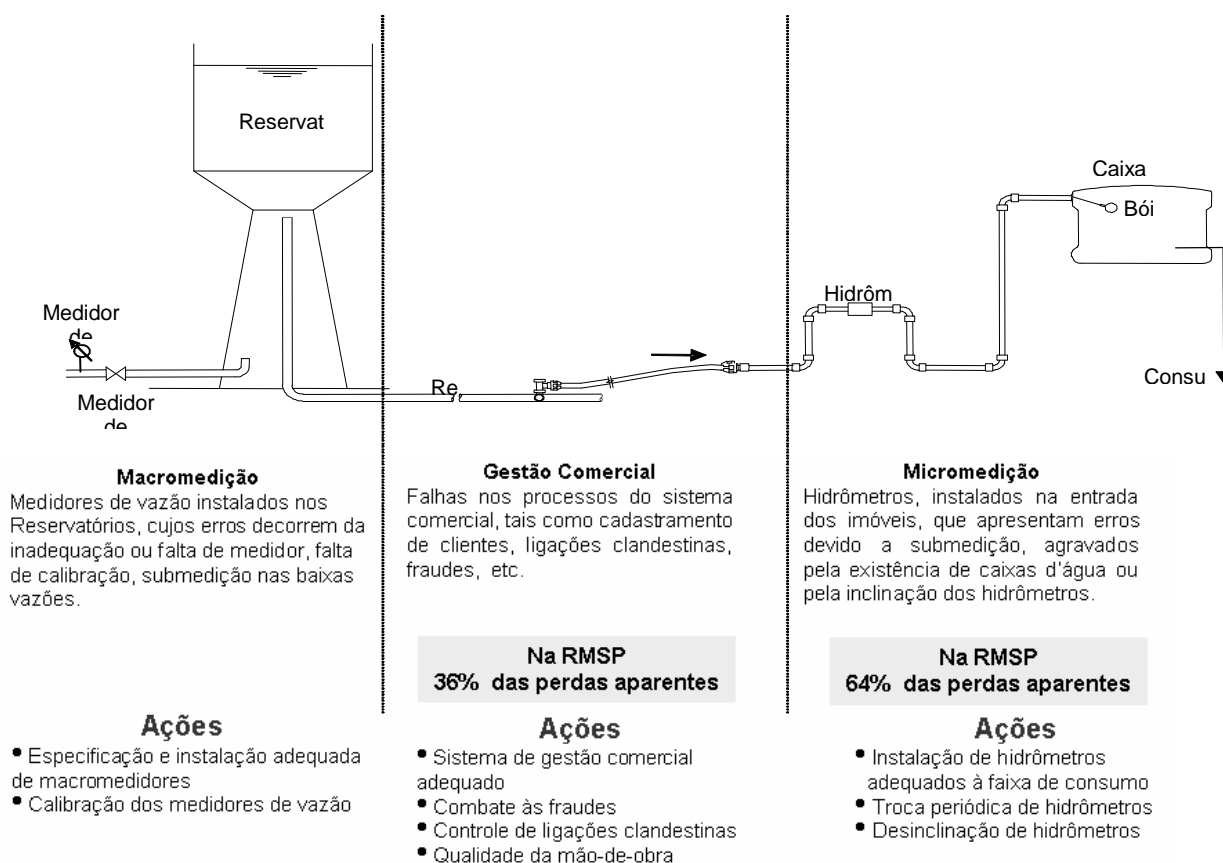


Figura 3.9 - Ações de controle a perdas aparentes - macromedição, gestão comercial e micromedição e valores de incidência (SABESPc, 2009)

### Perdas reais (C2)

Embora sempre recomendável o Balanço Hídrico (método *top-down*), existem desvantagens em confiar apenas no Balanço Hídrico para avaliar as perdas reais:

- Os erros acumulados dos outros componentes serão associados à estimativa das perdas reais;

- O Balanço Hídrico cobre normalmente um período de doze meses, sendo assim limitado na identificação de novos vazamentos e rupturas não notificadas em início do período, e necessitando de controle ativo de vazamentos para limitar a sua duração;
- O Balanço Hídrico não oferece indicação de cada componente de perdas reais, ou como as mesmas são influenciadas pela política do prestador.

Por estas razões, perdas reais preferencialmente devem ser avaliadas por métodos adicionais (tipo *bottom-up*) como:

- análise dos componentes das perdas reais - **BABE**
- análise das vazões noturnas

LAMBERT (2002) considera que aplicando 95% de confiabilidade nos volumes anuais do Balanço Hídrico, pode-se estimar resultados com 95% de confiabilidade para os volumes de água não-faturada e de perdas reais.

O resultado final das perdas reais anuais será mais adiante denominado volume das Perdas Reais Anuais Correntes – PRAC.

### **Água Não-Faturada - *Non-Revenue Water* - NRW (B12 + C)**

O volume da água não-faturada é igual ao volume produzido total menos o consumo faturado. O procedimento para considerar as demais parcelas no cálculo do Balanço Hídrico, consiste em determinar o consumo autorizado não-faturado e perdas aparentes, e deduzindo estas do volume de água não-faturada para obter as perdas reais. Ou identificando-se o volume referente às perdas reais e assim obtendo-se o volume das perdas aparentes.

## **3.6 ANÁLISE DOS COMPONENTES DE PERDAS REAIS**

### **3.6.1 BABE - *Background and Burst Estimates***

Os princípios gerais de avaliação de alguns componentes de perdas reais são conhecidas, como as estatísticas de reparos. Os números anuais de reparos são adotados a representar o número anual de novos vazamentos e arrebentamentos;

estes são então classificados em diferentes categorias e com tipos diferentes de vazões. Se a duração média de cada categoria de vazamento ou arrebentamentos é logicamente avaliada, e baseada na política de atendimento, então o volume anual de perda de diferentes categorias pode ser avaliado. Em 1993, a aplicação do conceito conhecido como *Background and Burst Estimates* – BABE foi desenvolvido a partir deste alicerce básico, para o cálculo dos componentes das perdas reais e baseado nos parâmetros que o influencia.

Na consideração da duração média dos vazamentos e arrebentamentos detectáveis, três componentes são básicos: percepção, localização e tempo de reparo. Tais conceitos podem ser aplicados no modelo de qualquer política e padrões de serviço do prestador. Vazões de arrebentamentos são especificadas a um padrão de pressão, e ajustadas a pressões reais aplicando princípios adequados para a relação pressão: vazamentos. Os parâmetros típicos que podem influenciar os componentes das perdas reais anuais e nas diferentes partes de um sistema são apresentadas no Quadro 3.1.

<b>Componente de Infraestrutura</b>	<b>Perda Inerente (vazamento não visível)</b>	<b>Visíveis Rompimentos e Extravasamentos</b>	<b>Não Visíveis Rompimentos e Extravasamentos</b>
<b>Redes Tronco</b>	Comprimento Pressão perda mín/km	Quantidade de notificações/ano Pressão média da taxa de vazão, média da duração	Quantidade/ano Pressão média da taxa de vazão, média da duração
<b>Reservatórios</b>	Vazamento na estrutura, percentual m <sup>3</sup> /dia	Quantidade de notificações/ano média da taxa de vazão, média da duração	Quantidade/ano média da taxa de vazão média da duração
<b>Ligações</b>	Quantidade de ligações Pressão perda mín/lig	Quantidade de notificações/ano Pressão média da taxa de vazão, média da duração	Quantidade/ano Pressão média da taxa de vazão, média da duração
<b>Ligações, após o hidrômetro</b>	Comprimento Pressão perda mín/km	Quantidade de notificações/ano Pressão média da taxa de vazão, média da duração	Quantidade/ano Pressão média da taxa de vazão, média da duração

Quadro 3.1 – Parâmetros para a análise dos componentes das perdas reais anuais (FARLEY, 2003)



O conceito de BABE foi desenvolvido durante a UK *National Leakage Control Initiative* entre 1991-94, usando princípios internacionais aplicáveis e em coordenação a nove grupos distintos de pesquisa.

### **Conceitos básicos do BABE**

São muitos os diferentes componentes que perfazem o volume anual de perdas reais. Separando-se e identificando-se os componentes e seus parâmetros de influência, pode-se desenvolver o melhor gerenciamento e controle das perdas reais. Deve-se evitar as estimativas e procedimentos sem base consistente, que só são aplicáveis em situações especiais. O conceito global e as relações entre os parâmetros devem seguir uma lógica, e baseados em bons princípios físicos, hidráulicos e de engenharia.

### **Tipos de perdas reais - BABE**

Os vazamentos podem ser classificados em três tipos (TARDELLI, 2006; ARIKAWA, 2005):

- **vazamentos inerentes** (em juntas, conexões e acessórios) – Não aflorantes. Vazamentos muito pequenos com vazões muito baixas, entretanto, constituem-se em parcela significativa das perdas por vazamentos, pois ocorrem por longos períodos de tempo, uma vez que não são detectáveis por métodos acústicos de localização de vazamentos. Os vazamentos inerentes podem ser quantificados pela aplicação de técnicas de estanqueidade em áreas de limites definidos. Geralmente apresentam valores menores que 0, 25 m<sup>3</sup>/hora e são contínuos, escoando permanentemente (LAMBERT, 2004).
- **vazamentos visíveis** – São notados facilmente pelos técnicos do prestador de serviços e pela população, pois afloram à superfície tornando-se visíveis. Geralmente apresentam grandes vazões de perdas por curtos períodos de duração, pois são rapidamente identificados e reparados para o restabelecimento do abastecimento do sistema.

• **vazamentos não-visíveis** – São vazamentos com vazões moderadas e que não afloram à superfície e podem ser detectados ou não detectados por controle ativo de vazamento ou *Active Leakage Control (ALC)* – equipamentos acústicos de pesquisa. Os vazamentos indetectáveis são os vazamentos inerentes. Os vazamentos não-visíveis detectáveis são vazamentos de menor vazão do que os vazamentos visíveis e maior vazão do que os vazamentos inerentes. O tempo de ocorrência - duração média, depende da política e do método do controle ativo de vazamentos – os vazamentos podem perdurar por alguns dias ou por meses.

A ABENDE apresenta a seguinte classificação – Figura 3.10:

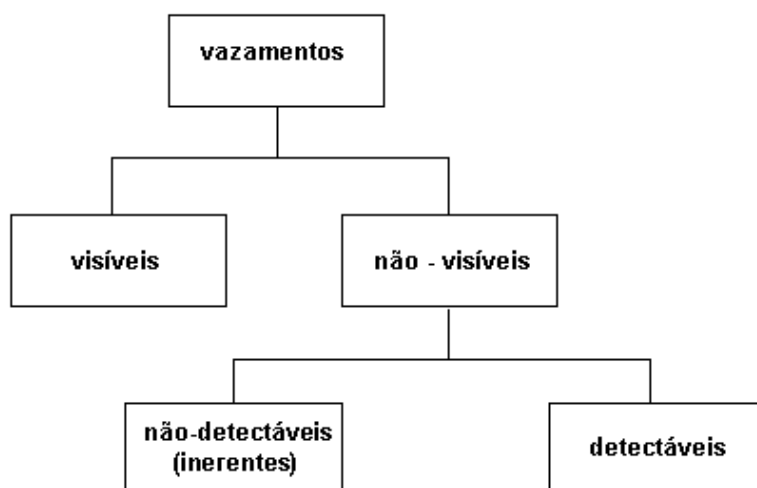


Figura 3.10 – Classificação dos vazamentos (ABENDE, 2001)

A ABENDE - Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção, e o Setor de Saneamento Básico: é uma entidade sem fins lucrativos que atua na qualificação e certificação de profissionais de diversos setores industriais há mais de 20 anos. Dentro da estrutura organizacional do Sistema Nacional de Qualificação e Certificação (SNQC), a mesma desempenha a função de qualificação e certificação de profissionais envolvidos na execução, registro e avaliação dos seguintes ensaios não-destrutivos: ultra-som (US), partículas magnéticas (PM), líquido penetrante (LP), radiográfico (ER), visual (EV), estanqueidade (ES), correntes parasitas (CP), análise por pontos (AP), neutrografia (EN) e emissão acústica (EA). A caracterização da pesquisa para a detecção de vazamentos não-visíveis através de métodos acústicos

como um “Ensaio Não-Destrutivo para a Verificação da Estanqueidade” baseia-se no fato de se buscar escavar as ruas e calçadas somente nos pontos onde for confirmada a existência de vazamento a ser reparado, diminuindo os custos com escavações e repavimentações e minimizando os transtornos aos moradores vizinhos e ao tráfego de veículos e pedestres.

Pode-se resumir as características dos vazamentos em – Quadro 3.2:

<b>Tipo de Vazamento</b>	<b>Características</b>
<b>Inerente</b>	Vazamento não-visível, não-detectável, baixas vazões, longa duração
<b>Não-visível</b>	Detectável, vazões moderadas, duração depende da frequência da pesquisa de vazamentos
<b>Visível</b>	Aflorante, altas vazões, curta duração

Quadro 3.2 – Resumo - características dos vazamentos (LAMBERT, 2002)

### **3.6.2 Estimativa das Perdas Reais Anuais por Monitoramento da Vazão Noturna**

A medição das vazões noturnas em tamanhos moderados de setores (até cerca de 3000 ligações) são extremamente úteis na identificação da existência de vazamentos e arrebentamentos não notificados, e a ocorrência de outros.

Entretanto, a medição contínua da vazão noturna pode também ser usada para avaliar a média anual de perdas reais. Vazões noturnas em setores individuais devem ser medidas continuamente através do ano. O consumo noturno deve ser avaliado e deduzido, e a média do vazamento noturno (em m<sup>3</sup>/h) deve ser multiplicada pelo ‘fator hora-dia’ o qual depende da variação de 24 horas da pressão média dos setores. A agência reguladora OFWAT requer dos prestadores da Inglaterra e Wales o cálculo anual de perdas reais por esse método ‘*bottom-up*’, assim como o método ‘*top-down*’ de Balanço Hídrico. A Figura 3.11 apresenta o comportamento típico da variação de consumo diário e noturno – com respectivos componentes, e considerando em grande parte, demanda referente a consumidores domésticos.

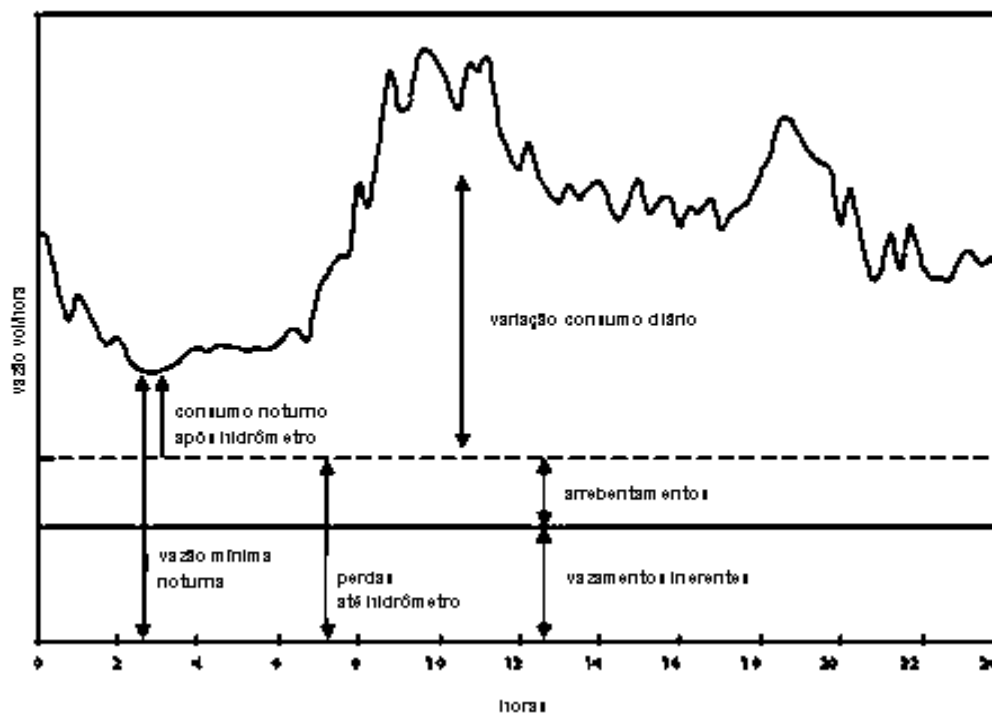


Figura 3.11 - Variação de consumos diário e noturno - respectivos componentes (FARLEY et al., 2008 modificado)

Os consumos após hidrômetro compreendem o uso noturno – consumo noturno residencial, não-residencial e excepcional, e as perdas internas às instalações dos usuários – vazamentos em tubulações prediais e nas bóias das caixas d’água.

As perdas até o hidrômetro compreendem todos os tipos de vazamentos existentes no sistema de distribuição – vazamentos visíveis e não-visíveis, arrebatamentos e vazamentos inerentes.

Como a vazão do vazamento é bastante influenciada pela pressão, o valor observado na hora mínima de vazão noturna também será o máximo valor diário, conforme apresentado na Figura 3.12. Este perfil refere-se a um sistema sem controle de pressão.

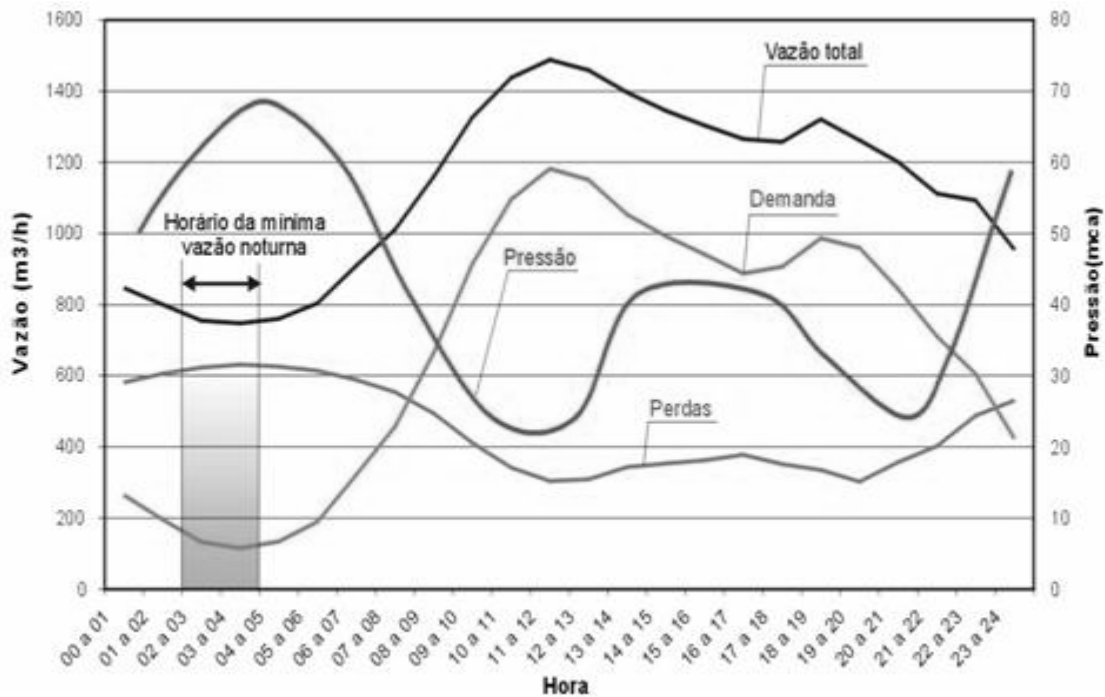


Figura 3.12 – Perfil diário de vazão total, pressão e perdas (ARIKAWA, 2005)

### Análise dos componentes da Vazão mínima noturna

Os conceitos do BABE podem ser aplicados na análise na vazão noturna visando detectar a presença de vazamentos não-visíveis. As medições das vazões mínimas noturnas devem ser realizadas em m<sup>3</sup>/hora, com a dedução do consumo noturno. O restante da vazão noturna é vazamento, excluindo a vazão inerente. Assim a vazão noturna resultante é o vazamento não-visível (LAMBERT, 1994 apud GONÇALVES, 1998).

No Quadro 3.3 são apresentados os componentes da vazão mínima noturna de forma mais detalhada. A coluna à direita expõe se o componente é dependente da pressão.

Vazão Mínima Noturna	Vazão de Vazamentos Noturnos na Distribuição	Vazamentos Não Visíveis Detectáveis	na rede	Sim
			nas ligações (desde a rede até o hidrômetro)	
	Vazamentos Não Visíveis Não Detectáveis (Inerentes)	na rede	nas ligações (desde a rede até o hidrômetro)	Sim
	vazamentos nas torneiras de bóias das caixas d'água	Sim		
	vazamentos em encanamentos internos nas economias residenciais	Não		
	vazamentos em encanamentos internos nas economias não residenciais	Não		
	Vazão Consumo Noturno	Consumo Noturno Normal	residencial	Não
			não residencial	Não
	Consumo Noturno Excepcional	Consumo Noturno Excepcional	residencial	Sim
não residencial			Sim	

Quadro 3.3 – Componentes da vazão mínima noturna (LAMBERT, 2002 adaptado).

### 3.6.3 Onde Estão os Maiores Componentes das Perdas Reais?

A Figura 3.13 apresenta a síntese das características dos vazamentos e as ações para seu controle.

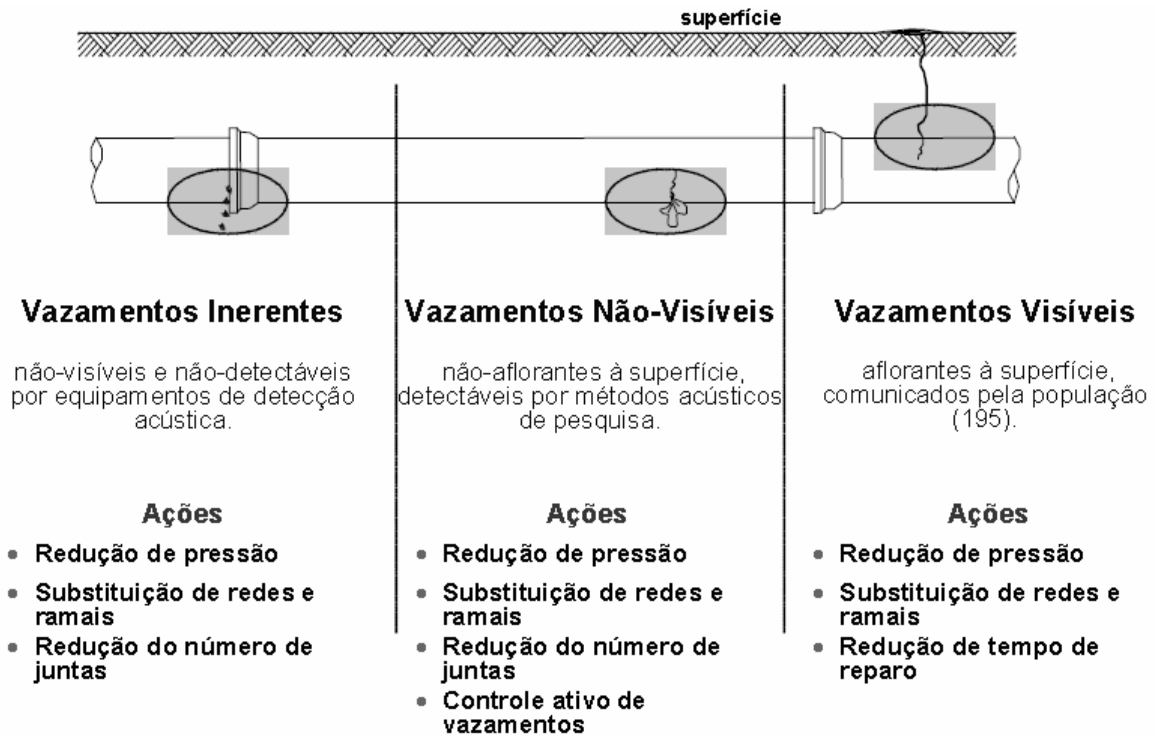


Figura 3.13 - Síntese das ações para o controle e a redução de perdas reais. (TARDELLI, 2006)

A análise dos componentes das perdas reais auxilia na identificação de onde ocorrem os principais componentes em qualquer sistema individual, e como tais componentes podem ser influenciados pela política praticada.

O grande número de juntas e acessórios nas conexões em serviço, e entre a rede e a propriedade do consumidor, resulta em um alto valor de perdas inerentes nessa parte da infra-estrutura. Além disso, **estudos sobre frequência de rompimentos em tubulações e serviços na Alemanha e Portugal apresentam que a frequência de novos arrebrandamentos, por km de rede, é muito maior em ligações em serviço do que em tubulações.** Embora que a média das vazões de arrebrandamentos são maiores em tubulações do que em ligações, quando a frequência dos arrebrandamentos notificados e não notificados e a duração média de diferentes tipos de rupturas são levadas em conta, se torna evidente que, na **maior parte dos sistemas o maior volume de perdas reais anuais ocorrem nas conexões de serviço – ligações** (FARLEY, 2003). Isto está de acordo com a experiência operacional que se tem constatado.

Em apresentação do Banco Mundial (2007), se fez as seguintes referências:

- **vazamentos detectáveis em tubulações representam menos do que 10% do volume de perdas reais anuais, na maioria de sistemas bem operados;**
- somente 3% são vazamentos visíveis e,
- 97% dos vazamentos não são visíveis.

A partir disso, **pode-se considerar a estimativa de 90% do volume total de perdas reais, é decorrente do volume de vazamentos em ligações e redes secundárias.**

GONÇALVES (1998) apresenta que, **conforme valores** internacionalmente observados, cerca de 85% das perdas reais ocorrem **nas ligações – em termos de vazão**. Esta consideração foi ratificada em seu trabalho na CAESB, onde se observou valores superiores a 90% dos vazamentos não-visíveis detectados em ligações prediais.

Claro que, em alguns sistemas, a maior proporção de perdas reais está associada nas redes, em vez das ligações. Estudos (WLTF/IWA) apontam que, em sistemas bem gerenciados, a maior proporção de perdas ocorre quando a densidade de ligações é em torno de 20 lig/km de rede, e este valor apresenta implicações na escolha de indicadores de desempenho.

Existem diferentes situações em relação ao consumidor e a manutenção da responsabilidade das ligações, as quais podem haver a maior influência no volume das perdas reais anuais. Por exemplo: na Finlândia, Japão, Noruega e partes dos EUA, todo o serviço de conexão, da rede até o medidor/hidrômetro, é responsabilidade do consumidor, e medidores podem ser instalados a partir do limite da propriedade até 30 metros ou mais depois deste limite.

Em muitos sistemas, o hidrômetro está instalado próximo do limite da propriedade/rua, e o prestador é o responsável pela manutenção do trecho entre a rede e o hidrômetro. Quando o hidrômetro está localizado a alguma distância após o limite da propriedade/rua, o vazamento ocorrendo neste trecho, se torna um componente adicional no cálculo das perdas reais.



No Brasil, está estabelecido que a responsabilidade do prestador e a respectiva manutenção, ocorre até o hidrômetro, independente da sua localização. Geralmente o mesmo se encontra próximo do limite da propriedade/rua. E pela maior parte dos prestadores e no cálculo de determinados indicadores de desempenho, não se considera a extensão do trecho rede ao hidrômetro. O mesmo é considerado desprezível.

Estudos e levantamentos de registros ocorridos e realizados pela SABESP, demonstraram a incidência de reparos nas juntas e conexões da ligação predial. A Figura 3.14 expõe a incidência de tais ocorrências.

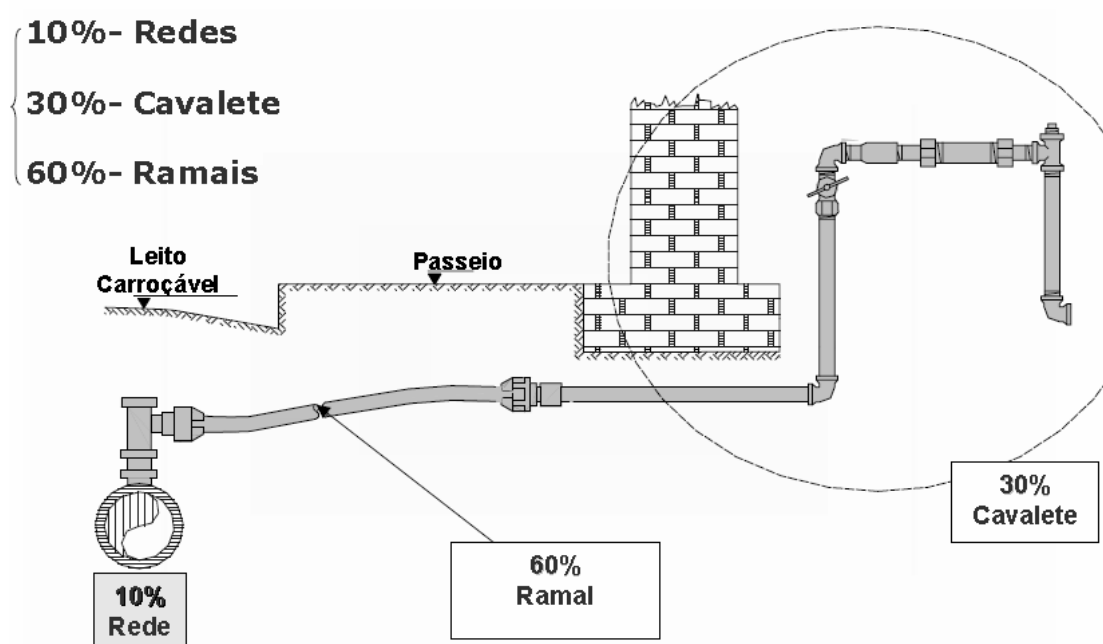


Figura 3.14 – Incidência de reparos em juntas e conexões – ligação predial (SABESP, 2006)

Outra referência é a seguinte relação de incidência de reparos: 37% cavalete, 60% ramal e 3% tomada de água (SABESPa, 2009).

Outro levantamento relevante leva em consideração o número de vazamentos e o volume perdido em duas considerações: por componente - rede, ramal e cavalete; e por tipo de vazamento reparado - visíveis e não-visíveis detectados. As Figuras 3.15 e 3.16 apresentam os levantamentos, respectivamente.

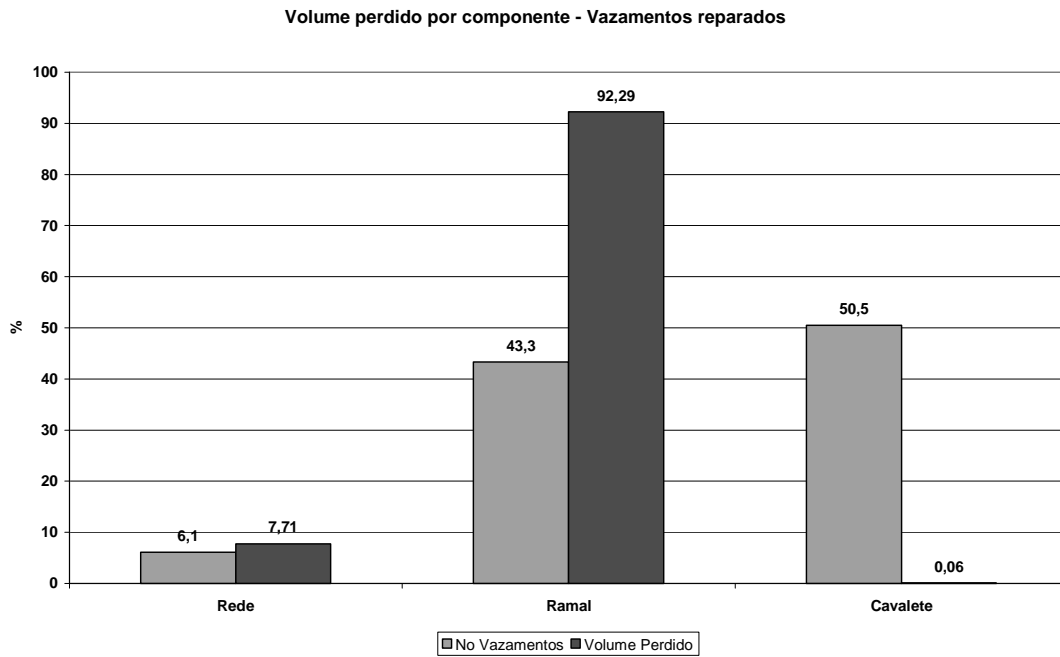


Figura 3.15 – Volume perdido por Componente (rede, ramal e cavalete) – Vazamentos Reparados (SABESPc, 2009)

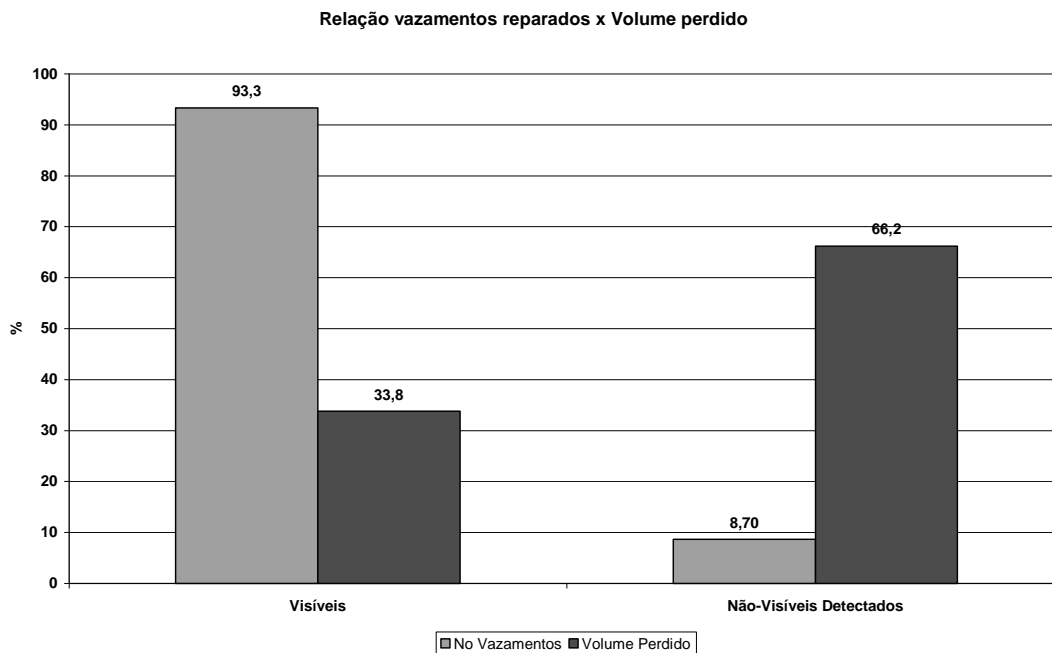


Figura 3.16 – Relação Vazamentos Reparados (visíveis e não-visíveis detectados) x Volume Perdido (SABESPc, 2009)

Outra questão importante é a qualidade dos materiais das tubulações enterradas. A SABESP, por exemplo, utiliza há vários anos tubos de polietileno para a execução dos ramais prediais (SANEAS, 2007). Em relação à sua utilização em redes de distribuição, existe uma tendência da utilização de tubos em polietileno em diversos países europeus. Este material apresenta diversas vantagens em relação às tubulações em ferro ou PVC, tais como a redução do número de juntas, que são potenciais pontos de vazamentos, a facilidade na execução das redes e a exigência de uma menor largura de escavação. Além disso, o polietileno tem a vantagem adicional de possibilitar a execução através de método não-destrutivo. Por outro lado, o polietileno exige cuidados com o controle de qualidade dos materiais, equipamentos mais sofisticados e estruturação da manutenção e mão-de-obra treinada e previsão de peças de reposição.

#### **3.6.4 Relação entre Pressão e Vazamentos**

O gerenciamento das pressões em um sistema é fundamental ferramenta para a política de redução de vazamentos. As seguintes questões devem ser consideradas quanto ao uso do controle de pressões e vazões (LAMBERT, 2002 e GONÇALVES, 2002):

- minimizar variações e freqüência de arrebentamentos;
- reduzir pressões excessivas, restaurar pressões muito baixas;
- controlar níveis e válvulas de controle de reservatórios em serviço;
- controle de vazões em favelas;
- a importância de manter as pressões com mínimas variações possíveis;
- a relação entre as máximas pressões e os valores que geram novos vazamentos;
- a relação entre a pressão e a vazão dos vazamentos existentes;
- previsão do efeito do controle de pressão no valor de vazamentos e consumo;
- influência dos padrões mínimos de serviço e a topografia.

Segundo LAMBERT (2002) e visando minimizar arrebentamentos decorrentes de pressões:

- mudanças bruscas e freqüentes nas pressões promovem o aparecimento de novos arrebentamentos e reduzem a vida útil das tubulações. Um sistema com

abastecimento intermitente apresenta problemas de variações abruptas em seu regime operacional, levando a arrebentamentos;

- durante operações de manobra, novos arrebentamentos podem ser 10 vezes mais freqüentes do que em um abastecimento contínuo;
- evitar mudanças frequentes de pressão, se possível, bombear diretamente para reservatórios, não diretamente para redes tronco;
- aplique 'boas práticas' quando na abertura e fechamento de válvulas;

Alguns exemplos de Redução da Freqüência de Arrebentamentos aplicando o controle de pressões (MAY, 1994 apud ARIKAWA, 2005):

- Brisbane, Austrália – redução de pressão em 40% em determinado setor obteve a redução em 55% de novos arrebentamentos;
- Auckland, Nova Zelândia – redução da pressões média de 71 para 54 mca;
  - redução do número de reparos em tubulações após 8 anos;
- Brasil, oito setores com 140 quilômetros de redes
  - redução do número de freqüência de arrebentamentos nas tubulações e ligações de 155 para 95/mês.

O impacto que a pressão exerce sobre a vazão dos vazamentos é muito maior do que originalmente se pensava. Testes realizados internacionalmente mostram que a freqüência de arrebentamentos aumenta rapidamente em sistemas operados a pressões maiores que 35 – 40 mca. Segundo MAY J. (1994 apud LAMBERT 2002) a relação entre a pressão e o número de arrebentamentos se demonstra na Figura 3.17 - estudo realizado em zona de medição e controle na Inglaterra (LAMBERT, 2004). Outra referência é o estudo de MAY J., *Pressure Dependent Leakage. World Water and Environmental Engineering*, October 1994.

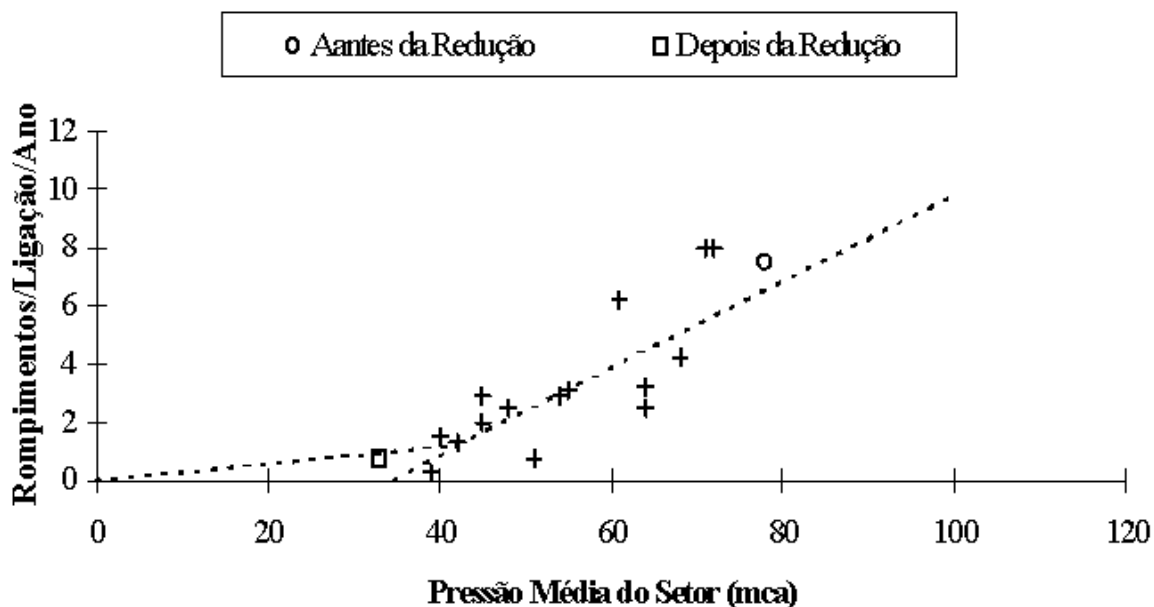


Figura 3.17 – Relação da Pressão Média Noturna com o Número de Arreventamentos /1000 ligações/ano (MAY, 1994 apud LAMBERT, 2002)

Na Figura 3.18 identifica-se o comportamento dos rompimentos por extensão de rede - estudo realizado em grande sistema de distribuição no País de Gales (LAMBERT, 2004).

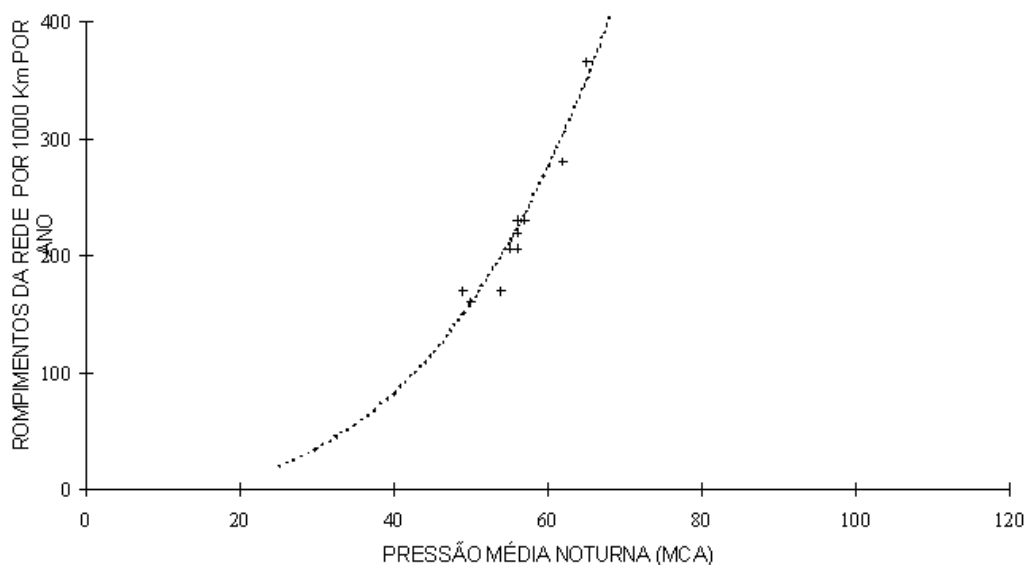


Figura 3.18 – Relação da Pressão Média Noturna pela Freqüência de Rompimentos da rede (1000 km/ano) (LAMBERT, 2002 apud MIRANDA, 2003)

Segundo ARIKAWA (2005), a bibliografia descreve que não existe uma relação única entre a máxima pressão e a freqüência de novos vazamentos, mas as evidências mostram que o excesso de pressão resulta no alto índice de vazamentos,

no aumento da vazão dos vazamentos e, por conseguinte, em elevados gastos em reparos.

De conhecimento hidráulico e considerando a equação geral para pequenos orifícios - decorrente da aplicação do Teorema de Bernoulli ( $V = C_d \times (2gh)^{0,5}$ ) e da Equação da Continuidade ( $Q = A \times V$ ) e assumindo para a carga hidráulica  $h$  o valor de pressão na tubulação (mca), tem-se como a pressão influencia a vazão de perdas por vazamentos:

$$Q = C_d \cdot A \cdot (2gP)^{0,5} \quad (3.1)$$

onde:  $Q$  = vazão do vazamento ( $m^3/h$ )

$C_d$  = coeficiente de descarga (adimensional)

$A$  = área do orifício ( $m^2$ )

$g$  = aceleração da gravidade 9,81 ( $m/s^2$ )

$P$  = pressão estática (mca)

A vazão de perdas ( $Q$ ) através do orifício (área  $A$ ) varia com a raiz quadrada da pressão ( $P$ ), e o coeficiente de descarga ( $C_d$ ). Porém, testes realizados em setores de distribuição de vários países – Japão, Reino Unido, Brasil, etc., têm mostrado que a relação de vazamentos e pressões é mais acentuada que a relação teórica. A justificativa encontrada é que a área efetiva dos orifícios onde ocorrem os vazamentos pode variar com a pressão, se deformando, em função do tipo de material empregado na tubulação.

Estudos realizados em estações-piloto no Japão, entre 1981 e 1992, com tubos metálicos furados á broca testados com o orifício submerso para simular tubulações enterradas, revelaram valores médios do coeficiente  $N$  de 0,5 (raiz quadrada) com valores variando de 0,36 a 0,70. Ou seja, para tubos metálicos, onde pode-se esperar que a secção por onde passa o vazamento seja de dimensão constante, a relação da raiz quadrática pode ser esperada (LAMBERT, 1997 apud, ARIKAWA, 2005).

Considerando que, a área do orifício e/ou o coeficiente de descarga, também sofrem alterações com a pressão, então a vazão através do orifício será mais suscetível à pressão do que a relação de raiz quadrada estabelece. Então, a equação pode ser expressa como (THORNTON et al, 2008):

$$Q = k \cdot p^x \quad (3.2)$$

onde:  $x$  = expoente de vazamento  
 $p$  = pressão estática  
 $k$  = coeficiente de vazamento

Como não existe convenção internacional para o expoente, a IWA *Water Losses Task Force* usa o caractere alfanumérico N1 como expoente, obtendo-se a seguinte expressão:

$$L \sim P^{N1} \quad (3.3)$$

e

$$\frac{L_1}{L_0} = \left[ \frac{P_1}{P_0} \right]^{N1} \quad (3.4)$$

onde:  $L_1$  = volume de vazamento após a mudança de pressão  
 $L_0$  = volume de vazamento antes da mudança de pressão  
 $P_1$  = pressão após a mudança de pressão  
 $P_0$  = pressão antes da mudança de pressão

Esta equação entre a vazão ( $L$ ) e pressão ( $P$ ) tem sido usada desde 1981 no Japão, onde a média ponderada do expoente no valor de 1,15 é aplicada<sup>25</sup>. Uma outra relação – a curva do índice de vazamento, era aplicada no Reino Unido desde 1979, mas após os estudos de MAY<sup>26</sup> (1994), o conceito da seção de descarga constante e variável (*fixed and variable area*), atualmente conhecida como FAVAD – eqs. 3.3 e 3.4, são atualmente recomendadas como ‘boas práticas’ no Reino Unido e pela IWA<sup>27</sup> (THORNTON et al, 2008).

<sup>25</sup> HIKI, S. *Relationship between Leakage and Pressure*. Journal of Japan Water Works Association, 1981.

<sup>26</sup> *Leakage, Pressure and Control*. MAY J. BICS International Conference on Leakage Control Investigation in Underground: Assets London, 1994.

<sup>27</sup> IWA Water Losses Pressure Management Team; *Managing Leakage by Managing Pressure*. IWA Publishing Water 21, 2003. Thornton J.

A pressão utilizada na equação é a pressão medida no ponto específico da área analisada que caracteriza a pressão média da área, denominado como **Pressão Média do Setor (PMS)**.

Valores do expoente N1 podem ser obtidos a partir de testes em áreas de sistemas de distribuição, através da redução da pressão em várias etapas durante a noite, no período de consumo mínimo. Análises de mais de 150 testes em áreas de sistemas de distribuição e em vários países – Quadro 3.4, confirmou que o expoente N1 se encontra geralmente entre os valores de 0,5 a 1,5, mas pode ocasionalmente chegar a valores maiores do que 2,5.

Levantamentos em campo demonstraram que a vazão do vazamento em sistemas de distribuição são normalmente mais sensíveis a pressão do que o tradicional valor de N1 de 0,5. MAY propôs, em 1994, e aplicando o conceito FAVAD, o que poderia ocorrer se a área-tipo do orifício de vazamentos mudasse com a pressão, enquanto a velocidade mudasse com a raiz quadrada da pressão. Isto significaria que diferentes tipos de vazamentos podem ter diferentes relações de pressão: vazão (velocidade a área), e em função do tipo de material empregado na tubulação<sup>28</sup>.

- seções de vazamentos constantes: por exemplo, orifícios em tubulações rígidas, teriam expoente no valor de 0,5.
- seções de vazamentos variáveis: trincas longitudinais em material plástico varia com a pressão, teria expoente no valor de 1,5.
- seções de vazamentos variáveis: trincas em material plástico de comprimento e largura varia com a pressão, teria expoente de 2,5.

---

<sup>28</sup> Um dado interessante e identificado: em áreas em que todos os vazamentos detectáveis foram reparados antes de se realizar os testes de obtenção do N1, foi de que os vazamentos inerentes restantes (pequenos vazamentos não-detectáveis) apresentaram a constância do valor de N1 próximo a 1,5 (THORNTON, 2008).



País	Número de Áreas Testadas	Faixa dos Expoentes N1	Média dos Expoentes N1
Reino Unido (1970s)	17	0,70 - 1,68	1,13
Japão (1979)	20	0,63 - 2,12	1,15
Brasil (1998)	13	0,52 - 2,79	1,15
Reino Unido (2003)	75	0,36 - 2,95	1,01
Chipre (2005)	15	0,64 - 2,83	1,47
Brasil (2006)	17	0,73 - 2,42	1,40
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>0,36 - 2,95</b>	<b>1,14</b>

Quadro 3.4 – Faixas de valores do expoente N1 (FARLEY, 2003 e THORNTON et al, 2008)

Aplicando a equação 3.4 e em termos práticos, pode-se observar a aplicação do expoente N1 em determinada área, da seguinte forma – quanto de vazão de vazamentos pode se alterar com a redução de 20% da pressão média ( $P_1/P_0 = 0,8$ ).

- Se  $N_1 = 0,5$ , então  $L_1/L_0 = (0,8)^{0,5} = 0,89$ , ou uma redução de 11% na vazão de vazamento.
- Se  $N_1 = 1,0$ , então  $L_1/L_0 = (0,8)^{1,0} = 0,80$ , ou uma redução de 20% na vazão de vazamento.
- Se  $N_1 = 1,5$ , então  $L_1/L_0 = (0,8)^{1,5} = 0,72$ , ou uma redução de 28% na vazão de vazamento.
- Se  $N_1 = 2,0$ , então  $L_1/L_0 = (0,8)^{2,0} = 0,64$ , ou uma redução de 36% na vazão de vazamento.
- Se  $N_1 = 2,5$ , então  $L_1/L_0 = (0,8)^{2,5} = 0,58$ , ou uma redução de 42% na vazão de vazamento.

O expoente N1 pode variar entre 0,5 e 2,5 dependendo do tipo de vazamento presente. Esta relação é apresentada na Figura 3.19.

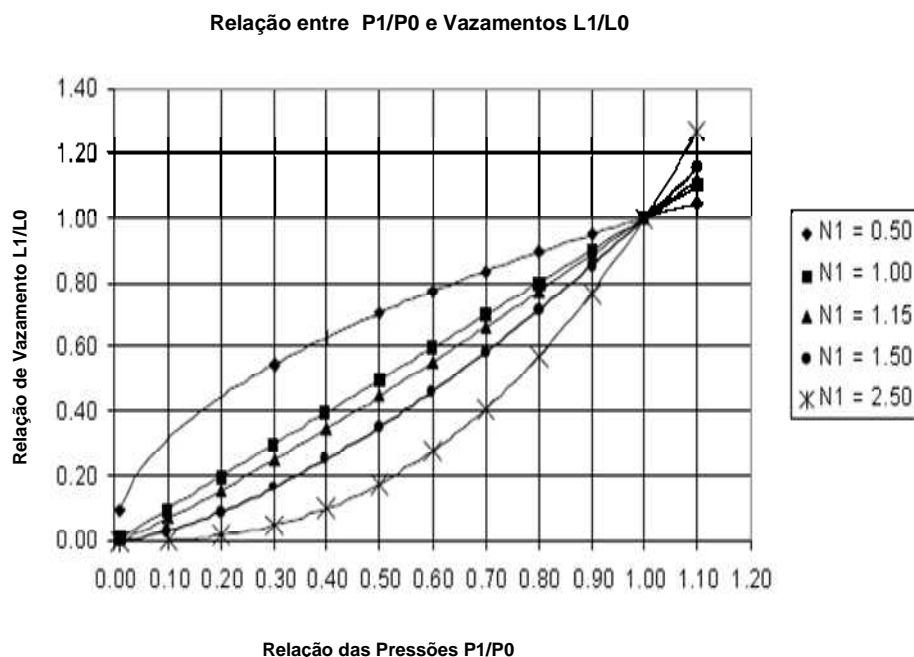


Figura 3.19 – Relação de vazões de vazamentos com a variação de pressão (LAMBERT, 2002)

Testes realizados em diversos países apresentam alguns valores de N1 para aplicação na fórmula do FAVAD, e que podem servir de parâmetro para a aplicação do conceito. Estes valores são<sup>29</sup> (LAMBERT, 2002):

- **Vazamentos inerentes** (pequenos vazamentos não-visíveis) provenientes de juntas e pontos de corrosão são bem influenciados pela pressão. Portanto, apresentam valores de N1 próximos a 1,5.
- **Vazamentos visíveis e não visíveis:** em tubulações de PVC os valores de N1 são próximos de 1,5 ou maiores; em tubulações metálicas os valores de N1 são próximos de 0,5.
- Em grandes sistemas com variados tipos de materiais, assume-se ao valor médio em torno de 1,0. No Japão se aplica o valor de 1,15<sup>30</sup> para N1.

<sup>29</sup> No Compêndio do Projeto Com + Água (M. CIDADES, 2008) são apresentados os seguintes valores para N1: 0,5 – seção de tubo que não se altera com o vazamento (tubos de ferro fundido e aço); 1,0 – utilizado em uma avaliação mais simplificada. Equivale dizer que a redução de 1% no valor da pressão de um sistema provocará uma redução de 1% no vazamento; 1,15 – para condições gerais de uma rede de abastecimento de água de um setor, onde se misturam diversos materiais, onde existem trechos de ferro fundido, aço, policloreto de vinila (PVC), polietileno de alta densidade (PEAD), etc; 1,5 – seção do tubo que se altera com o vazamento (PVC, PEAD)

<sup>30</sup> O Compêndio do Com + Água (M. CIDADES, 2008) preconiza que, para o caso de redes com diversos tipos de materiais deve-se utilizar o valor de 1,15 para N1 e, como critério de

- Se necessário, o valor de N1 em um setor pode ser calculado através de testes em campo, onde a pressão de entrada é reduzida à noite.

A Figura 3.20 apresenta a relação entre o Índice de Vazamento de Infra-estrutura (IVI) e o valor de N1.

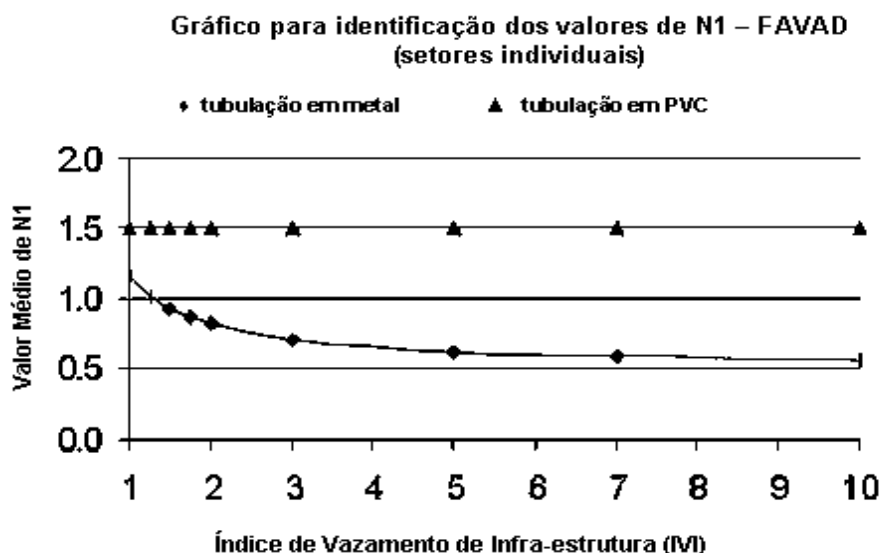


Figura 3.20 – Gráfico para identificação dos valores de N1 – FAVAD (LAMBERT, 2001)

### Modelagem dos parâmetros pressão e vazamentos

A análise da modelagem hidráulica da rede tem sido utilizada há vários anos. Entretanto, até o conceito BABE em 1992 (LAMBERT, 2002), nenhum modelo e software haviam sido desenvolvidos para o gerenciamento dos vazamentos. A partir de FAVAD, em 1994, se possibilitou a compreensão das diferentes relações de pressão e vazamentos. Tais conceitos combinam aspectos práticos, técnicos e econômicos, e não se encontram mais no âmbito experimental – têm sido aplicados com sucesso em vários países. A Figura 3.21 apresenta um exemplo da modelagem vazão e pressão.

---

simplificação, uma maneira prática de avaliar as variações de vazamentos em um setor de abastecimento é assumir uma linearidade entre a pressão e a vazão de vazamentos, onde N1 é igual a 1.

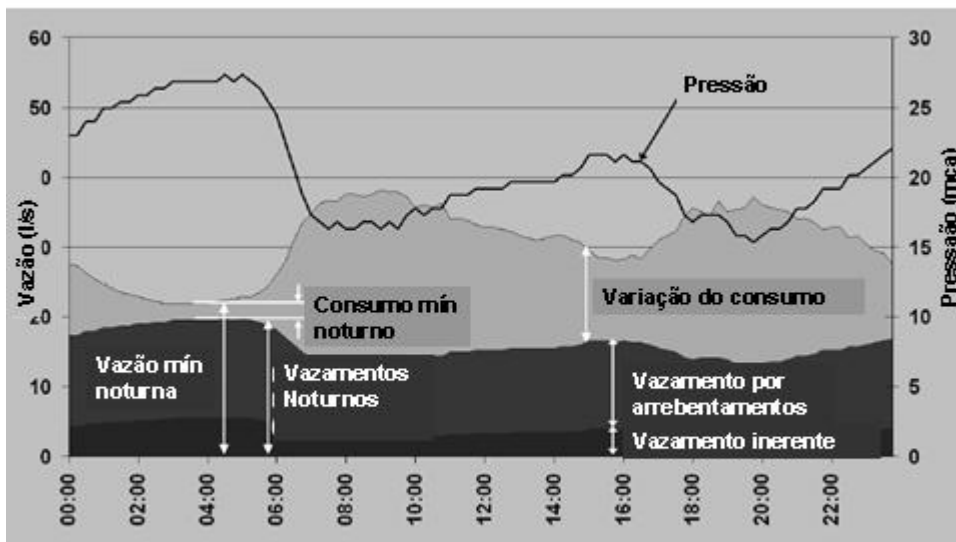


Figura 3.21 – Modelagem das vazões – vazamentos e pressão – padrão IWA

### 3.6.5 Pressão Média do Setor

A pressão média do setor está ligada à ocorrência de vazamentos - perdas reais, interferindo, em grande parte, nas atividades de gerenciamento das perdas de um setor. E, conforme a topografia – planialtimetria da área, do consumo e também das condições da rede, têm-se grandes variações tanto ao longo da própria rede, como também ao longo do dia.

Deve-se monitorar a pressão ao longo de um período, aplicando o conceito de pressão média do setor (PMS), objetivando a identificação do comportamento médio da pressão em determinado setor. Considerando que, o setor seja formado por uma única zona de pressão, a PMS pode ser obtida aplicando a equação (GONÇALVES, 1998):

$$PMS = S \times P_{max} + (1 - S) \times P_{min} \quad (3.x)$$

onde:  $P_{max}$  = máxima pressão da área (mca)

$P_{min}$  = mínima pressão da área (mca)

S = proporção de número de ligações ou da área que é submetida a

pressão acima da Pressão Média, que é  $(P_{\max} + P_{\min}) / 2$ , estimada com base na topografia e perdas de carga da área.

Obs: A pressão máxima normalmente ocorre entre 3 e 4 horas da manhã – pode-se consultar o hidrograma para identificar os menores valores da vazão noturna.

A pressão mínima ocorre normalmente entre 12 e 14 horas – pode-se consultar o hidrograma para identificar os maiores valores da vazão diária.

Recomenda-se que seja feita a colocação de pelo menos três pontos de monitoramento por zona de pressão, de forma a se obter dados representativos de pressão na rede (FARLEY, 2003):

- na entrada do setor (simultânea à medição de vazão no mesmo ponto),
- no ponto crítico, que pode ser o mais distante do ponto de entrada da ZMC ou de maior cota geométrica, ou ainda com um grande consumidor,
- no ponto representativo da pressão média do setor.

Dependendo da disponibilidade de equipamentos para registro de pressões, pode se aumentar o número de pontos de monitoramento, o que amplia a representatividade do controle. O ponto representativo da pressão média do setor pode ser estabelecido pela análise altimétrica da área.

Medições de pressão na elevação média pode ser feita no hidrante mais próximo do ponto determinado. Os pontos críticos são geralmente os pontos altos da área, ou mais distantes do ponto de entrada do sistema, onde ocorrem as maiores perdas de carga hidráulicas. Talvez se encontre vários pontos críticos em um setor e devem ser identificados e monitorados no início do projeto. Análise através de medições contínuas – *dataloggers*, irá indicar o ponto mais crítico e a se determinar o máximo de redução permitida de pressão. A Figura 3.22 demonstra de forma esquemática a altimetria dos pontos de interesse na medição das pressões.

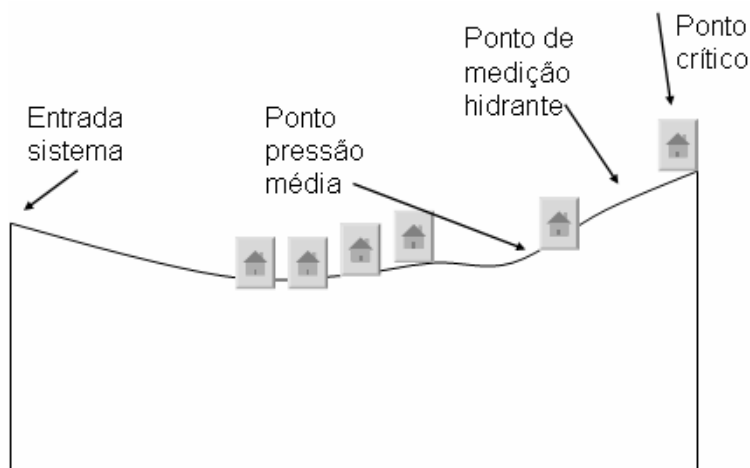


Figura 3.22 – Esquema altimétrico dos pontos de interesse na medição (FARLEY, 2003)

### 3.6.6 Fator Noite-Dia

Quando as estimativas de vazamentos são baseadas em medições noturnas, o valor medido em  $m^3/h$  deve ser convertido em volume médio relativo ao dia, o qual pode então ser comparado ao valor calculado do Balanço Hídrico anual. Multiplicando por 24 horas, pode levar a um valor sub ou super estimado de vazamento diário, devido a diferenças de pressão. À noite, quando a estimativa de vazamento é feita, a pressão tende a ser a maior - em sistemas de abastecimento por gravidade, quando as perdas são maiores, devido a demanda mínima. Portanto a vazão de vazamento noturna, quando estimada, será maior do que a média ocorrida no decorrer do dia. Assim, as estimativas de vazamentos realizadas à noite devem ser multiplicadas pelo Fator Noite-Dia (*hour to day factor*).

Em sistemas de abastecimento por gravidade, o fator normalmente é menor do que 24 horas. Segundo o *Report 26*<sup>31</sup> (apud FARLEY, 2003) recomenda-se o uso do fator 20, valor baseado em testes limitados. Pesquisas mais recentes, indicam que, na falta de informações mais detalhadas das variações de pressão no setor, o fator noite-dia no valor de 22 é mais apropriado. O fator de 22 é sempre usado no cálculo de grandes setores de abastecimento ou em todo um sistema, até que se obtenha dados mais confiáveis – medições em campo.

<sup>31</sup> Technical Group on Waste Water (1985 [1980]) *Leakage Control Policy and Practice*, Standing Technical Committee Report 26. (REPORT 26, 1985).

Em alguns sistemas, a pressão diurna pode ser maior que a noturna:

- quando uma vazão modulada, ou a variação da pressão por válvula apresenta uma pressão mais baixa à noite do que durante o dia, quando uma carga hidráulica/pressão maior é requerida para atender as perdas na rede;
- quando o bombeamento é usado para atender o abastecimento durante o dia, e que pode ser desligado à noite;
- quando o controle das válvulas é por telemetria ou manualmente, visando atender os picos diários, ou para controlar as vazões entre reservatórios.

Nestes casos, o fator noite-dia pode ser maior que 24<sup>32</sup>.

Segundo LAMBERT (2002), as variações de pressão no decorrer de 24 horas, influenciam os vazamentos da seguinte forma:

- a taxa de vazamentos varia como a variação da pressão média;
- o fator noite-dia é a relação entre o vazamento noturno ( $m^3/h$ ) e a média do vazamento em 24 horas ( $m^3/dia$ );
- em sistemas de abastecimento por gravidade (por reservatórios), o fator noite-dia é normalmente menor que 24 horas;
- em sistemas submetidos a bombeamento, com modulação no tempo e vazão, o fator é maior que 24 horas;
- o fator noite-dia em um setor é obtido a partir da medição da pressão em um período de 24 horas no ponto de pressão média do setor, usando software específico; o fator depende do valor de N1;
- para se obter a média diária de vazamento em  $m^3/dia$  considerando o vazamento noturno em  $m^3/hora$ , deve-se multiplicar o fator noite-dia em horas.

As figuras 3.23 e 3.24 exemplificam os componentes de um sistema de distribuição sem controle de pressão e após o controle de pressão.

---

<sup>32</sup> FARLEY (2003) apresenta que, no Reino Unido, é comum sistemas apresentarem fator noite-dia com valores de 15 a 30, com o valor médio de 22. Tal variação tem sido notada em outros países.

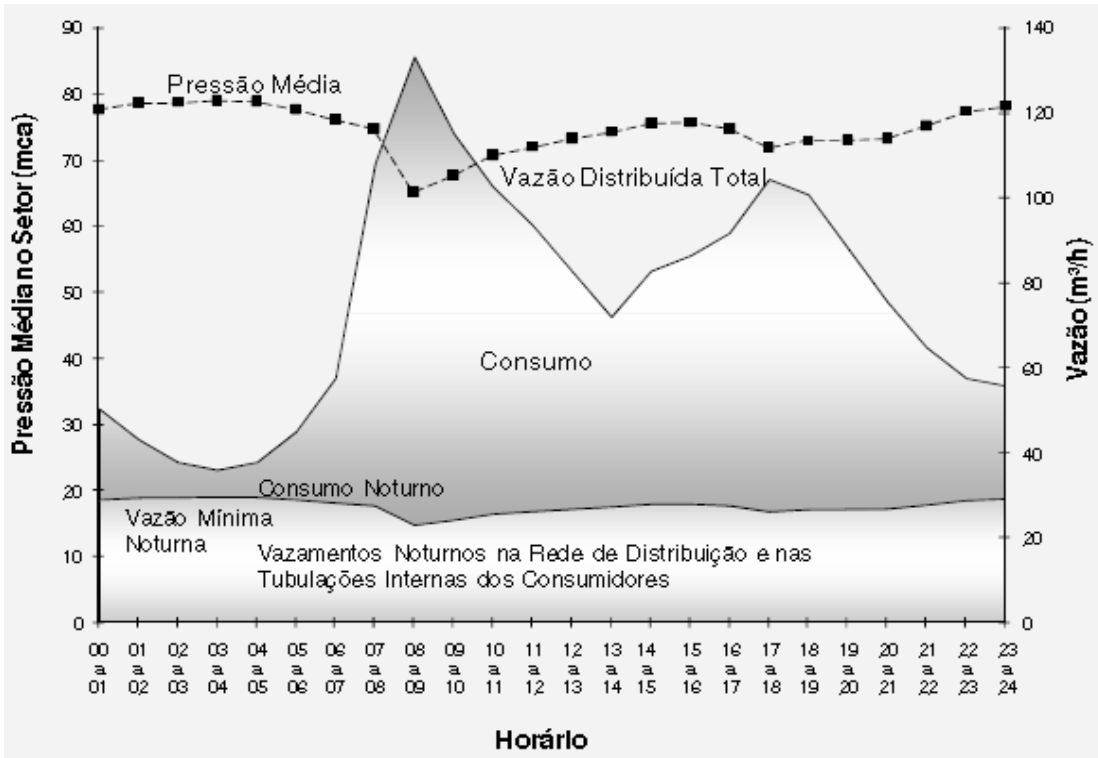


Figura 3.23 - Variação da Vazão dos Vazamentos com a Pressão Média – Setor por Gravidade: Fator Noite - Dia < 24 hora/dia (*Managing Leakage Report G* com análise do software PRESSMAN apud LAMBERT, 2002)

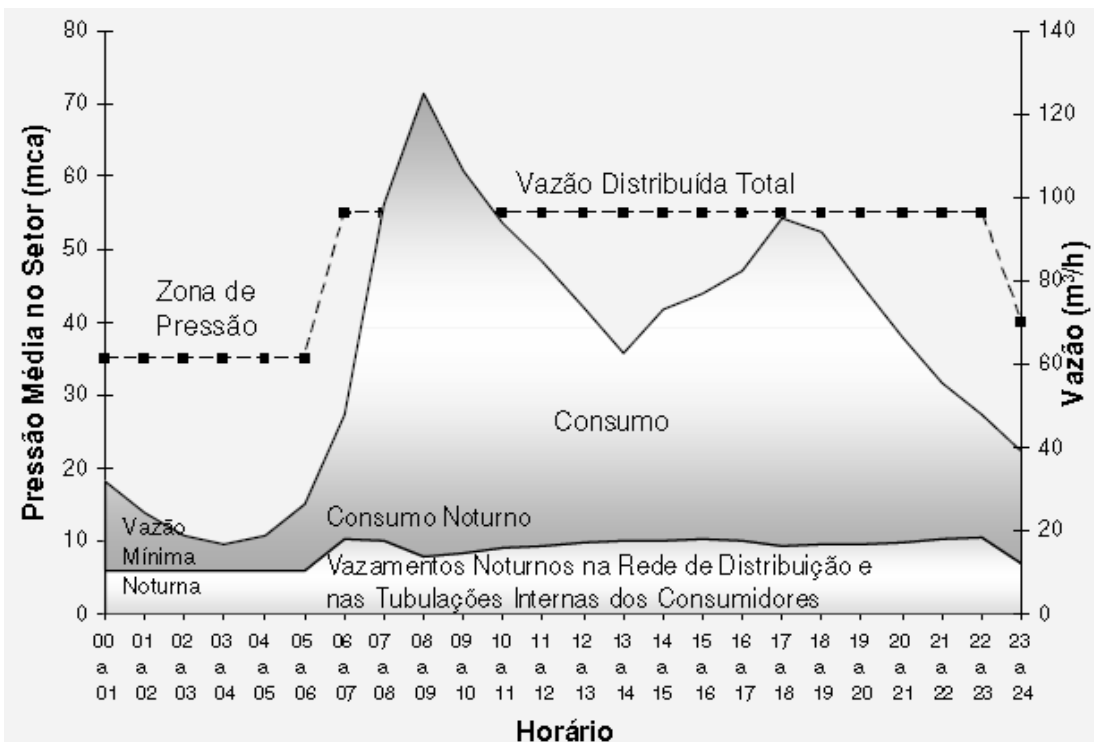


Figura 3.24 - Variação da Vazão dos Vazamentos com a Pressão Média- Setor com VRP: Fator Noite - Dia > 24 hora/dia (*Managing Leakage Report G* com análise do software PRESSMAN apud LAMBERT, 2002)



A Figura 3.24 apresenta o comportamento de vazão e pressão de uma **Zona de Medição de Controle - ZMC** com **válvula redutora de pressão - VRP** com programador horário. Tal aplicação é eficiente para zonas com padrão de demanda bastante regular. Caso a ZMC apresente pouca variação na demanda, a VRP pode ser com pressão fixa na saída (sem controlador). Em ZMC grandes e com padrão de demanda bem variado, recomenda-se a VRP modulada por vazão (ou por pressão em ponto crítico remoto) (GOMES, 2005).

### 3.6.7 Análise econômica das pesquisas de vazamentos não-visíveis

Os conceitos do BABE também podem ser aplicados no cálculo econômico da frequência de intervenção das pesquisas de vazamentos não-visíveis, inclusive no desenvolvimento de softwares com a consideração do monitoramento da vazão noturna. A Figura 3.25 ilustra a relação de frequência econômica de pesquisa de vazamentos.

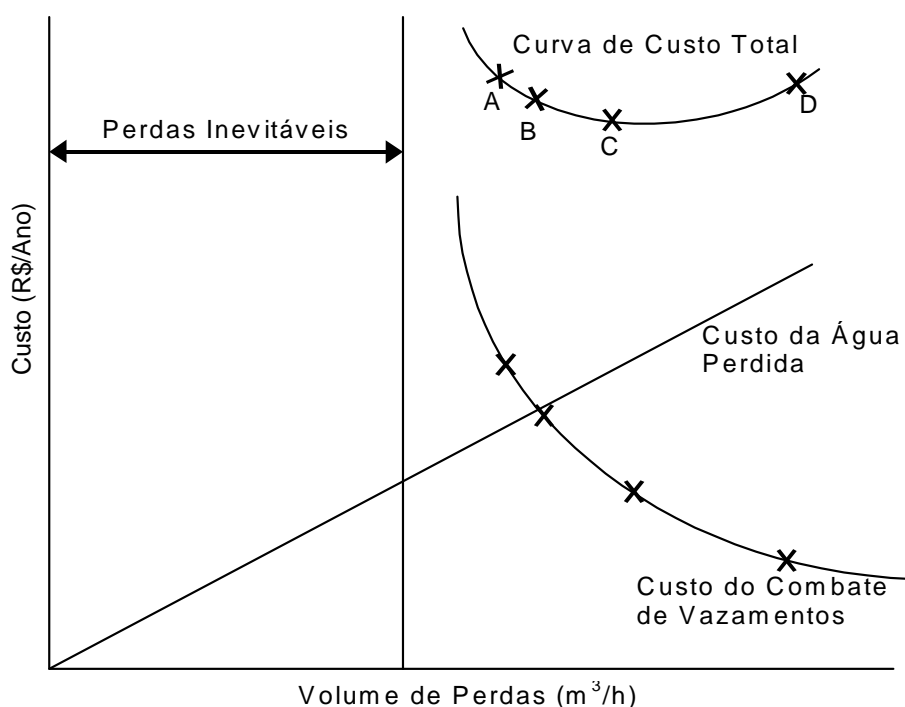


Figura 3.25 - Frequência Econômica de Intervenção Preventiva Pesquisa de Vazamentos (Controle Ativo de Vazamentos) (LAMBERT, 2002)

### 3.6.8 Abordagem da Caixa de Ferramentas – Uso dos Conceitos BABE e FAVAD

O conceito FAVAD demonstra como diferentes sistemas respondem ao gerenciamento de pressão de formas diferentes. O conceito BABE permite a compreensão e a modelagem dos componentes das perdas reais e de parâmetros que os influenciam. Assim, a abordagem da Caixa de Ferramentas permite ao prestador a investigação de questões individuais, usando o mínimo de dados, porém baseados em metodologias consistentes.

Os conceitos de BABE, FAVAD e PRAI (UARL), junto com as boas práticas de Indicadores de Desempenho da IWA, permite uma **aproximação sistemática das questões do gerenciamento dos vazamentos**. Deve-se definir as questões inerentes e identificar as ferramentas e dados necessários a aplicação. Antes deve-se analisar a consistência dos dados. Cada tópico estudado e avaliado aprimora a compreensão dos conceitos e da proposta do conteúdo da Caixa de Ferramentas.

Em 2002, Lambert apresentou que os conceitos de BABE e FAVAD já haviam sido aplicados em projetos nos seguintes países: África do Sul, Arábia Saudita, Áustria, Austrália, Bahamas, Bolívia, Bósnia, Brasil, Canadá, Cazaquistão, Chipre, EUA, Filipinas, França, Gana, Grécia, Jordânia, Malásia, Malta, Nova Zelândia, Noruega, Oman, Palestina, Reino Unido; assim como as práticas de cálculo por balanço hídrico da IWA foram adotadas pelos seguintes prestadores: *German DVGW Standards* (empresa alemã), *South African Water Research Commission* (empresa da África do Sul), *Water Service Association of Australia* (empresa australiana), Malta, e vários outros prestadores individuais. A Figura 3.26 apresenta a interface entre os conceitos abordados e que envolvem os aspectos inerentes às perdas reais.

### Abordagem da Caixa de Ferramentas – BABE, FAVAD, PRAI e Indicadores de Desempenho IWA

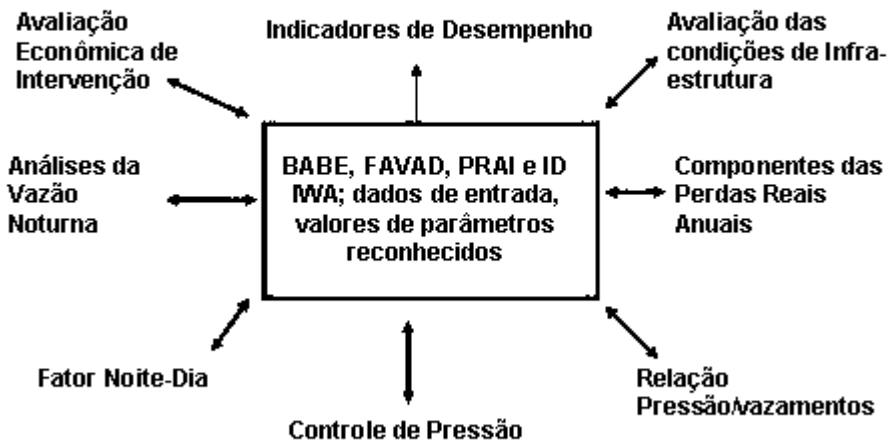


Figura 3.26 – Abordagem da Caixa de Ferramentas (LAMBERT, 2002)

### Compreensão Simplificada das Perdas Reais através da Vazão Mínima Noturna

Assim, para efeito de compreensão simplificada das perdas reais através de uma leitura da vazão mínima noturna, apresenta-se a seguir um caso hipotético de perfil de consumo, que não apresenta sérios problemas referentes a vazamentos - Figura 3.27.

Aplicando controle e redução de perdas na cidade de Sebokeng, África do Sul, MCKENZIE (2006) obteve resultados satisfatórios. A Figura 3.28 ilustra o sistema sem controle de perdas (dados iniciais - Julho de 2003). A instalação do sistema de controle e redução de pressão custou R\$ 1,7 milhão e proporcionou uma economia em volume de água de R\$ 6,3 milhões/ano, obtendo-se o retorno de pagamento (*payback*) em um período de 3 meses (dados finais - Julho de 2005). A Figura 3.29 apresenta o sistema após a implantação do controle e redução de perdas.

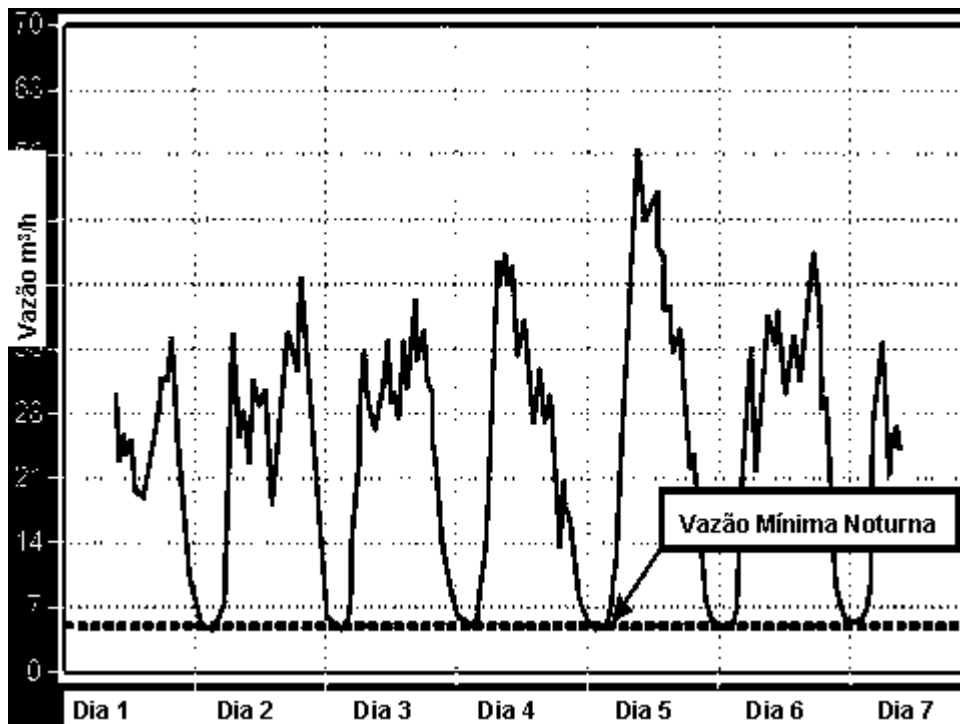


Figura 3.27 – Sistema que não apresenta sérios problemas referente a vazamentos

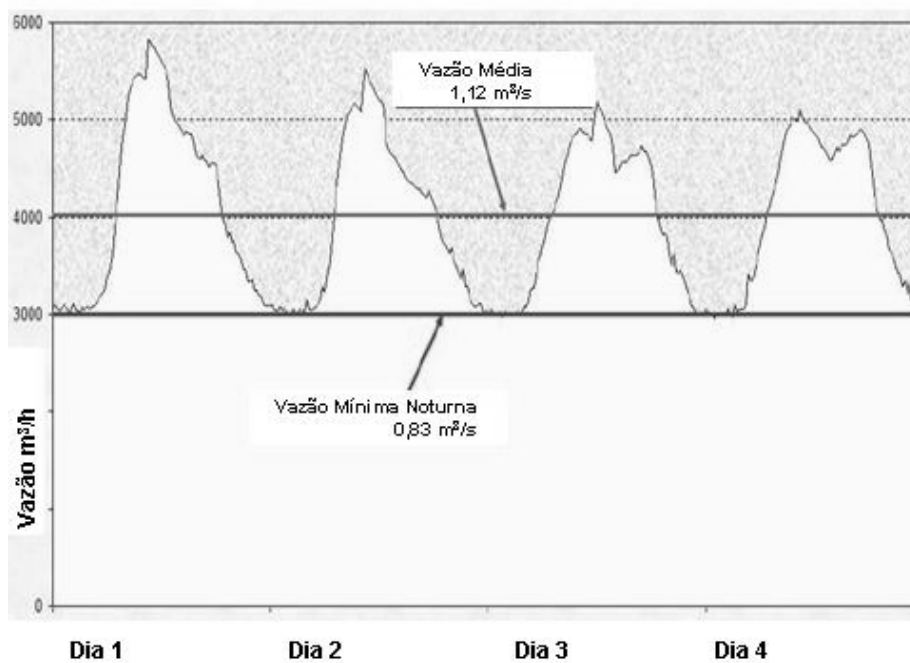


Figura 3.28 – Sistema que apresenta problemas referente a vazamentos – Sistema sem Controle de Perdas, dados iniciais - Julho de 2003 (MCKENZIE, 2006)

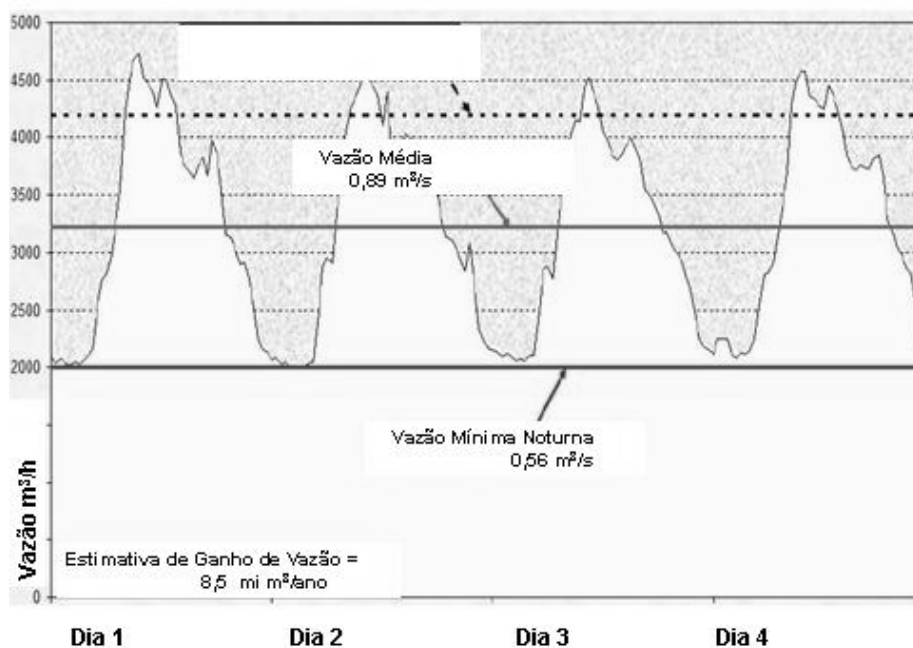


Figura 3.29 – Sistema Após o Controle de Perdas, dados finais - Julho de 2005 (MCKENZIE, 2006)

### Controle, Redução e Gerenciamento de Perdas

A instalação de válvulas redutoras de pressão, tem demonstrado resultados satisfatórios com este tipo de estratégia.

No Quadro 3.5 a seguir, FANTOZZI (2009) apresenta casos de controle e redução com a aplicação da redução da pressão – com a instalação de VRP's, em vários países.

<b>País</b>	<b>Prestador ou Sistema</b>	<b>Número de Setores com Controle de Pressão</b>	<b>Avaliação Inicial da Pressão Máxima (mca)</b>	<b>Redução % Média da Pressão Máxima</b>	<b>Redução % Média de Novos Arrebitamentos</b>	<b>Tubulação (T) ou Ligação (L)</b>
<b>Austrália</b>	<b>Brisbane</b>	1	100	35	28	T, L
	<b>Gold Coast</b>	10	60 a 90	50	60	T
	<b>Yarra Valley</b>	4	100	30	70	L
<b>Bahamas</b>	<b>New Providence</b>	7	39	34	28	T
<b>Bosnia</b>	<b>Gracanica</b>	3	50	20	40	T, L
					59	L
<b>Brasil</b>	<b>CAESB</b>	2	70	33	58	T
	<b>SABESP ROP</b>	1	40	30	24	L
	<b>SABESP MO</b>	1	58	65	38	T
	<b>SABESP MS</b>	1	23	30	80	T
	<b>SANASA</b>	1	50	70	29	L
	<b>SANEPAR</b>	7	45	30	64	T
						64
<b>Canadá</b>	<b>Halifax</b>	1	56	18	23	T
					23	L
<b>Colombia</b>	<b>Armenia</b>	25	100	33	50	T
	<b>Plamira</b>	5	80	75	50	L
	<b>Bogotá</b>	2	55	30	94	T, L
<b>Chipre</b>	<b>Lemesos</b>	7	53	32	45	T
					40	L
<b>Inglaterra</b>	<b>Bristol Water</b>	19	62	40	40	T
	<b>United Utilities</b>	10	48	32	55	L
<b>Itália</b>	<b>Torino</b>	1	69	10	72	T
	<b>Umbra</b>	1	130	39	75	L
<b>EUA</b>	<b>American Water</b>	1	199	36	45	T, L
<b>Total ou Média</b>		110		37	51	

Quadro 3.5 - Casos de controle e redução de perdas com redução de pressão (THORNTON et al, 2006 apud FANTOZZI, 2009 modificado)

### Considerações (i)

- o IVI não informa diretamente se o regime de pressão operacional se apresenta:
  - inapropriada (picos)
  - excessiva
  - anti-econômica
- assim, o controle de pressão deve ser considerado independente do valor

do IVI;

- isto conduz a uma 'dupla' abordagem – *benchmarking* e gerenciamento das perdas reais - Figura 3.30.

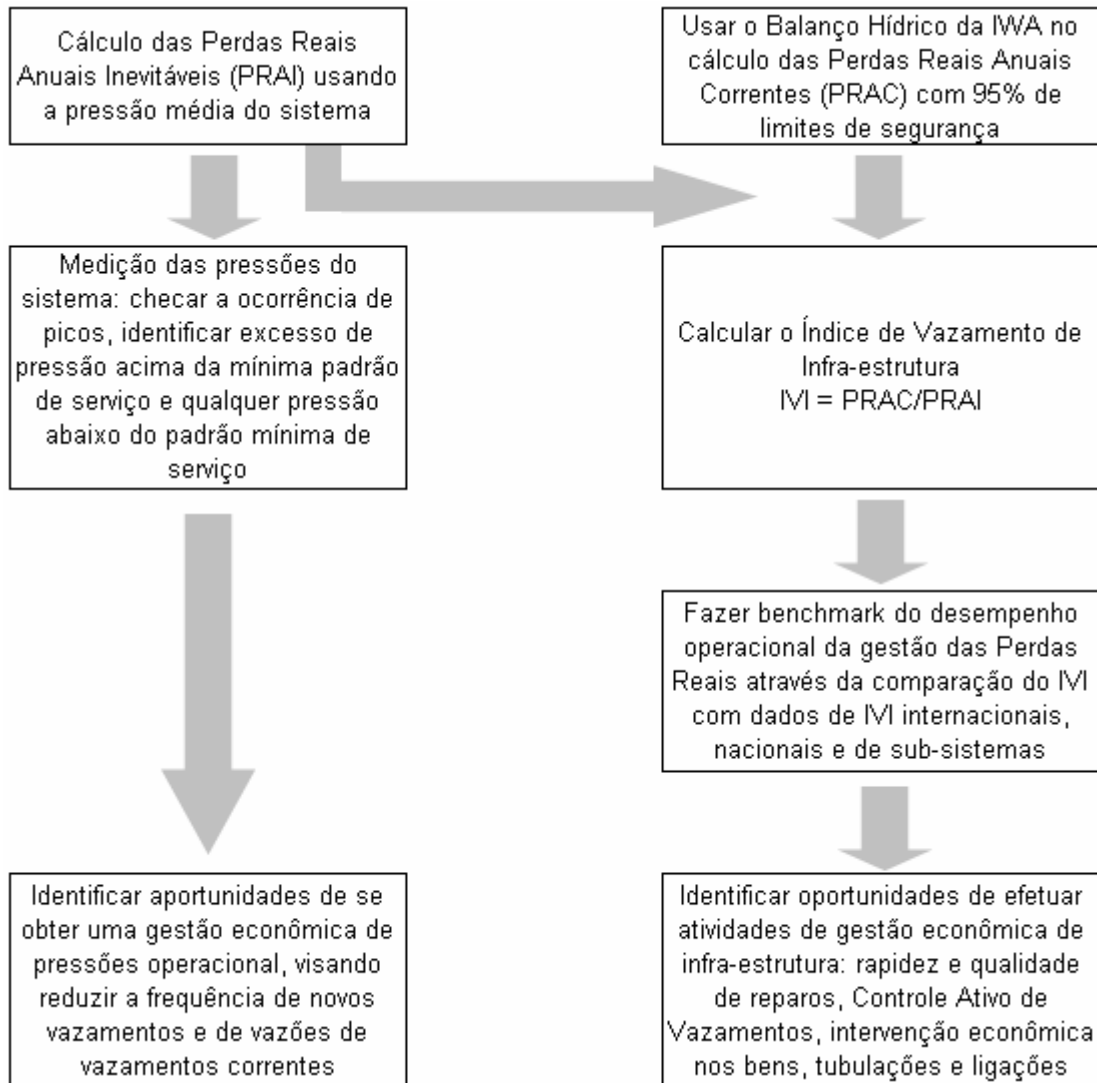


Figura 3.30 – Dupla abordagem em *Benchmarking* e Gerenciamento de Perdas Reais (LAMBERT, 2004)

### Considerações (ii)

- excesso de pressões não são benéficas;
- a redução do excesso de pressões e picos irão:
  - reduzir o número de novos vazamentos e arreventamentos por ano, assim como custos anuais de reparos;

- reduzir as vazões incidentes em todos os vazamentos existentes – melhor forma de redução dos vazamentos inerentes (não detectáveis);
- ajudam a adiar a reposição de tubulações e ligações.

### Modelagem do gerenciamento da pressão

- Ganho e retorno pode ser previsto com confiança através do uso de software, disponível e utilizado desde 1995:
  - usando os conceitos de FAVAD e BABE
  - em Zonas de Medição e Controle, usando o PRESMAC<sup>33</sup>
- a vazão de vazamento varia com a pressão na razão  $P^{N1}$ 
  - valores de N1 entre 0,5 e 1,5 podem ser pré-selecionados

A Figura 3.31 ilustra a redução do número de arrebentamentos após o controle de pressões em determinado sistema.

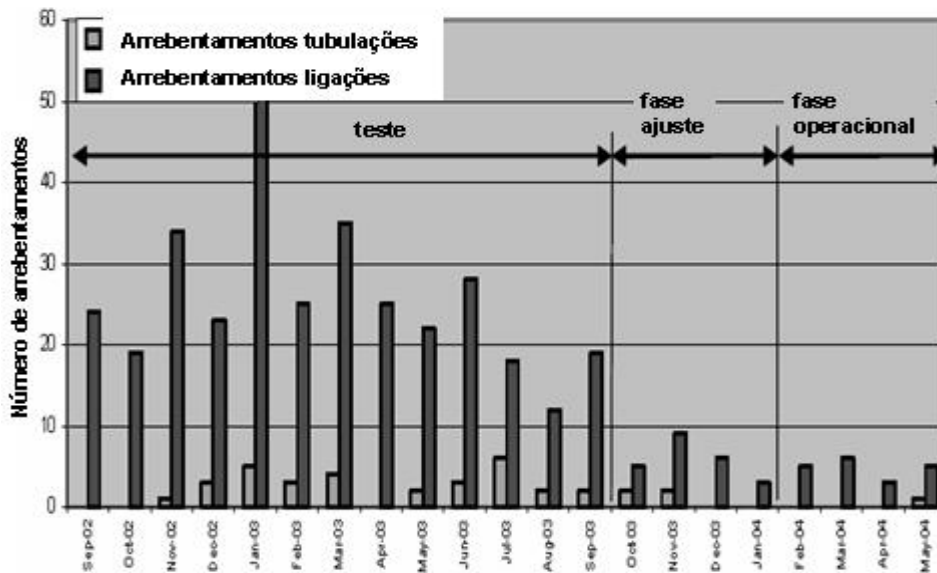


Figura 3.31 – Controle de pressões - arrebentamentos em tubulações e ligações (LAMBERT, 2004)

<sup>33</sup> PRESMAC - Modelo concebido para estimar o potencial para a gestão de pressão em uma zona de pressão baseado no fluxo registrado e nas pressões sobre um período representativo de 24 horas.



### 3.6.9 Influência do Tempo nas Perdas Reais

O volume anual de perdas reais decorrentes de vazamentos visíveis e não-visíveis depende do número de vazamentos, sua magnitude, da pressão operacional, e provavelmente o mais importante, o tempo total a que o vazamento é permitido ocorrer. Todos os vazamentos são dependentes da pressão – maior pressão, maior ocorrência de vazamentos.

#### Redução do Tempo de Ocorrência de Vazamentos

O tempo total de ocorrência do vazamento é compreendido por três elementos:

- **Tempo de conhecimento** (*awareness time*) – tempo necessário ao prestador de identificar e reconhecer a existência do vazamento, parâmetro fortemente influenciado pela presença (existência) ou ausência (inexistência) de um programa de controle ativo de vazamentos.
- **Tempo de localização** (*location time*) – tempo gasto a localizar com precisão o vazamento uma vez que o prestador está ciente da sua existência.
- **Tempo de reparo** (*repair time*) – tempo necessário a realizar o reparo que interrompe o vazamento, uma vez que a localização do vazamento já foi realizada. Deve-se considerar como não somente o tempo de paralisação do vazamento ou da ação do reparo, mas também todo o tempo necessário ao encaminhamento da solicitação do trabalho de reparo (ordem de serviço), programação e planejamento do reparo, comunicação aos consumidores e outras atividades, as quais podem levar dias ou semanas, dependendo da política empregada pelo prestador.

O desenvolvimento de uma estratégia da redução de perdas reais – visíveis e não visíveis, deve ser baseada neste conceito de Conhecimento, Localização e Reparo (CLR) – em inglês *Awareness, Location e Repair* (ALR). Este conceito define que qualquer perda proveniente de vazamentos, extravasamentos, hidrômetros defeituosos, ou outras origens apresentarão as três fases como a Figura 3.32.

---

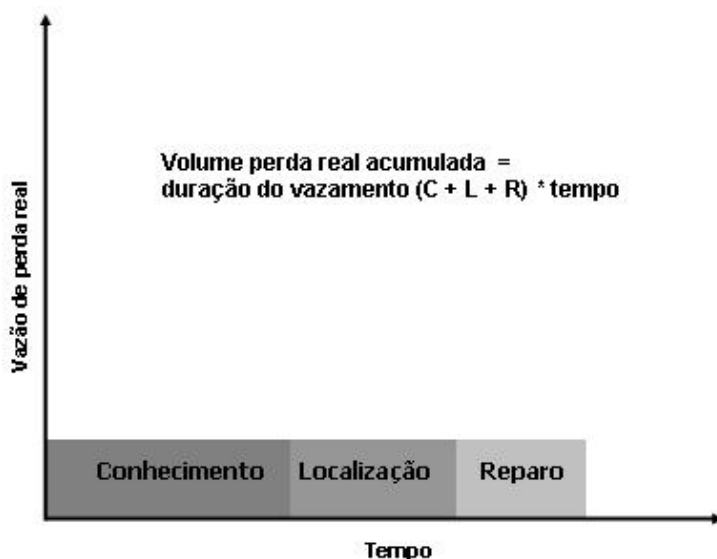


Figura 3.32 – Efeito do tempo no volume total perdido – perdas reais (LAMBERT, 2002 modificado)

O volume de perdas continuará a crescer até que o prestador se mobilize ao problema, localizando os pontos de origem dos vazamentos e efetivamente resolvendo através de reparos e outros procedimentos.

Muitas perdas ocorrem por conta de uma fraca ou reduzida manutenção, assim visando a redução dos elementos ‘conhecimento, localização e reparo’, um quarto elemento necessário, seria a ‘manutenção’ do sistema. Manutenção é ponto crítico para se estabelecer um bom padrão nas condições do sistema e na redução da incidência de novos vazamentos, falhas em hidrômetros, vazamentos de reservatórios e outros problemas.

A Figura 3.33 reproduz o impacto que o tempo de duração da mobilização, localização e reparo incide no volume total de perdas de um vazamento. Através de três exemplificações é possível identificar os resultados<sup>34</sup> do impacto do tempo de duração de diferentes vazamentos no volume total de perdas no sistema.

No primeiro caso, o rompimento na tubulação, é de fácil localização e de rápido reparo e, na realidade, contribui com uma pequena parcela do volume anual de

<sup>34</sup> Estudo realizado no Reino Unido em 1994 (*Leak Location and Repair*, Guidance Notes IWA, 2007).

perdas. A razão para isto é que, embora tais vazamentos apresentem vazamentos de grandes vazões, o prestador atende rapidamente a tal ocorrência e o fluxo no trecho é imediatamente interrompido. Assim, o volume do vazamento é relativamente pequeno. Inversamente, pequenos vazamentos, sobretudo nas ligações prediais, geralmente contribuem como a maior parcela do volume total de perdas reais devido ao longo tempo médio de duração. Pequenos vazamentos podem durar semanas, meses, e até mesmo anos, antes de serem descobertos e reparados. E o parâmetro pressão está diretamente relacionada com a vazão.

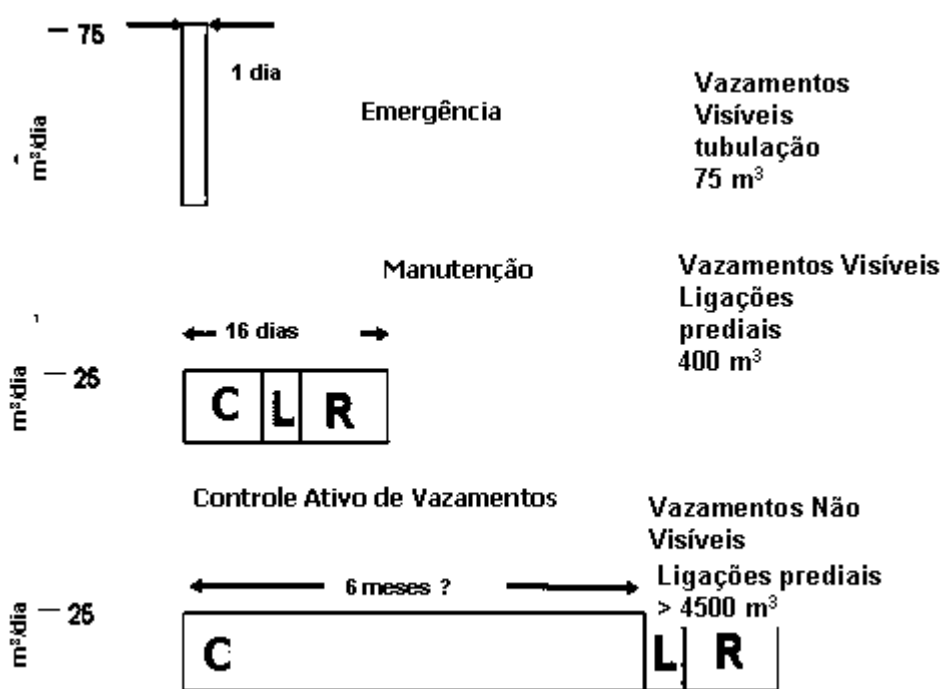


Figura 3.33 – Efeito do tempo de duração nos tipos de vazamentos – Conceito de Conhecimento, Localização e Reparo (CLR) (LAMBERT, 2004 modificado)

No desenvolvimento de estratégias de gerenciamento das águas não-faturadas (NRW) – consumo autorizado não faturado, perdas reais e aparentes, a redução de perdas não é um processo de curto-prazo, especialmente em sistemas antigos, grandes ou que apresente altas pressões. Um cronograma de implementação de cada componente estratégico deve ser traçado, com a possibilidade de que algumas atividades necessitem de anos (do que meses) para serem implantadas. **A prática demonstra que estratégias que durem de quatro a sete anos são razoáveis – menor que 4 anos é muito ambicioso, e maior que 7 anos não será um plano econômico. Projetos pilotos** podem auxiliar aos gerentes de um prestador, promovendo uma melhor compreensão da elaboração do orçamento

necessário e que cubra a implementação de uma estratégia completa (FARLEY, 2008).

Para o engenheiro Julian Thornton (SANEAS, 2007), um dos maiores desafios em um sistema grande, é a compartimentação do sistema, desagregando a rede de distribuição de água e para gerenciar em partes pequenas. Cita que a Inglaterra conseguiu diminuir as perdas reais em cinco anos.

### **3.6.10 Controle Ativo de Vazamentos**

O controle ativo de vazamentos (*Active Leakage Control - ALC*) é a mobilização por parte do prestador para localizar vazamentos que não foram relatados por consumidores ou outros meios.

Os principais métodos do controle ativo de vazamentos são:

◆ pesquisa e detecção regular de vazamentos – varredura com início numa extremidade do sistema de distribuição e pesquisando para outro extremo utilizando as seguintes técnicas:

- escuta de vazamentos nas tubulações e acessórios
- leitura dos macromedidores das zonas de medição de controle para identificar a alteração das vazões noturnas
- correlacionador de ruídos

◆ monitoramento de vazamento – estabelece prioridades nas atividades de detecção de vazamentos. Se tornou uma das atividades com melhor custo-benefício (e uma das mais amplamente praticada) em gerência de vazamentos.

A Figura 3.34 ilustra a situação de um sistema antes da execução do controle ativo de vazamentos. Na Figura 3.35, em situação após o reparo de vazamentos.

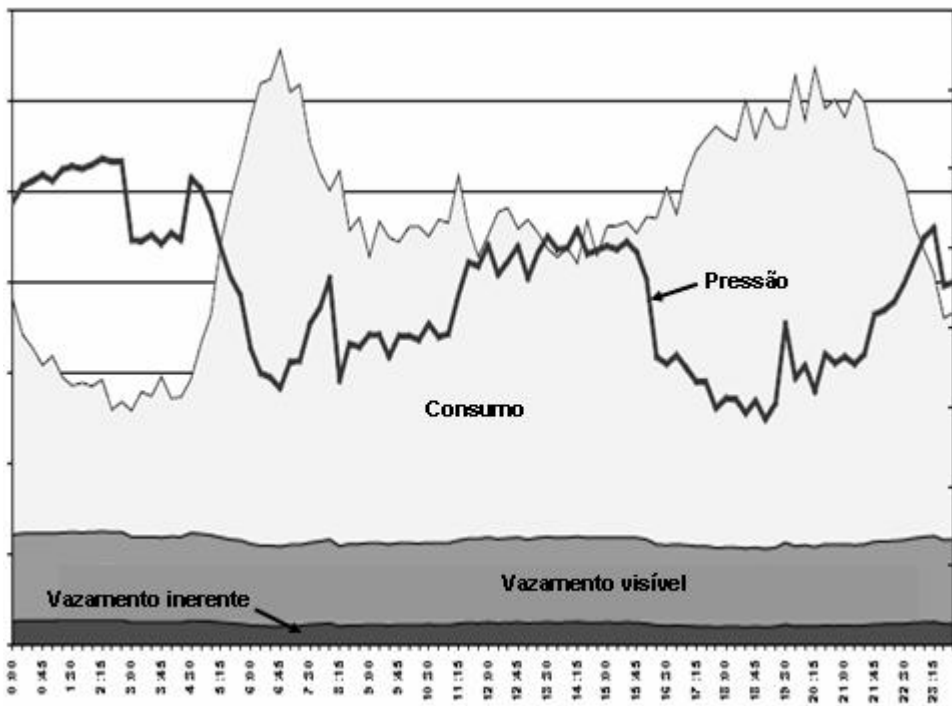


Figura 3.34 - Distritos são classificados por prioridade<sup>35</sup> na detecção de vazamentos e reparos – situação antes do controle ativo de vazamentos

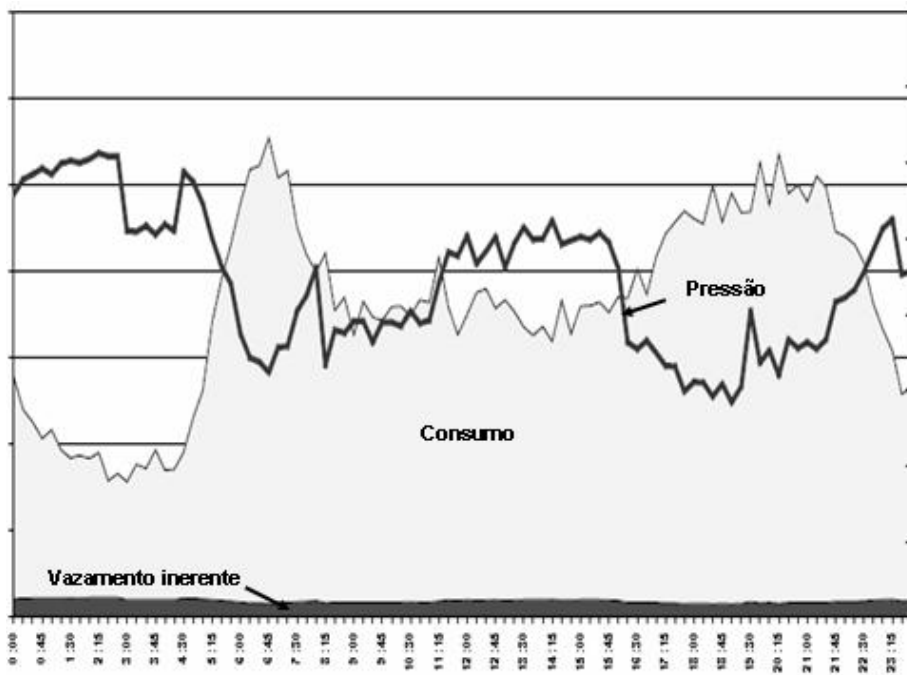


Figura 3.35 – Vazão e pressão após o reparo de vazamentos e com redução do IVI

<sup>35</sup> A prioridade pode ser pela ocorrência da intermitência no abastecimento de determinadas áreas.

As práticas que os gestores de serviços de água empregam para determinar vazamentos no sistema de distribuição, podem ser categorizadas por dois modos operacionais:

1 – **Controle Ativo de Vazamento**: modo operacional no qual o prestador implanta recursos e equipamentos para detectar de forma ativa vazamentos não-visíveis. O controle ativo de vazamentos apresenta vários benefícios:

- redução de vazamentos, com conseqüente redução de custos de tratamento da água e de consumo de energia elétrica.
- redução de vazamentos pode ajudar a evitar ou adiar despesas de investimentos necessários à implantação de novas captações para o abastecimento visando atender as áreas de expansão.
- ajuda à prevenção de danos á infra-estrutura, caso os vazamentos sejam localizados e reparados antes que possam causar estragos catastróficos.
- redução da suscetibilidade/deficiência ao prestador.
- aumento dos padrões de oferta e de confiabilidade.
- impacto positivo sobre a percepção pública do prestador de serviços.
- possível redução do montante de água tratada que penetra no sistema de esgotamento sanitário – o qual aumenta de forma desnecessária a vazão a ser encaminhada ao sistema de tratamento de esgotos (FARLEY et al, 2008).

2 – **Controle Passivo<sup>36</sup> de Vazamentos**: modo praticado<sup>37</sup> em resposta a vazamentos que levam à atenção do prestador, normalmente quando se tornam visíveis na superfície ou causam alguma queda na pressão na rede de distribuição, com reflexos no atendimento ao consumidor. Segundo essa prática operacional, o prestador não procura identificar ativamente vazamentos que não são visíveis ou que não causam problemas de abastecimento. Assim, **em circunstâncias normais, o volume total oriundo de vazamentos vai continuar a subir até que a detecção passiva de vazamentos seja usada para controlar o volume de perdas reais.**

---

<sup>36</sup> Também chamado Controle Reativo de Vazamentos.

<sup>37</sup> Segundo THORNTON (et al, 2008), este modo operacional é praticado pela maioria dos prestadores da América do Norte, quer economicamente justificado ou não.

## ***Fundamentos dos Vazamentos***

É importante que a equipe de gerência de perdas do prestador de serviços de abastecimento de água compreenda as características fundamentais das ocorrências de vazamentos e os meios apropriados para o seu controle.

### **Tipos de vazamentos**

Assim como existem muitos tipos diferentes de infra-estrutura utilizadas em um sistema de distribuição, também existem muitos tipos diferentes de vazamentos que podem ocorrer em um sistema de distribuição:

- quebra ou fratura na tubulação
- fendas ou trincas na tubulação
- pontos de corrosão na tubulação
- vazamentos em juntas
- vazamentos em acessórios da rede
- vazamentos em hidrantes, ventosas

### **Detecção por Pesquisa Acústica de Vazamentos**

As frequências sonoras do vazamento podem variar dependendo do tipo de vazamento, do tipo de tubulação, material do assentamento e densidade de ligações, e se uma cavidade cheia de água se formou em torno do vazamento. De uma forma geral, existem três tipos de causas que caracterizam as frequências dos ruídos (THORNTON et al, 2008):

- ruído de atrito
- ruído de jorrar a água
- ruído de impacto

### **Fatores que Influenciam a Qualidade do Ruído do Vazamento (ARIKAWA, 2005)**

- pressão
- material e diâmetro da tubulação
- tipo de solo
- tipo de superfície - cobertura do passeio, do arruamento

- tráfego, consumo dos consumidores, ar condicionados, geradores, trens, compressores, transformadores, etc

### ***Equipamentos de Detecção de Vazamentos***

Os equipamentos de detecção de vazamentos estão disponíveis em uma ampla gama de tecnologias, recursos e preços. Consequentemente, uma boa compreensão da natureza e da ocorrência das perdas reais permite que o operador escolha a tecnologia mais apropriada. É muito importante frisar que mesmo um equipamento de detecção caro e altamente sofisticado pode não fornecer uma solução adequada para o problema de vazamento, se o prestador não perceber a real dimensão e natureza das ocorrências dos vazamentos em seu sistema de distribuição. Uma análise de custo confiável deve ser realizada antes de fazer um grande investimento em equipamentos de detecção de vazamentos.

O fator mais importante para o sucesso na detecção de vazamentos utilizando qualquer tipo de equipamento é a experiência da equipe (de detecção de vazamentos), em usar o equipamento disponível e a interpretação dos resultados recebidos pelo equipamento. O operador deve ser treinado para compreender não somente como usar o equipamento acústico de detecção, mas também suas limitações. Somente então, é que o operador conseguirá adequar o procedimento de vistoria do vazamento, de forma a combinar as capacidades do equipamento para as distâncias as quais os ruídos do vazamento normalmente se propagam no sistema de distribuição. Por exemplo, se a detecção é realizada a cada 200 metros, porém as tubulações são de plástico com uma baixa propagação do som, ocorre uma boa chance de se perder a detecção de um vazamento existente, a não ser que o vazamento esteja ao lado de um hidrante ou de um acessório que pode facilitar a repercussão do ruído.

Cada sistema de distribuição de água, e cada setor ou zona do sistema (tipo de materiais, níveis de pressão), deve ser tratado dentro de seu próprio mérito. Detecção acústica pode ser uma técnica simples, mas o planejamento deve ser feito por alguém que compreenda as capacidades e limitações do equipamento e pessoal, e as características das ocorrências de vazamentos no sistema de distribuição.



## Equipamentos de Detecção Acústica de Vazamentos

- haste de escuta – com amplificador mecânico ou eletrônico
- geofone – mecânico ou eletrônico - Figura 3.36
- correlacionador de ruídos - Figura 3.37
- sensores acústicos de vazamentos (loggers) - Figura 3.38



Figura 3.36 - Geofone Eletrônico (cortesia LAMON 2009)



Figura 3.37 - Correlacionador de Ruídos Multiponto (cortesia LAMON 2009)



Figura 3.38 - Data-Logger de Ruído (cortesia LAMON 2009)

### **Equipamentos de Detecção Não-acústica de Vazamentos**

- traçador a gás
- radar de penetração no solo

### **Equipamentos de Detecção Vazamentos para Adutoras**

- sensores inseridos nas adutoras
- fibra ótica
- tecnologia de infravermelho

#### **3.6.11 Metodologias de Avaliação das Perdas Reais**

Através do monitoramento contínuo da vazão noturna, pode se observar a ocorrência de novos vazamentos na rede e nas ligações. O prestador, por conseguinte, não pode perder de vista a inevitável possibilidade da depreciação da infraestrutura pelos anos de uso.

As abordagens de avaliação podem seguir duas linhas: *top-down* e *bottom-up*. A aplicação da abordagem *top-down* consiste na avaliação das necessidades de

intervenção, inicialmente para a globalidade do sistema, depois por grandes subsistemas e progressivamente em menores áreas, com a definição de ZMC's. A abordagem *bottom-up* por outro lado, propicia a seleção de pequenas áreas, claramente mais problemáticas e a necessitar de uma intervenção urgente – para que futuramente venha a se elaborar o planejamento estratégico de controlo ativo de perdas, numa abordagem *top-down*, por exemplo. Assim, pode-se considerar como três os métodos de avaliação e determinação das Perdas Reais (THORNTON, 2001):

- Abordagem *top-down* aplicando o Balanço Hídrico (mais comum);
- Análise dos componentes (requerida pelo Banco Mundial);
- Abordagem *bottom-up* aplicando o monitoramento da vazão noturna (muito utilizada nos EUA e Reino Unido).

As soluções, ou direção de soluções são melhor identificados através da aplicação de auditorias. Cada aperfeiçoamento na obtenção dos dados e resultados, a margem de incerteza entre os métodos tende a se reduzir.

### **3.7 USO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO DA IWA PARA O ESTABELECIMENTO DE METAS**

Existem vários indicadores de desempenho. O mais adequado depende da finalidade. Isto foi reconhecido no relatório da IWSA - *International Water Supply Association*<sup>38</sup> - em 1991, onde comparações de termos de perdas em percentuais, por quilômetro de tubulação e por ligação foram apresentadas e discutidas, sem se chegar a alguma conclusão ou recomendação. Entretanto, dez anos mais tarde, através do relatório internacional da IWA sobre gerenciamento e técnicas de controle de perdas de água, foi considerada a orientação na seleção de indicadores de desempenho para fins específicos.<sup>39</sup> Assim, no ano de 2000, a *International Water Association* – IWA publicou o *Performance Indicators for Water Supply Services* - Indicadores de Desempenho para Sistemas de Abastecimento de Água<sup>40</sup>.

---

<sup>38</sup> Associação anterior a IWA – *International Water Association*.

<sup>39</sup> Padronização internacional das unidades de medição l/s ou m<sup>3</sup>/h no monitoramento da vazão noturna, por exemplo.

<sup>40</sup> Em português: Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água – AILEGRE, et al, LNEC, 2004

Dando continuidade às iniciais considerações dos anos 1990's, a introdução de técnicas de análise de componentes, atualmente se leva em conta o monitoramento da vazão noturna para a localização de vazamentos seguindo os seguintes passos:

- identificar o 'menor valor' de vazão noturna em l/s ou m<sup>3</sup>/h, após a rápida reparação ou desativação de todos os vazamentos;
- comparar o 'menor valor' ao valor minimorum de vazão noturna que pode ocorrer, considerando o vazamento inerente (obtido pelo comprimento de tubulação, número de ligações, pressão média noturna), e o consumo noturno (obtido pela população residente, número e tipo de ligações comerciais, etc);
- caso o 'menor valor' de vazão noturna for próximo ao valor minimorum, monitorar a vazão noturna e identificar o excedente em l/s ou m<sup>3</sup>/h, e aplicá-lo como base na intervenção da localização do excesso.

### **3.7.1 Água Não-Faturada: Indicadores Financeiros de Desempenho**

O indicador de desempenho para água não faturada preconizado pelo manual de boas práticas da IWA, recomenda que o:

→ Volume de água não-faturada expresso como percentual do volume de água entrada no sistema<sup>41</sup> seja considerado um indicador de desempenho financeiro, não devendo ser considerada na avaliação do desempenho na gestão operacional das perdas reais. Deve-se avaliar e analisar os componentes da água não-faturada separadamente.

Dados internacionais de água não faturada em termos de volume (%), tipicamente apresentam variações de valores menores de 5% a maiores de 50%. São várias as razões para esta larga faixa de variação, não apenas eficiência de gerenciamento e condições de infra-estrutura (FARLEY, 2003):

---

<sup>41</sup> Água não faturada em termos de volume (%) = (Água não faturada / água entrada no sistema) x 100, durante o período de referência (recomenda-se que este indicador não seja calculado para períodos inferiores a um ano, porque os valores obtidos podem induzir a erros de interpretação. Se por algum motivo o período de referência utilizado for inferior a um ano, as comparações internas (no mesmo prestador) devem ser feitas com prudência e devem ser evitadas comparações externas com outros prestadores.

- a política de gerenciamento econômico de água não-faturada depende do custo e do benefício da água;
- o alto consumo diminui o percentual de água não-faturada;
- o abastecimento intermitente reduz o tempo de pressurização do sistema e de vazamentos, porém não é boa prática, pois reduz a vida útil da infra-estrutura;
- as perdas aparentes são influenciadas pelo tipo de medidor, e pelo fato de o consumidor ser abastecido diretamente ou por caixa d'água (abastecimento indireto);
- as pressões médias operacionais variam de cerca de 20 mca a mais de 100 mca, e as perdas médias reais variam aproximadamente e linearmente com a pressão (sistemas grandes com tubulações de variados materiais);
- em alguns sistemas ocorrem perdas reais nas redes troncos e nos reservatórios;
- as perdas reais podem ser decorrentes de vazamentos nas tubulações internas dos consumidores, dependendo da localização do hidrômetro.

Por muitos anos, a água não-faturada tem sido citada em termos percentuais. Muitos não-especialistas, como políticos e a imprensa, acreditam, de maneira equivocada, que esta é a forma mais expressiva de medição de desempenho para água não-faturada e todos os seus componentes. Metas são definidas ou sugeridas, em âmbito nacional em termos percentuais. Embora isto seja sem dúvida melhor do que não definir metas de uma forma geral, isto diferencia contra os prestadores que apresentam baixo consumo e pressões mais altas que a média operacional (devido à topografia).

Grupos técnicos na Alemanha (DVGW<sup>42</sup>) e no Reino Unido têm, por muitos anos, dado atenção à indevida influência do consumo e, alterações de consumo, quando as perdas são expressas em percentual do volume de entrada no sistema. A agência econômica reguladora do Reino Unido, a OFWAT (*Office of Water Services*) e o *South African Bureau of Standards* decidiram, mais recentemente, contra o uso de percentual para realizar comparações de desempenho em perdas reais. O manual da IWA declara especificamente que percentuais de volume são inadequados para determinar desempenho no gerenciamento operacional das perdas reais.

MIRANDA (2003) afirma que, do ponto de vista da avaliação do desempenho operacional, no que se refere ao controle das perdas de água, o 'Índice de Perdas de

---

<sup>42</sup> DVGW - *Deutsche Vereinigung des Gas und Wasserfaches* – Associação Alemã de Gás e de Abastecimento de Água, com sede em Bonn.

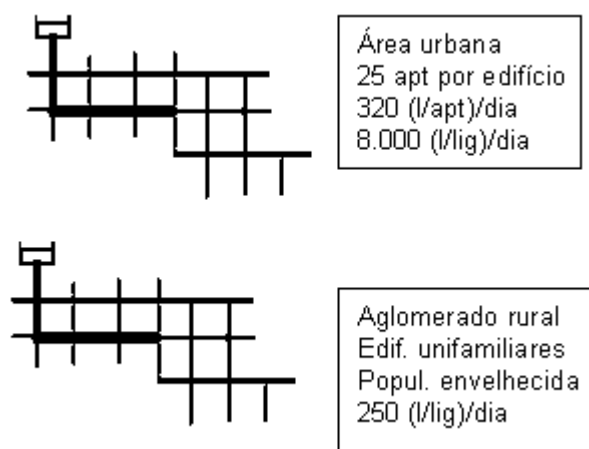
Faturamento' é um indicador inadequado. O mesmo deve ser utilizado para avaliação do desempenho comercial/financeiro<sup>43</sup>, nunca para avaliar desempenho operacional.

E conclui, de forma a contribuir para a mudança de paradigma em relação ao referido indicador, sugerindo a alteração de seu nome para Indicador de Águas não Faturadas por Volume (nível básico) e Indicador de águas não Faturadas por Custo (nível intermediário).

### 3.7.2 Inconvenientes do uso de indicadores expressos em percentagens

A percentagem do volume de entrada no sistema é o indicador de desempenho técnico relativo a perdas mais utilizado em todo o mundo, por ser aparentemente o de cálculo e interpretação mais simples. Contudo, este indicador tem o grande inconveniente de não levar explicitamente em consideração fatores de escala. Por esta razão, a IWA considera que as perdas reais expressas como percentagem do volume de entrada no sistema, não constitui em indicador de desempenho técnico apropriado. Isto deve-se, sobretudo, à influência do consumo.

ALEGRE et al (2005) ilustrando esta idéia considerando dois sistemas hipotéticos esquematizados na Figura 3.39 que são compostos por tubulações de mesmo material, da mesma idade, com os mesmos diâmetros, no mesmo estado de conservação e com o mesmo número de ligações; além disso submetidos aproximadamente à mesma pressão de serviço. Nestas circunstâncias, poderia se admitir que o volume de água perdido anualmente por vazamentos seria idêntico.



<sup>43</sup> Cabe lembrar que, até um passado recente, no Brasil essas perdas eram denominadas de

Figura 3.39 - Redes iguais solicitadas de forma diferente (ALEGRE et al, 2005)

O valor de perdas reais por ligação e por dia seria idêntico em ambas as situações. Apenas o consumo diário por ligação seria diferente.

Admitindo-se, por hipótese, que uma das redes abastece residências unifamiliares sem jardim, onde moram em média duas pessoas, com um consumo médio de 250 (l/lig)/dia, enquanto que a outra rede abastece edifícios de apartamentos com 25 apartamentos por edifício, com um consumo médio de 320 (l/apt)/dia (8000 (l/lig)/dia).

Admitindo, a título de exemplo, um valor de perdas reais de 100(l/lig)/dia, correspondendo a bom desempenho técnico, a percentagem de perdas resultante seria de 29% no caso das unifamiliares e de apenas 1% para o caso da área de edifícios de apartamentos.

Este exemplo, embora exagerado na caracterização, ilustra bem como a análise da situação através do indicador percentual de perdas levaria a uma conclusão errada de que o sistema das unifamiliares estaria em muito piores condições do que o de edifícios.

LAMBERT (1998 apud MIRANDA 2003) em uma análise sobre as formas mais apropriadas para se fazer comparações de desempenho apresentou os seguintes comentários:

- i) todos os cálculos devem relatar, inicialmente, as perdas reais como volume/ano;
- ii) a mais imprópria forma de se comparar o desempenho técnico é a perda como um percentual do volume anual;
- iii) essa forma foi rejeitada pelos comitês técnicos na Grã Bretanha, Alemanha, EUA e África do Sul, porque é fortemente influenciada pelo consumo;
- iv) trata-se de uma forma contrária aos interesses do gerenciamento da demanda, uma vez que, quanto maior o consumo, menor é a perda em percentual. O Quadro 3.6 apresenta um exemplo hipotético mostrando que é possível haver perdas percentuais bastantes diferentes, mesmo num

---

'perdas comerciais'.

cenário em que os volumes perdidos sejam absolutamente iguais. E ainda, que os valores das perdas expressos em termos de percentual podem reduzir-se na medida em que se aumenta o consumo.

No Quadro 3.6 pode-se observar que os maiores consumos resultam em menores índices de perdas. Este é um dos problemas na utilização de indicadores em percentual.

Situação típica do país	Consumo de per capita	Consumo de 250.000 hab.	Perdas p/ 1.000 km de redes à 10 m3/dia	Produção (consumo + perdas)	Perdas como % do volume global
	litros/hab.dia	m3/dia	m3/dia	m3/dia	%
Distrito Africano	25	6.200	10.000	16.200	62
Jordânia	50	12.500	10.000	22.500	44
Ramallah, Palestina	100	25.000	10.000	35.000	27
Grã Bretanha e Alemanha	150	37.500	10.000	47.500	21
Espanha	200	50.000	10.000	60.000	17
Itália	250	62.500	10.000	72.500	14
Japão	300	75.000	10.000	85.000	12
EUA	400	100.000	10.000	110.000	9

Quadro 3.6 – Exemplo hipotético de perdas em percentual comparadas com perdas em volume/dia (LAMBERT, 1998 apud MIRANDA, 2003)

A indevida influência do consumo, e alterações no consumo, é demonstrada na Figura 3.40. O eixo x apresenta o consumo por ligação por dia, considerando desde 250 (l/lig)/dia (Malta) a valor maior de 8.000 (l/lig)/dia (Singapura). A curva representa perdas reais de 200 (l/lig)/dia - valor médio internacional recente de referência.

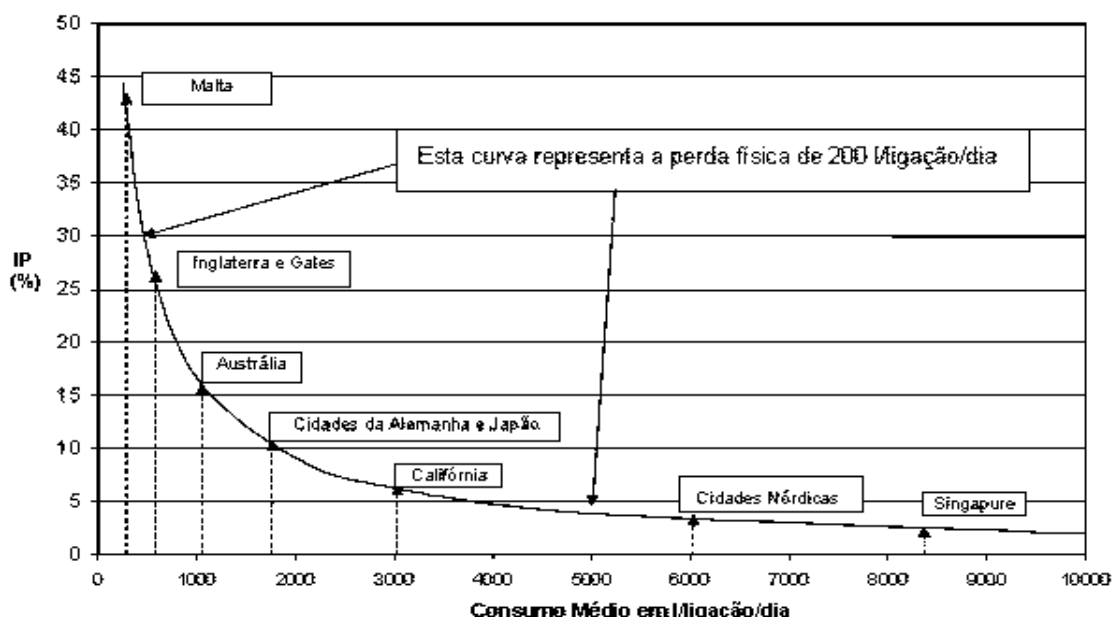


Figura 3.40 – A influência do consumo nas perdas reais expressas em percentual do volume de entrada no sistema (LAMBERT, 1999 apud FARLEY 2003)



A depender do consumo por ligação, o mesmo volume de perdas reais pode, em termos percentuais, apresentar valores na faixa de 44% a 2,4%. Desta forma, países com relativo baixo consumo, como Malta, Inglaterra e País de Gales (FARLEY, 2003), e muitos outros países em desenvolvimento, podem apresentar altos valores de perdas quando expressos em termos percentuais. Em contraste, perdas percentuais em áreas urbanas de países desenvolvidos e que apresentam alto consumo podem ser igualmente equivocadamente interpretadas.

Quando o consumo diminui, sazonalmente ou anualmente, ou devido a medidas gerenciais de demanda, o percentual da perda real cresce, mesmo se o volume das perdas reais permanecer o mesmo. Quando o consumo cresce, o efeito oposto ocorre.

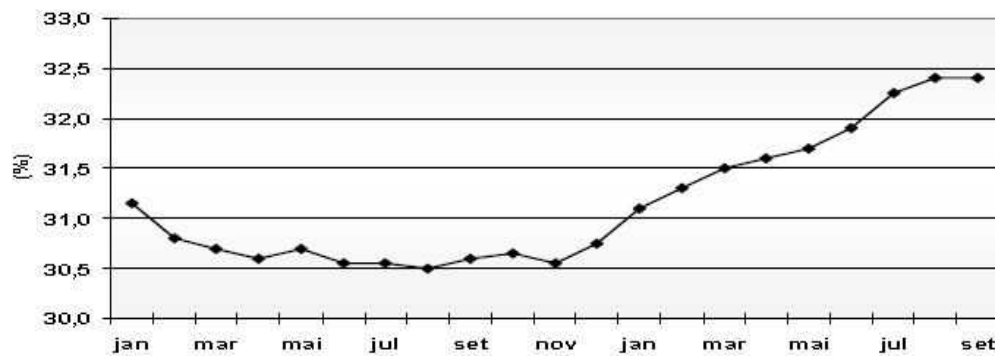
Existem também problemas na interpretação dos percentuais de perdas reais em situações de abastecimento intermitente e em se auditar metas futuras considerando termos percentuais.

A despeito de tais deficiências, alguns prestadores ainda consideram que percentuais possam ser utilizados na comparação de desempenho de ano a ano. Entretanto, seria preferível fazer tais comparações ano a ano usando um fator de escala referente à infra-estrutura de distribuição, como (l/lig)/dia.

O grupo tarefa da IWA também recomenda o indicador financeiro para água não-faturada. No cálculo, deve ser considerado o volume de cada componente principal de água não-faturada em valores locais por m<sup>3</sup>, e o valor do componente da água não-faturada deve ser expresso em percentagem do custo anual do sistema.

Um outro exemplo pode ser observado no gráfico a seguir. A Figura 3.41 ilustra a flutuação das perdas percentuais ao longo de vinte e um meses na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), sendo os doze primeiros correspondentes ao ano de 2000 e os nove meses seguintes ao ano de 2001. Segundo PARACAMPOS (2002, apud MIRANDA, 2003), o crescimento das perdas em percentual, no ano de 2001, decorreu do racionamento de água havido naquele ano, com a conseqüente redução do consumo.

### Índice Geral de Perdas – SABESP RMSP (2000-2001)



Índices per-capita: jan/00 - 170 l/hab.dia  
dez/01 - 158 l/hab.dia

8

Figura 3.41 – Exemplo de variação do indicador de perdas em percentual no sistema da RMSP (PARACAMPOS, 2002)

MIRANDA (2003), em Congresso da ABES, avalia a representatividade e credibilidade dos indicadores: *“De fato, a compreensão dos níveis de perdas ou de ganhos, em qualquer atividade, é mais facilmente assimilada quando os valores são expressos em percentual. Tradicionalmente, no Brasil e em outras partes do mundo, os indicadores em percentual são adotados principalmente por esse motivo. A mudança de paradigma, nesse caso, exige avanços no conhecimento do problema por parte de todos os atores envolvidos com os serviços: dirigentes e técnicos que atuam com a prestação dos serviços; políticos e administradores públicos, e a sociedade em geral”* ... *“Além dos atores envolvidos é preciso considerar também os objetivos do uso do indicador. Quando se trata de um uso para tomada de decisões, planejamento de ações, desenvolvimento de programas de redução e controle de perdas e avaliação de resultados, os indicadores precisam ser o mais representativo possível da realidade dos sistemas, devendo ser evitados. Ainda mais que os atores envolvidos são técnicos e dirigentes com capacidade de compreensão efetiva dos resultados”*.

E conclui: *“Pode-se concluir que a melhor situação para o Brasil ainda é manter os indicadores em percentual, ao mesmo tempo em que, paralelamente, incrementa-se o uso de indicadores mais representativos”*. Entende-se como representativos, os indicadores baseados em fatores de escala.

LAMBERT (2001 apud MIRANDA, 2003) apresenta no Quadro 3.7 valores de água não faturada por volume de entrada no sistema (%) de alguns países. Em alguns casos, apresentam-se as faixas de variação.

<b>País</b>	<b>Água Não-Faturada por entrada no sistema (%)</b>
Malásia	36,4
Itália	30 a 40
Korea	29,3
Finlândia	12 a 25
França	10 a 30
Polônia	10 a 20
Portugal	18 a 58
Noruega	40,0
Dinamarca	7,6
Tailândia	38,8
Hungria	5 a 37
EUA	5 a 37

Quadro 3.7 – Água não-faturada expressa como um percentual do volume de entrada no sistema (LAMBERT, 2001 apud MIRANDA, 2003)

### 3.7.3 Indicadores de Perdas Reais

#### Indicadores Operacionais – fator de escala por ligação ou por quilômetro

A IWA recomenda que a escolha do indicador básico operacional para perdas reais seja levado em conta o fator de escala ‘por ligação de serviço’ ou ‘por quilômetro de rede’, dependendo da densidade de ligações do sistema.

A Figura 3.42 representa graficamente o processo de seleção do indicador de desempenho (ID) na forma de um diagrama de decisão. Como a maioria dos sistemas de distribuição apresenta a densidade de ligações com valor maior que 20 lig/km de rede, ‘ligação de serviço’ normalmente é o indicador de desempenho básico operacional mais utilizado para perdas reais.

No caso de sistemas que apresentam abastecimento intermitente, este indicador deve ser expresso em ‘(l/lig)/dia quando sistema pressurizado<sup>44</sup>’. O volume

<sup>44</sup> quando sistema pressurizado – qsp.

anual de perdas reais é dividido pelo número equivalente de dias que o sistema se encontra pressurizado, preferencialmente, os 365 dias.

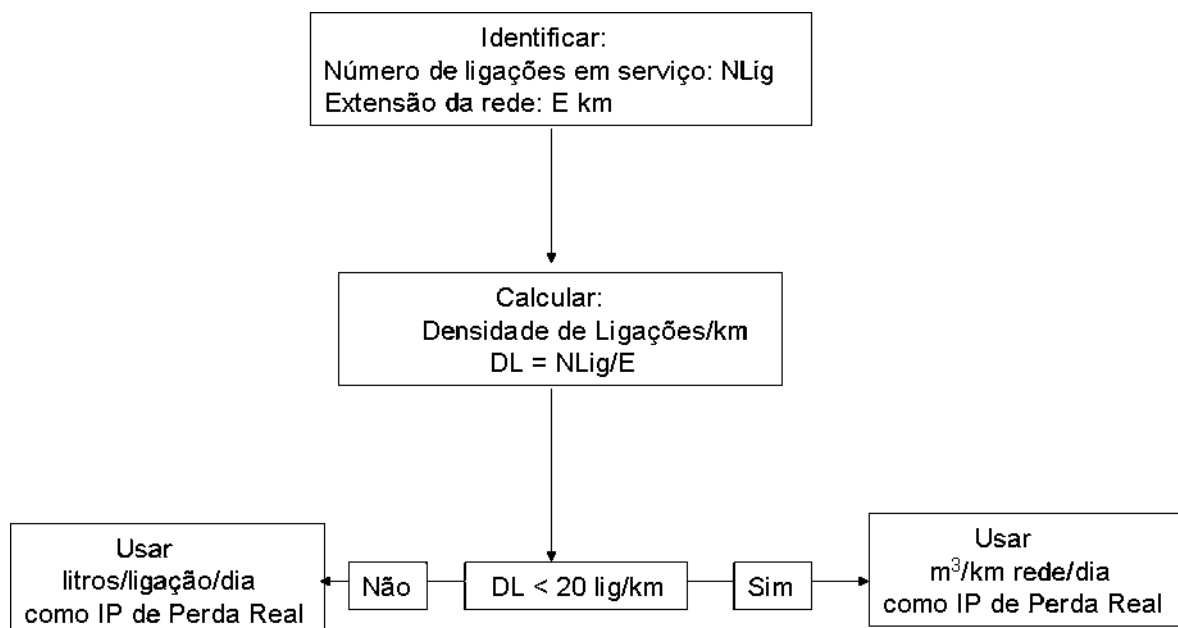


Figura 3.42 – Procedimento para determinar o Indicador de Desempenho operacional de perdas reais (IWA, 2000 apud LAMBERT 2002)

Desde as definições de ID da IWA em 2000, perdas reais em (litros/ligação)/dia, um número crescente de prestadores, países, consultores e agências financiadoras têm aceitado e mostrado interesse na utilização deste índice como o ID básico na gestão operacional das perdas reais.

GONÇALVES (1998) apresenta que o índice de maior relevância para indicar perdas é o que relaciona perda por ligação por dia (GONÇALVES, 1998).

A seguir são apresentados tópicos referentes à gestão de vazamentos: os quatro principais componentes no controle das perdas reais; os componentes de infraestrutura e as perdas reais inevitáveis (PRI).

### Os quatro principais componentes no Controle das Perdas Reais

Os quatro principais assuntos no Controle das Perdas Reais podem ser apresentados de forma esquemática na Figura 3.43. Supondo que o quadrado maior represente o volume anual de Perdas Reais de um sistema - caso ocorram novos

vazamentos, o volume de Perdas Reais tende a aumentar, a menos que haja atividades básicas de controle como:

- rapidez e qualidade de reparos;
- controle ativo de perdas;
- gestão da pressão;
- gestão de infra-estrutura – Programa<sup>45</sup> de seleção, instalação, manutenção, Recuperação/revestimento e substituição da rede.

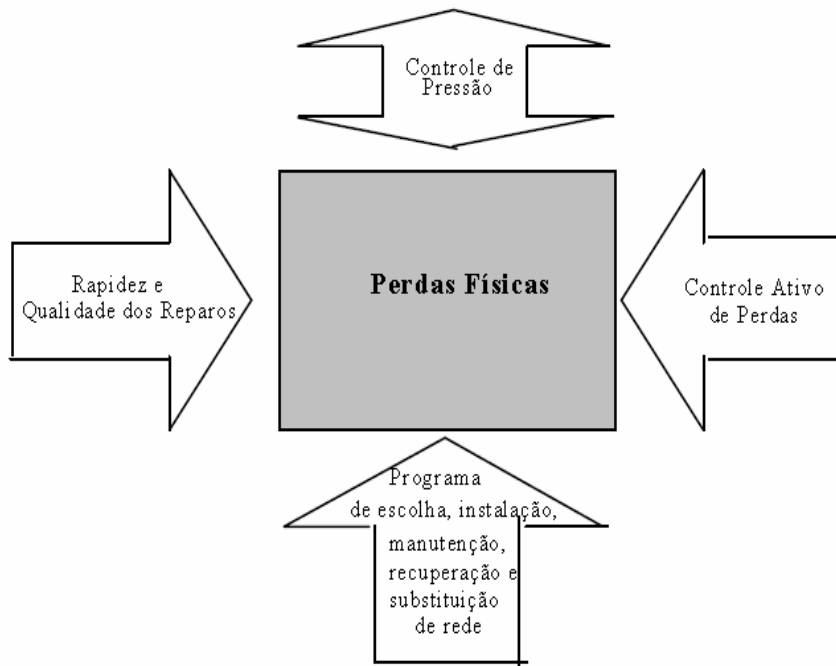


Figura 3.43 - Controlando Perdas Reais (LAMBERT, 2002)

### Componentes de Infra-estrutura

Cada um dos componentes de infra-estrutura, pode apresentar perdas inerentes, vazamentos visíveis e não-visíveis:

- rede tronco (primária) e de distribuição (secundária);
- reservatórios – vazamentos estruturais e extravasamentos;
- ligações prediais – ramais e cavaletes.

<sup>45</sup> Outras terminologias para a gestão de infra-estrutura: Gerenciamento dos materiais das redes; administração de tubulações e bens. Reabilitação, recuperação, revestimento.

LAMBERT (2002) preconiza que vazamentos inerentes são aqueles que ocorrem no sistema, independente das atividades de controle de perdas.

Utilizando a metodologia proposta por LAMBERT (1994, apud GONÇALVES, 2002), seguiu-se ao cálculo dos valores de cada componente a partir de valores obtidos em levantamentos feitos em vários sistemas, com eficiente controle de perdas e excelentes condições de infra-estrutura. Foi feito então, o detalhamento dos componentes apresentados – Quadro 3.9, assim obtendo-se os valores ideais a serem aplicados na equação do cálculo das Perdas Reais Inevitáveis (PRI) ou Perdas Reais Anuais Inevitáveis – PRAI do inglês *Unavoidable Annual Real Losses* - UARL.

### **Perdas Reais Inevitáveis (PRI)**

O Grupo Tarefa para perdas de água (*Water Losses Task Force*) desenvolveu uma equação-sistema específica para se identificar o menor valor tecnicamente possível de perdas reais. Usando valores de parâmetros apropriados para a frequência de arrebentamentos, duração máxima e pressões relativas a vazões em sistemas bem operados e com infra-estrutura mantida em boas condições, foram obtidos<sup>46</sup> os seguintes valores:

<b>Perdas Reais Inevitáveis (PRI) (l/dia)</b>		
na rede	18	litros/km rede/dia/mca pressão
na ligação em serviço	0,8	litros/ligação/dia/ mca pressão
na ligação em serviço	25	litros/km/dia/mca pressão

Quadro 3.8 – Componentes das Perdas Reais Inevitáveis (LAMBERT, 2002 e FARLEY, 2003)

<sup>46</sup> Nos estudos foram consideradas as seguintes premissas: vazamentos inerentes; arrebentamentos de tubulações por 100 km/ano (visíveis e não-visíveis); vazamentos nas ligações por 1000 lig/ano (visíveis e não-visíveis); relação: pressão média e vazamentos (LAMBERT, 2002)

O volume mínimo de perdas reais varia conforme os diferentes sistemas, ou mesmo setores de um mesmo sistema, por estar diretamente relacionado com as características físicas e operacionais da rede, como quantidade de ligações, extensão da rede, pressão média de operação e localização do hidrômetro.

A estimativa do volume mínimo de perdas reais inevitáveis (AQUA, 1999 apud THORNTON, 2001)<sup>47</sup> é obtida da equação:

$$PRI = (18 L_R + 0,8 N_C + 25 L_P) P \quad (\text{l/dia})$$

- onde:  $L_R$  = extensão da rede (km)  
 $N_C$  = quantidade de ligações (considerando os vazamentos entre a saída da rede e o limite do lote)  
 $L_P$  = extensão média da ligação domiciliar entre o limite do lote até o hidrômetro (km)  
 $P$  = pressão média do sistema (metros de coluna d'água)

No Brasil, como os hidrômetros costumam ser instalados muito próximo ao muro do limite do lote/calçada<sup>48</sup>, o valor de  $L_P$  é considerado zero para efeitos práticos.

Os valores das perdas inevitáveis podem ser melhor entendidos quando subdivididos em seus componentes de vazamentos inerentes, visíveis e não visíveis - Quadro 3.9, no qual a quarta coluna é a soma das outras três. Tais valores foram obtidos a partir de resultados de um número considerável de estudos desenvolvidos em diversos países.

---

<sup>47</sup> A apresentação do conceito PRI ocorreu em Dezembro de 1999, AQUA

<sup>48</sup> Nos países de clima frio, na maioria das vezes, o hidrômetro está localizado próximo à residência. Outro aspecto é que raramente os prestadores dispõem de informação confiável sobre o comprimento total dos ramais (ALEGRE et al, 2005)

<b>Componentes da Infra-estrutura</b>	<b>Vazamentos Inerentes</b>	<b>Vazamentos Visíveis</b>	<b>Vazamentos Não Visíveis</b>	<b>Perdas Reais Inevitáveis (PRI)</b>	<b>Unidades</b>
Redes	9,6	5,8	2,6	18	litros/km rede/dia/pressão mca
Ligações - saída da rede até o limite do lote	0,6	0,04	0,16	0,8	litros/ligação/dia/pressão mca
Ligações - entre o limite do lote e o hidrômetro	16	1,9	7,1	25	litros/km tubul. interna/dia/pressão mca

Quadro 3.9 – Componentes das Perdas Reais Inevitáveis (AQUA, 1999 apud THORNTON, 2001)

Em continuidade se apresentam os tópicos referentes a parâmetros e indicadores utilizados na gestão de vazamentos: perdas reais anuais inevitáveis (PRAI); o índice de vazamento de infra-estrutura (IVI); a relação do indicador de perda real e da pressão média e um resumo dos indicadores selecionados.

### **Perdas Reais Anuais Inevitáveis (PRAI) ou Unavoidable Annual Real Losses (UARL)**

Partindo do conceito de Perda Real Inevitável (PRI), atribui-se o período anual de operação como tempo de monitoramento e avaliação. Devida à importância da variável pressão média de operação, a mesma é compreendida como ‘quando sistema pressurizado - qsp’. É importante a identificação do período em que o sistema opera efetivamente em carga ao longo do ano - horas por dia, dias por ano.

### **Índice de Vazamento da Infra-estrutura (IVI) ou Infrastructure Leakage Index (ILI)**

Parte das perdas reais anuais é composta pelas Perdas Reais Inevitáveis do sistema, ou seja, aquelas consideradas difíceis de serem detectadas ou praticamente inviáveis de se controlar e reduzir em um sistema. A relação do volume de Perdas Reais Anuais Correntes (PRAC) ou *Current Annual Real Losses* (CARL) com o volume de Perdas Reais Anuais Inevitáveis (PRAI) resulta no Índice de Vazamento da Infra-estrutura (IVI), um número adimensional expresso pela equação:



$$IVI = PRAC / PRAI \quad \text{ou} \quad ILI = CARL/UARL \quad (3.5)$$

Para efeitos de comparação do estado físico das redes operadas com pressões de serviço e comprimentos de ligações distintos, a IWA sugere que seja utilizado o IVI ou ILI – *Infrastructure Leakage Index*. Valores deste indicador, calculados para cerca de 30 casos de estudo em diversos países, variaram entre cerca de 1 a 10 (ALEGRE et al, 2005).

O Índice de Vazamento da Infra-estrutura é um indicador relativamente novo e potencialmente muito útil como Indicador de Desempenho – ID (THORNTON et al., 2008). Sua relação, não possui unidade – é adimensional, o que facilita comparações entre países que utilizam unidades de medição diferentes. O IVI pode ser melhor compreendido pela Figura 3.44, que apresenta os quatro componentes de boas práticas em gestão de vazamentos.

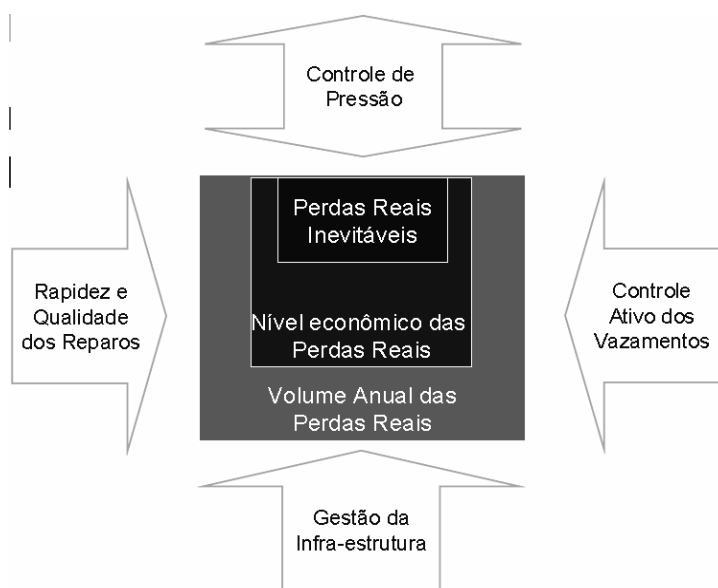


Figura 3.44 – Os quatro componentes da gestão de vazamentos (LAMBERT, 2002)

O quadrado maior representa o **volume de perda real anual corrente**, o qual **tende sempre a crescer com o envelhecimento da infra-estrutura do sistema**. Este crescimento, contudo, pode ser combatido pela combinação apropriada dos quatro componentes por meio de um bem sucedido plano de gestão e controle de perdas. O quadrado menor representa o **volume mínimo e tecnicamente possível de perda real anual inevitável**.

A relação entre perda real anual corrente (maior quadrado) e a perda real anual inevitável (menor quadrado) é a medida de como a gestão das três funções de infra-estrutura estão sendo controladas – rapidez e qualidade nos reparos, gestão da infra-estrutura e controle ativo de vazamento, dada a uma pressão média de operação.

Outros elementos indispensáveis: macromedição, automação, sistema cadastral técnico, modelagem hidráulica.

A relação IVI é uma ótima maneira de se **avaliar o desempenho da gestão das perdas reais em relação à infra-estrutura**, na consideração de que para cada sistema, se compara efetivamente a relação de seu melhor desempenho *versus* como o sistema está sendo realmente gerido. Outro aspecto é que são considerados inclusive os reparos e controle ativo de vazamentos, para determinada pressão média de operação.

Um estudo de caso realizado pelo LNEC referente a aplicação do indicador de desempenho Op15 – Reabilitação de redes (%/ano) apresentou os seguintes resultados: o valor médio da amostra foi de 0,91% de redes reabilitadas por ano, correspondendo a uma vida útil média das redes de 110 anos (em geral e na realidade a vida é inferior); 50% dos casos situaram-se no intervalo de 0,25% a 1,3% de redes reabilitadas por ano. O estudo propôs que a faixa de referência se apresente em um intervalo de 1,0 - 2,0% de redes reabilitadas por ano, correspondendo a uma renovação global da rede num período de 50 a 100 anos.  $Op15 = D18/C6 * 100$ ; sendo D18 – redes adução e distribuição reabilitadas durante o ano (km/ano) e C6 – comprimento total de redes adução e distribuição (km) (LNEC, 2005).

O valor do Índice de Vazamento de Infra-estrutura próximo a 1,0 indica que todos os aspectos de uma ótima gestão de controle de perdas está sendo implementada pelo prestador. Contudo, somente será econômico alcançar um valor de IVI próximo a 1,0 se o custo da água for muito caro, se houver escassez de água ou ambos. Valores econômicos de IVI dependem do custo marginal de perda real específico do sistema e, caracteristicamente, se encontram na faixa se 1,5 a 2,5 na maioria dos sistemas (THORNTON, 2008).

FARLEY (2003) afirma que, para cada uma das quatro funções, existe um custo econômico de investimento e atividade, que necessita ser calculado ou determinado, dependendo do custo marginal, em valores locais ( $\$/m^3$ ) relativo a

perdas reais. Dependendo das circunstâncias locais e práticas operacionais, o custo marginal de perdas reais pode ser baixo – talvez somente relativo a custos de consumo elétrico e químico, ou alto. E isto influencia profundamente a política da gestão econômica do controle de perdas reais. FARLEY (2008) acrescenta que o IVI é um indicador de desempenho puramente técnico visto que não leva em conta, considerações econômicas.

Desde que o IVI foi introduzido como indicador de performance em 1999 (em ref. ao IWA *Manual of Best Practice Performance Indicators for Water Supply Services*, tem gerado interesse significativo, considerando que pode ser aplicado em comparações de desempenho de sistemas com valores superiores a 5.000 ligações, 25 mca de pressão e 20 lig/km, em âmbito nacional e internacional. Ainda cita que, organizações nacionais da África do Sul, Austrália, Nova Zelândia e Malta têm entregue softwares e manuais de treinamento visando o conhecimento e aplicação do IVI. O *The Leak Detection and Water Accountability Committee* da AWWA recomendou que esta metodologia seja introduzida pela AWWA nos EUA. Muitos *papers* sobre o assunto foram apresentados na Conferência da IWA do Chipre – *Leakage Management, a Practical Approach*, em novembro de 2002 (FARLEY, 2003).

Uma leitura e interpretação realizada pela AWWA – *Water Loss Control Committee* em 2003, aos valores de IVI – Diretrizes Gerais visando estabelecer valor de meta, e em alternativa ao estabelecimento do Nível Econômico de Vazamentos, são apresentados no Quadro 3.10.

**Diretrizes Gerais visando estabelecer valor de meta do Índice de Vazamento de Infra-estrutura IVI  
(como alternativa a se estabelecer o Nível Econômico de Vazamento específico do sistema )**

<b>Valor meta de IVI</b>	<b>Considerações ligadas a disponibilidade dos recursos hídricos</b>	<b>Considerações Operacionais</b>	<b>Considerações Financeiras</b>
<b>1,0 - 3,0</b>	Disponibilidade hídrica muito limitada. Os recursos são de difícil aquisição e/ou inacessíveis	A operação de sistemas em valor acima desta faixa poderá requerer a expansão da infra-estrutura existente e/ou aumento na produção para atender à demanda	Os recursos hídricos são custosos para a captação ou compra. A capacidade de aumentar o faturamento via tarifa de água está muito limitada devido à regulação ou à baixa disposição do consumidor
<b>3,0 - 5,0</b>	Os recursos hídricos são considerados como suficientes para atender as necessidades a longo prazo, porém intervenções na gestão da demanda (gerenciamento de vazamentos-redução de perdas, conservação do uso da água) estão incluídos no plano de longo prazo	A capacidade da infra-estrutura do sistema de abastecimento de água existente é suficiente para atender à demanda a longo-prazo enquanto uma moderada gestão do controle de vazamento esteja em vigor	Os recursos hídricos podem ser captados ou comprados a um custo razoável. Os aumentos periódicos da água podem ser efetuadas de forma viável e são toleráveis pela população consumidora
<b>5,0 - 8,0</b>	Os recursos hídricos são abundantes, de boa qualidade e de fácil aquisição	A ótima segurança, capacidade e integridade da infra-estrutura do sistema de abastecimento de água torna relativamente imune à carência no abastecimento	O custo na obtenção/tratamento ou compra da água é baixo, assim como as taxas dos consumidores
<b>Maior que 8,0</b>	Enquanto as considerações operacionais e financeiras possam permitir um valor de IVI maior que 8,0, tal nível de vazamentos não é uma utilização eficaz da água como recurso. Estabelecer um valor maior que 8,0 - mesmo como uma fase transitória de redução de perdas visando uma meta final e a longo prazo com valor menor que 8,0 - é desaconselhável.		

Quadro 3.10 – AWWA - Metas Recomendadas de IVI e considerações (AWWA apud THORNTON, 2005 e FANTOZZI, 2009)

A matriz de avaliação de perdas reais preconizada pelo Banco Mundial - Quadro 3.11, apresenta as categorias de IVI e perdas reais em (litros/ligação)/dia em sistemas de abastecimento de países – desenvolvidos e em desenvolvimento, e para diferentes valores de pressão. É importante destacar que o Banco Mundial estipula variações das faixas de IVI para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Verifica-se que os valores de IVI, assim como os das perdas reais por (litros/ligação)/dia, são dobrados para os países em desenvolvimento – em relação aos países desenvolvidos.

Categoria de Desempenho Técnico	IVI	Perdas Reais em (litros/ligação)/dia (quando o sistema está pressurizado); a uma média de pressão de:					
		10 mca	20 mca	30 mca	40 mca	50 mca	
Países Desenvolvidos	A	1 - 2		< 50	< 75	< 100	< 125
	B	2 - 4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	>8		> 200	> 300	> 400	> 500
Países em Desenvolvimento	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	>600	> 800	> 1000

Quadro 3.11 - Matriz de Avaliação de Perdas Reais (*World Bank Institute* apud LIEMBERGER, 2005)

Pelo Banco Mundial, a consulta do IVI à matriz se faz na seguinte consideração (*World Bank Institute* apud LAMBERT, 2006) – tendo como principal referência a gestão de vazamentos.

- **Categoria A** – Bom. Continuidade na redução de perdas poderá ser custosa (não econômica) e análises cuidadosas devem ser realizadas para identificar melhorias efetivas em relação aos custos.
- **Categoria B** – Com potencial de melhoria. Deve-se considerar o controle de pressão, melhor controle ativo de perdas e melhor manutenção da infra-estrutura.
- **Categoria C** – Fraco. Tolerável apenas se a água for abundante e barata; mesmo assim, deve-se analisar o grau e a natureza dos vazamentos e intensificar os esforços na redução das perdas.
- **Categoria D** – Ruim. O prestador está utilizando os recursos de forma ineficiente e programas de controle e redução de perdas são indispensáveis e de alta prioridade.

O Banco Mundial recomenda, para cada categoria A, B, C e D, as seguintes atividades - Quadro 3.12, e anteriormente identificadas na Matriz de Avaliação de Perdas Reais. A intenção é de que, a partir da implantação e início de um programa de controle redução de perdas - **num prazo de cinco anos por categoria**, seja possível alcançar o próximo patamar de categoria.

<b>Atividades recomendadas pelo Banco Mundial para as Categorias</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Investigar as opções de gerenciamento de pressões	Sim	Sim	Sim	
Investigar a rapidez e qualidade dos reparos	Sim	Sim	Sim	
Checar a frequência econômica de intervenção	Sim	Sim		
Introduzir e melhorar o controle ativo de vazamentos		Sim	Sim	
Identificar opções de melhorias na manutenção		Sim	Sim	
Estimar e avaliar o Nível Econômico de Vazamentos	Sim	Sim		
Revisar e inspecionar a frequência de arrebitamentos		Sim	Sim	
Rever a avaliação da política de gerenciamento corrente		Sim	Sim	Sim
Tratar das deficiências de gestão técnica e financeira, de mão-de-obra, formação e treinamento, e comunicações			Sim	Sim
Plano de 5 anos visando alcançar a próxima e melhor categoria			Sim	Sim
Revisão e análise aprofundada de todas as atividades				Sim

Quadro 3.12 – Atividades recomendadas pelo Banco Mundial por Categoria A, B, C e D (LAMBERT, 2006)

Pela Figura 3.45 se pode observar as variações nos valores médios de IVI em diferentes países.

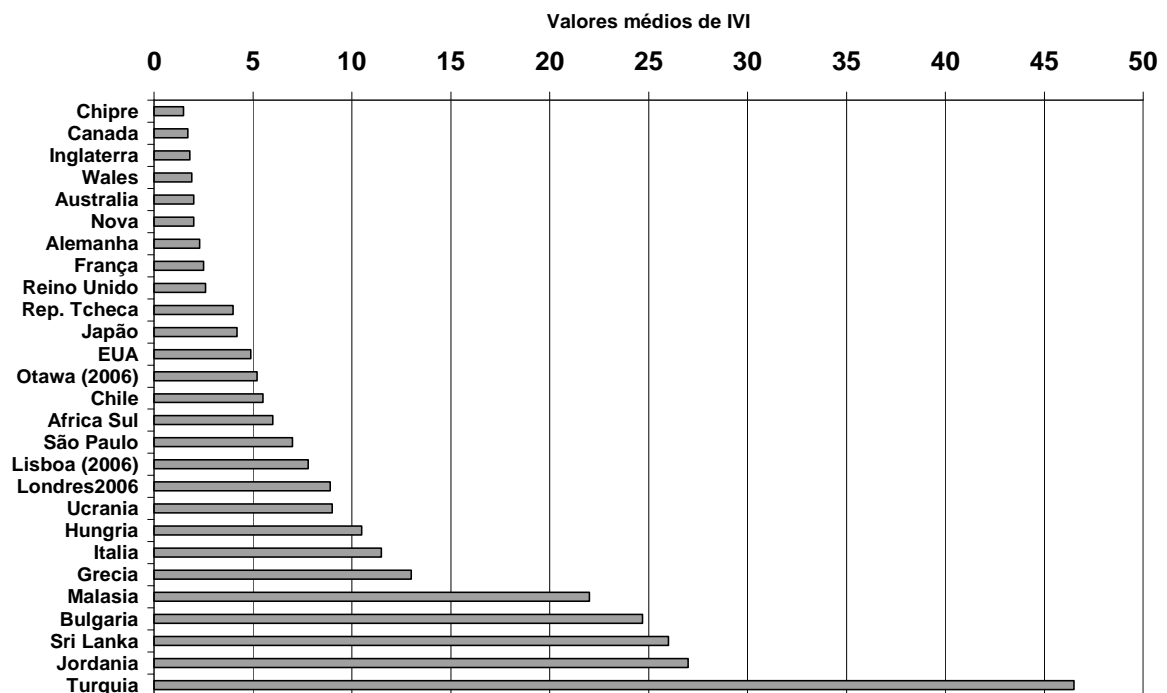


Figura 3.45 – Valores médios de IVI por país e cidades. O valor de IVI de São Paulo é referente a RMSP em maio/2009 (LAMBERT, 2004 modificado e SABESPb, 2009)

**Comparando IVI com perda real % entrada sistema -  
países/cidades**

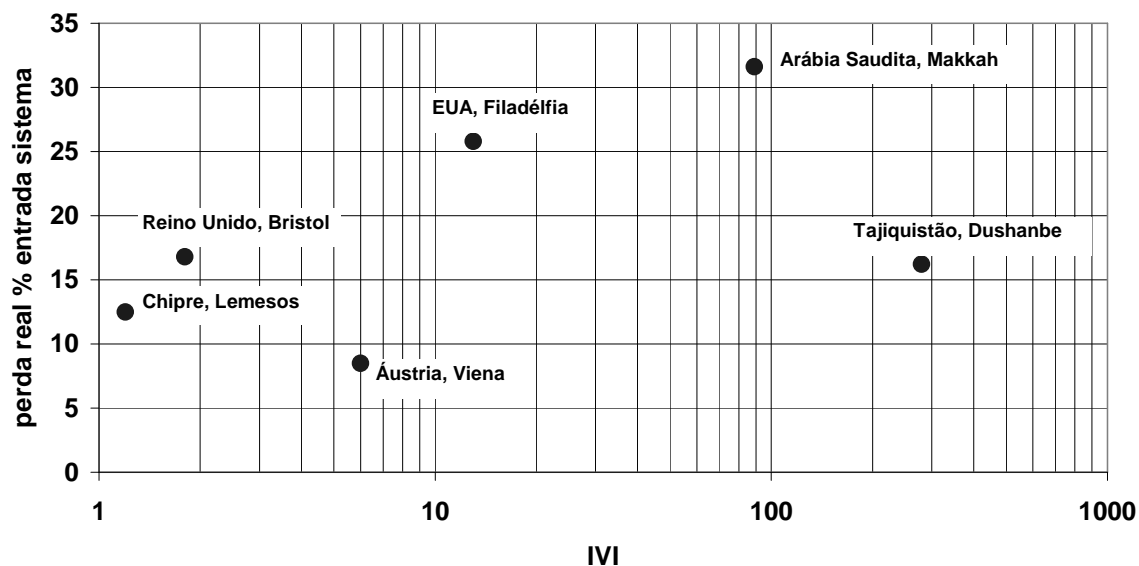


Figura 3.46 – Comparando valores de IVI com Perda real entrada no sistema (%) (LIEMBERGER e FARLEY, 2004 modificado)

**Comparando IVI com água não faturada % - Sri Lanka**

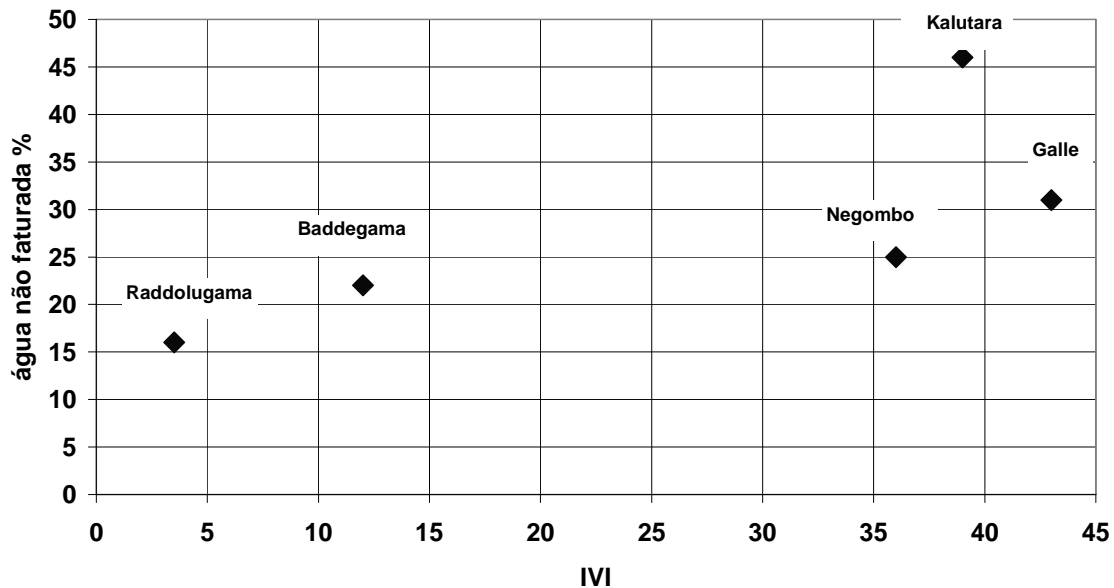


Figura 3.47 – Comparando valores de IVI com água não faturada (%) (LIEMBERGER e FARLEY, 2004 modificado)

**Comparando IVI com água não faturada % e perda real l/lig/d  
cidades italianas (2007)**

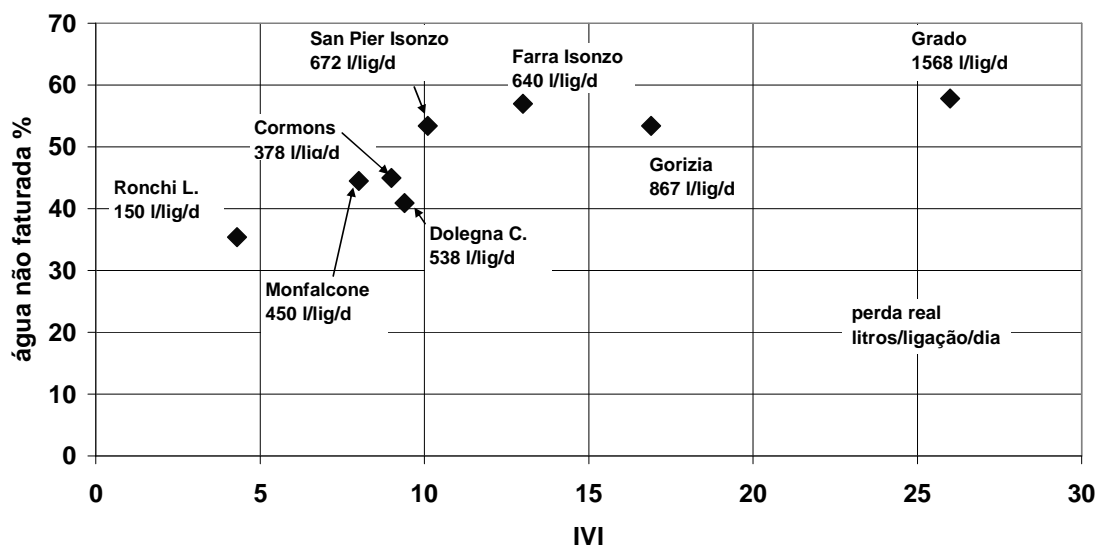


Figura 3.48 – Comparando valores de IVI com água não faturada (%) e valores de perda real (l/lig/dia) (dados originais FANTOZZI, 2009)

As Figura 3.49 a 3.52 apresentam valores médios de IVI de diferentes prestadores no Reino Unido, Austrália, EUA e África do Sul.

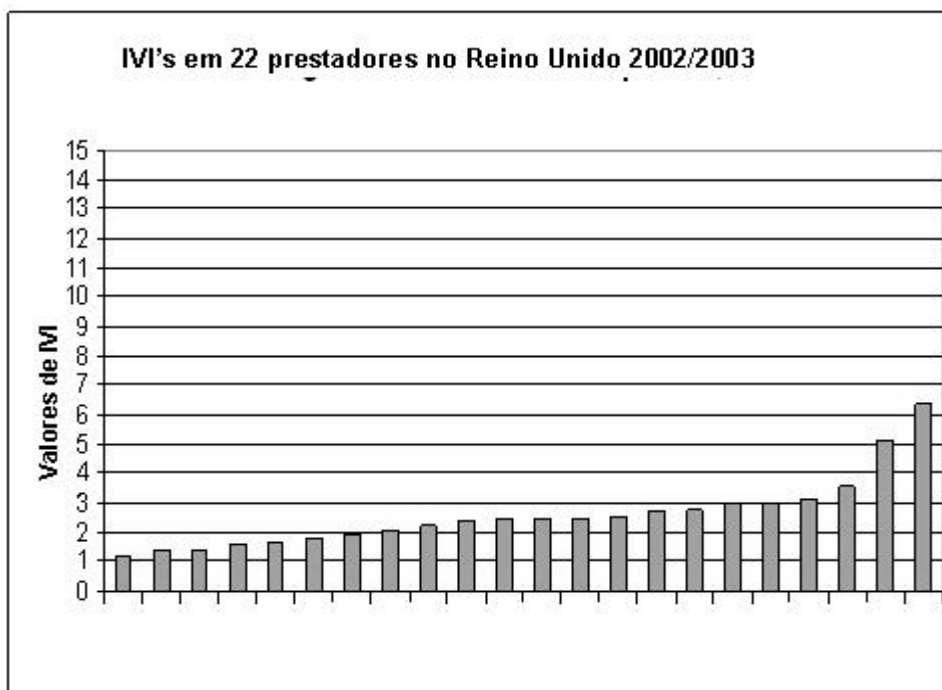


Figura 3.49 – Valores médios de IVI em 22 prestadores no Reino Unido (THORNTON, 2005)



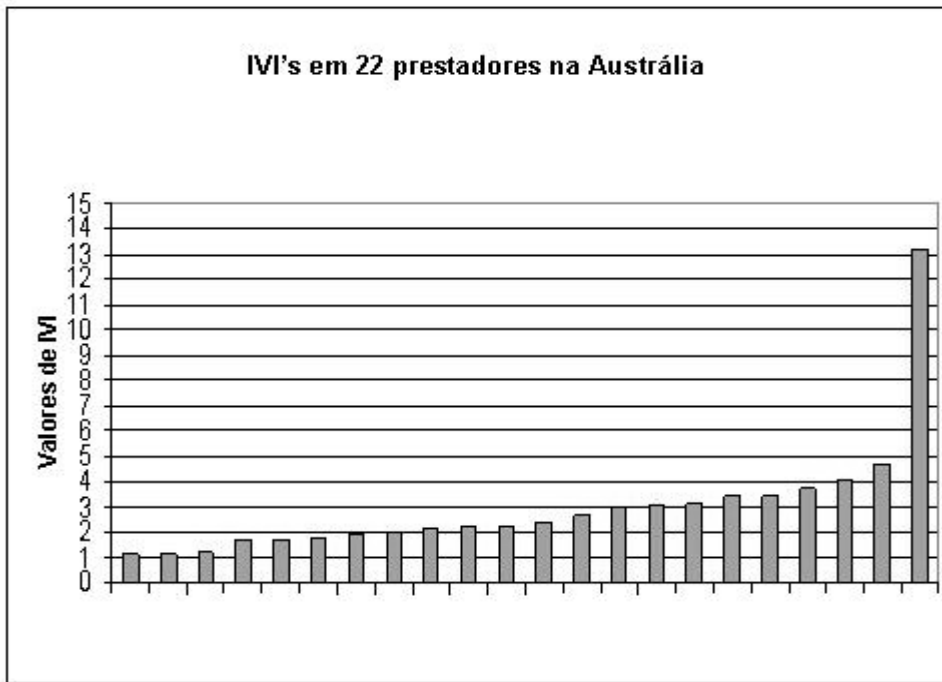


Figura 3.50 – Valores médios de IVI em 22 prestadores na Austrália (THORNTON, 2005)



Figura 3.51 – Valores médios de IVI em 20 prestadores nos Estados Unidos (LAMBERT, 2004 modificado)

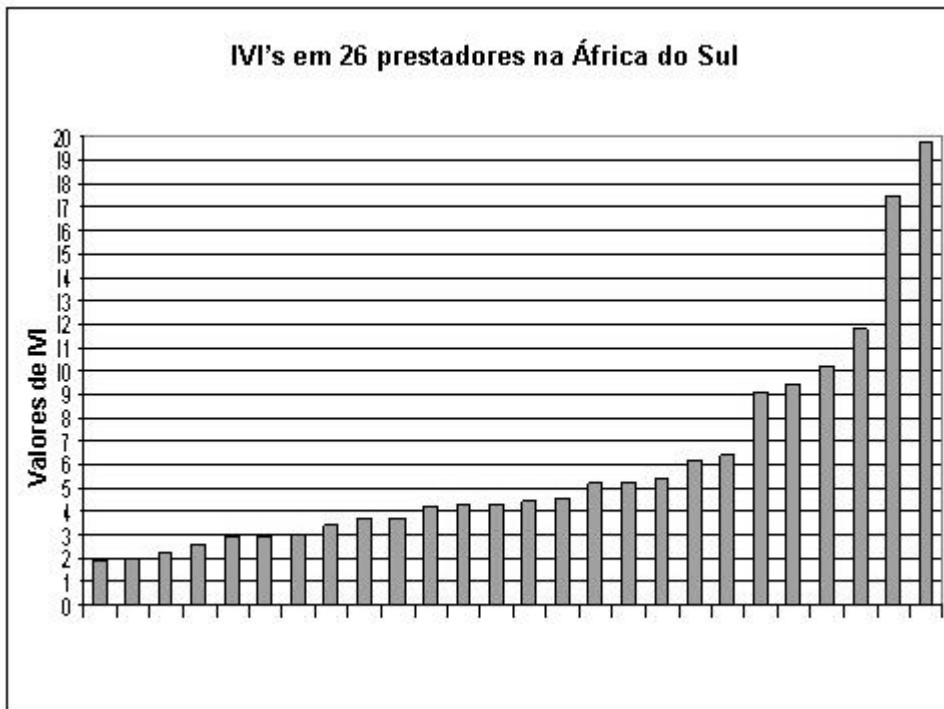


Figura 3.52 – Valores médios de IVI em 26 prestadores na África do Sul (THORNTON, 2005)

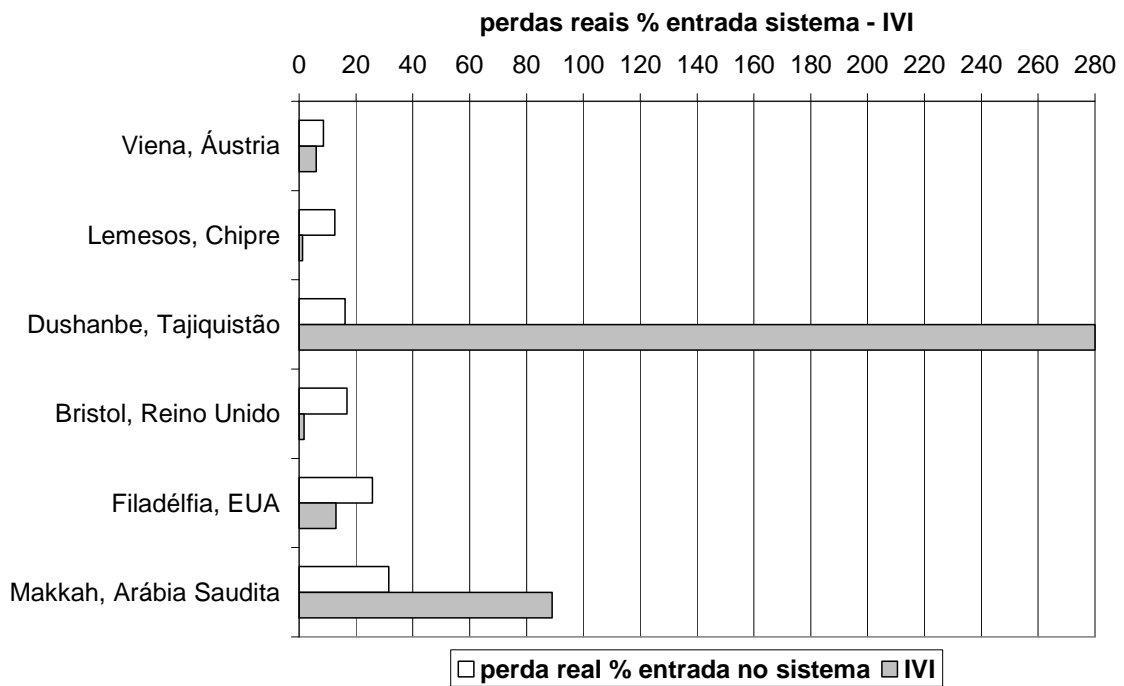


Figura 3.53 – Perda real por entrada no sistema % e valores de IVI (LIEMBERGER e FARLEY, 2004)

## Relação indicador perda real e pressão média

O Quadro 3.13 demonstra visivelmente como a perspectiva do desempenho da gestão de vazamentos pode alterar, de fato, com a consideração da pressão. Considerando que o Sistema X está inserido em uma área plana e com baixas pressões, o Sistema Y se encontra em região montanhosa e apresenta pressões altas, mesmo após um extensivo controle de pressão. Sem se considerar a pressão média, as perdas reais no Sistema Y (em litros/ligação/dia) apresentam valor maior - cerca de 50%, que as perdas reais no Sistema X. Considerando as pressões de operação, obtêm-se que as perdas reais no Sistema Y são, na realidade, 33% menores (e não 50% maiores) que as do Sistema X.

<b>Sistema</b>	<b>Perdas Reais (litros/ligação/ dia)</b>	<b>Pressão Média (mca)</b>	<b>Perdas Reais (litros/ligação/dia/ pressão mca)</b>
<b>X</b>	80	25	3,20
<b>Y</b>	120	56	2,14

Quadro 3.13 – Como a pressão média altera a leitura do desempenho da gestão de vazamento (FARLEY, 2003)

No Quadro 3.14 apresentam-se alguns valores do ID de perda real<sup>49</sup> para algumas cidades e em diferentes países. As informações referentes as condições operacionais e dos componentes das perdas reais, assim como o parâmetro pressão se tornam necessários para uma avaliação mais precisa e efetiva dos sistemas.

<b>País</b>	<b>Perda Real (litro/lig/dia)</b>	<b>Ano</b>	<b>Fonte</b>
<b>Reino Unido</b>			
Valor médio	111	2004	OFWAT
Thames Water	197	2004	OFWAT
Bristol Water	80	2004	OFWAT
Severn Trent	155	2004	OFWAT
<b>Brasil</b>			
SABESP	249	2003	SABESP
<b>Holanda</b>			
DZH	28	2004	UKWIR
<b>Escócia</b>			
Scottish Water	346	2003	OFWAT

Quadro 3.14 – Indicador de Desempenho – Perda Real litro/lig/dia em países (THORNTON, 2006)

<sup>49</sup> Dados da AEA (2000) apresentam valores de 243 l/propriedade/dia em áreas do Reino Unido e 112 l/propriedade/dia na Alemanha Ocidental.

Alguns exemplos de indicadores são apresentados nas Figuras 3.54 a 3.57. Primeiramente se apresenta a variação de valores de perdas reais por volume de entrada ao sistema (%) em diferentes cidades no mundo. Considerando as mesmas cidades, as perdas reais são demonstradas através de diferentes indicadores. Pode-se identificar o comportamento dos resultados variar consideravelmente em relação ao uso do indicador por % de entrada no sistema. Isto confirma a avaliação descrita no Quadro 3.16 – em referência ao indicador WR1 – de Recursos Hídricos, a da não adequabilidade do indicador para avaliar eficiência na gestão dos sistemas de distribuição, face a utilização de percentual.

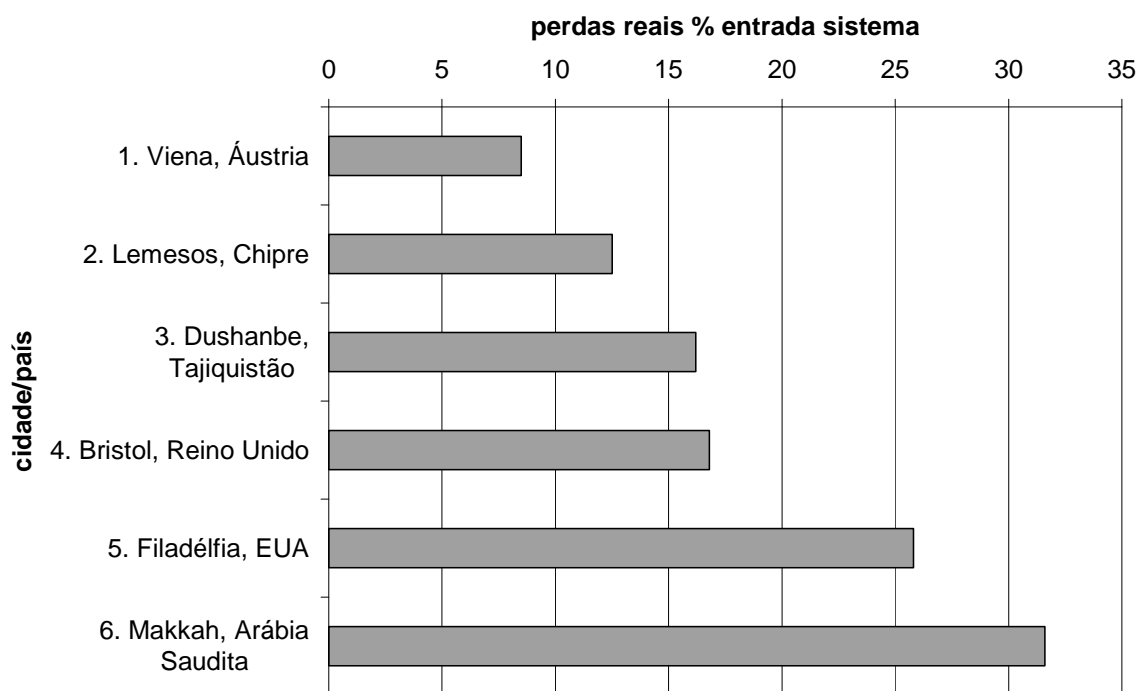


Figura 3.54 – Perda real por entrada no sistema % (LIEMBERGER e FARLEY, 2004)

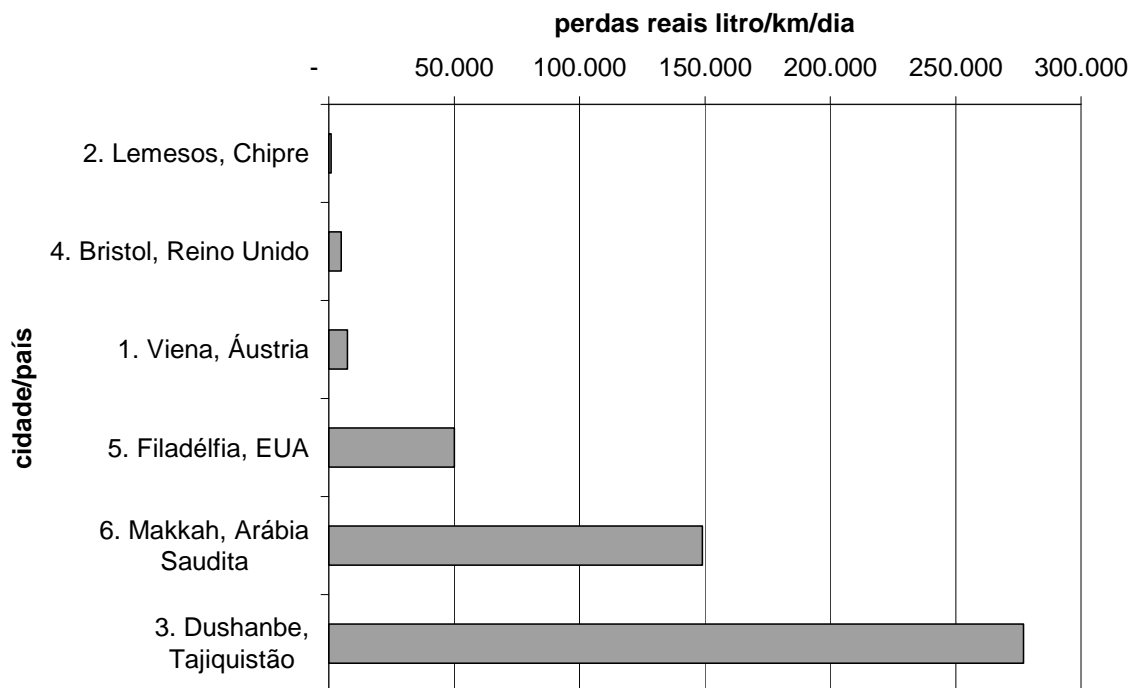


Figura 3.55 – Perda real por litro/km/dia (LIEMBERGER e FARLEY, 2004)

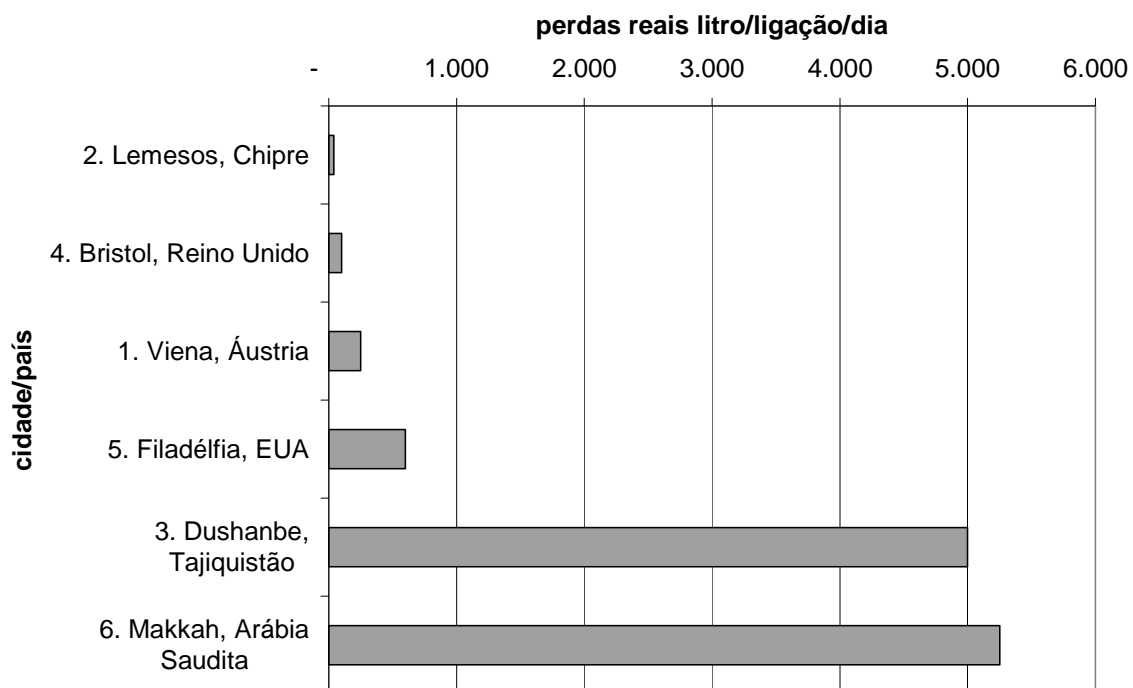


Figura 3.56 – Perda real por litro/ligação/dia (LIEMBERGER e FARLEY, 2004)

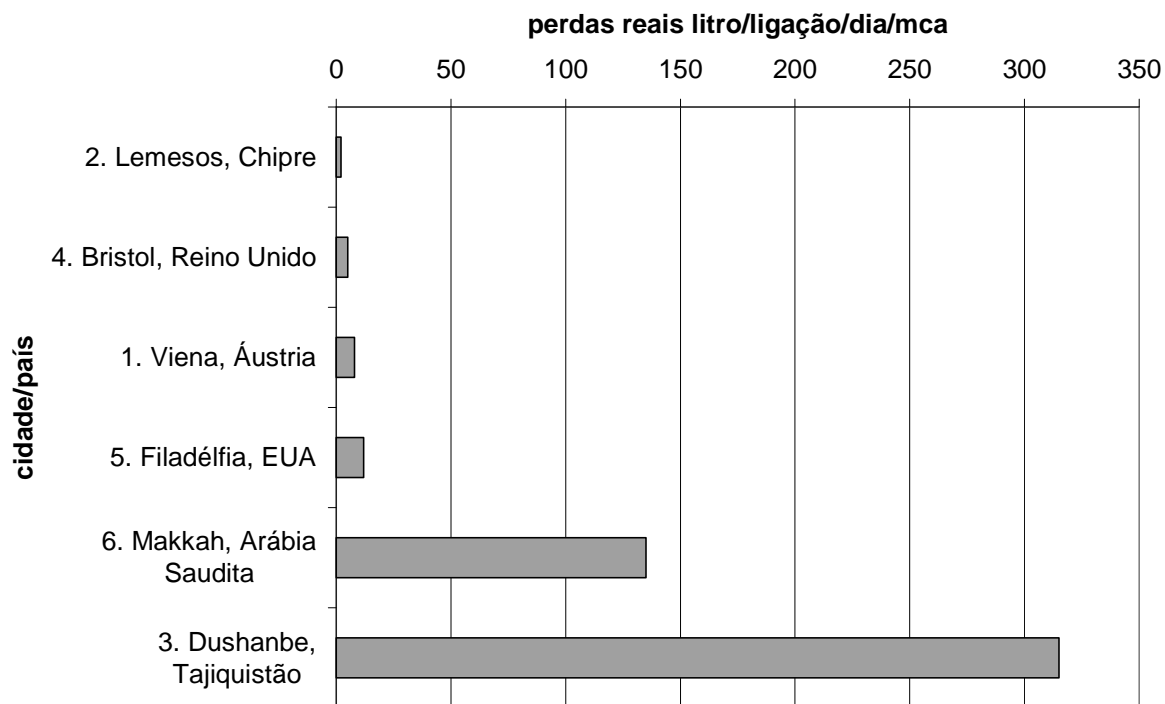


Figura 3.57 – Perda real por litro/ligação/dia/pressão (LIEMBERGER e FARLEY, 2004)

Outros exemplos do indicador de perdas reais por litro/ligação/dia em cidades do Japão, Inglaterra e Espanha - Figura 3.58.

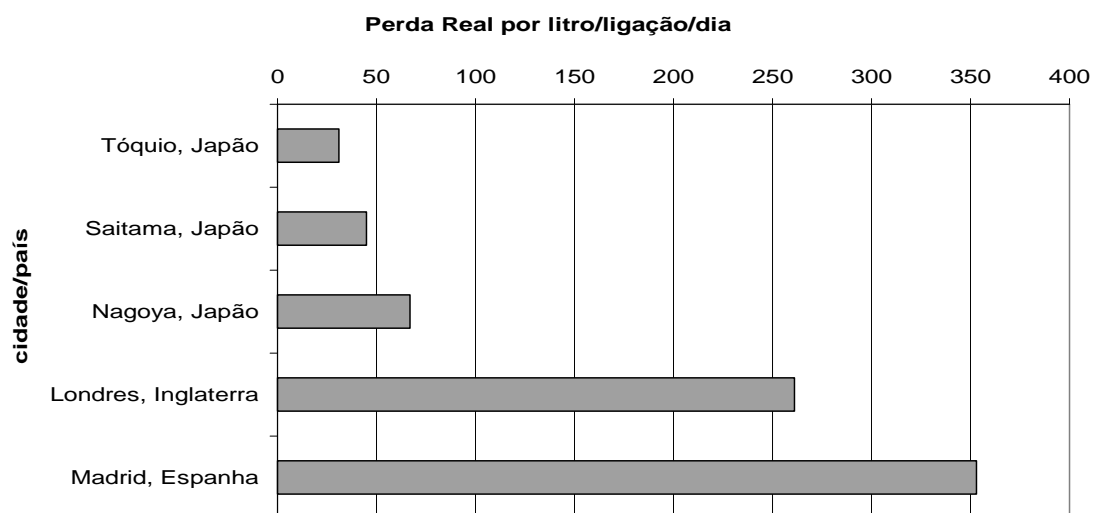


Figura 3.58 – Perda real por litro/ligação/dia (SANEAS, set/out 2007)

A atuação no controle e redução de perdas no Japão pode ser demonstrado pela Figura 3.59 tendo redução dos indicadores de perda real (%) no país e nas cidades de Kobe e Tóquio no decorrer dos anos de 1954 a 2005.

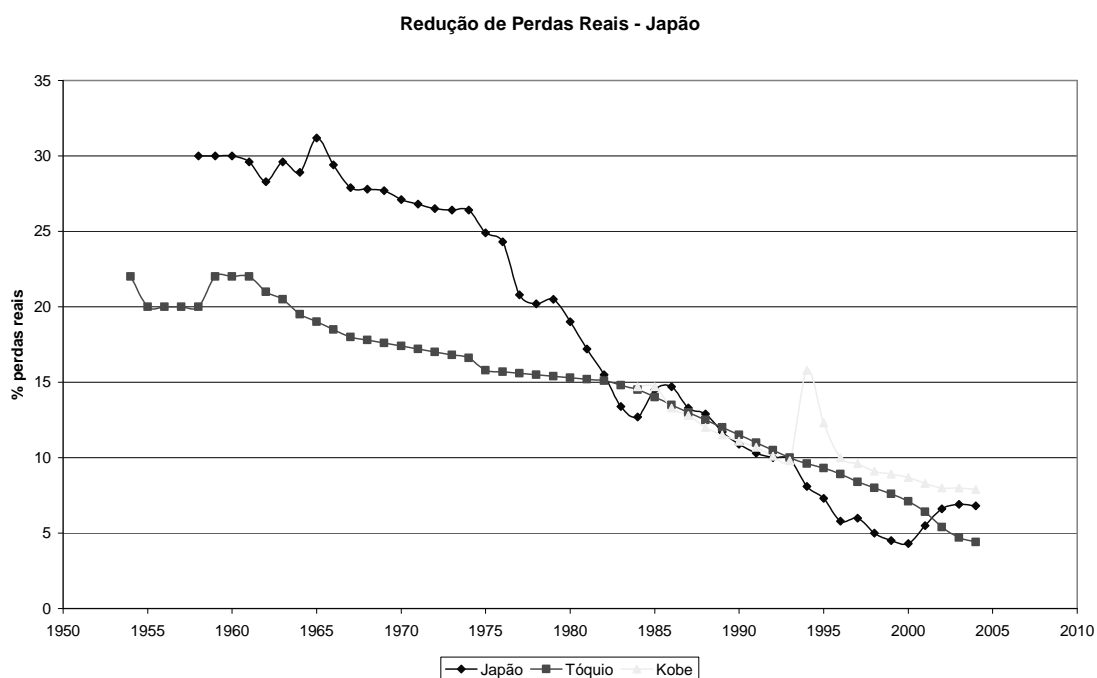


Figura 3.59 – Redução da Perda real (% entrada no sistema) no Japão (SANEAS, 2007)

A ilustração da redução de perdas reais na cidade de Viena, Áustria se apresenta na Figura 3.60.

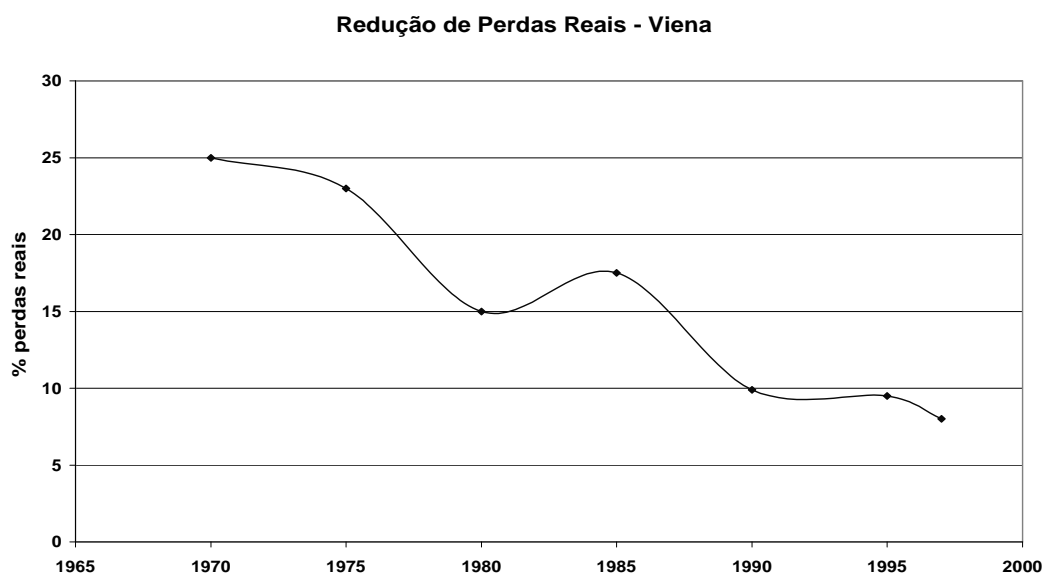


Figura 3.60 – Redução da Perda real (% entrada no sistema) na Áustria – Viena (SANEAS, 2007)

A evolução das perdas e expectativas de redução de perdas na SABESP, está apresentada na Figura 3.61.

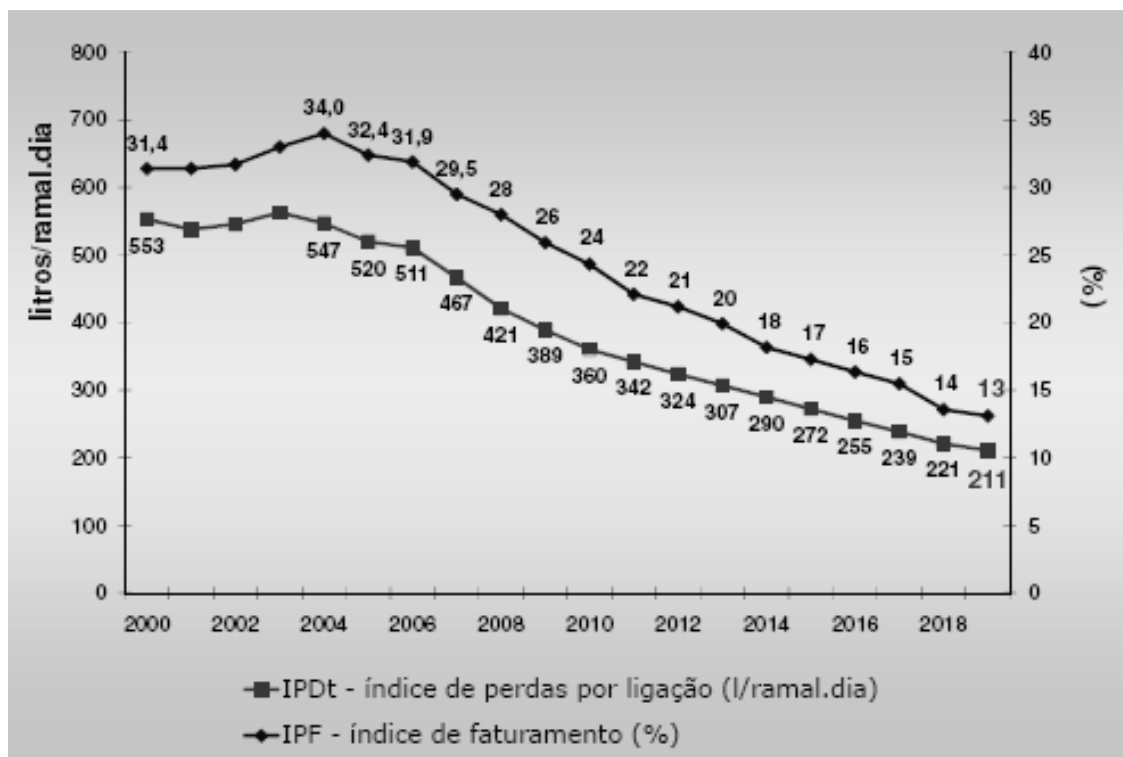


Figura 3.61 – Evolução das perdas na SABESP (SABESPb, 2009)

Pode-se também citar, os resultados obtidos através da implantação de medidas de controle e redução de perdas, nas cidades de Salesópolis e de Monte Alto em São Paulo com seus sistemas de abastecimento operados pela SABESP, apresentando valores de perdas totais de 76 l/lig.dia e de 90 l/lig.dia respectivamente (SANEAS, 2007).

### 3.7.4 Indicadores de Perdas Aparentes

A IWA (ALEGRE et al, 2000 apud FARLEY, 2003) recomenda como indicador de desempenho para perdas aparentes o  $m^3$ /ligação/ano. Contudo, nos sistemas onde todos os consumidores sejam hidrometrados e a parcela das ligações clandestinas seja pequena, deve-se expressar **perdas aparentes em percentual do consumo autorizado medido**, assim a maioria das perdas aparentes será devida a erros de hidrometração.



Novos estudos e avaliações estão sendo realizados. RIZZO (2008) apresenta que a IWA *Water Loss Task Force* está desenvolvendo um indicador de desempenho para as perdas aparentes similar ao IWI<sup>50</sup>. O indicador usa o valor base de 5% da venda de água como referência, e o valor perda aparente é calculado. Assim a equação do Índice de Perda Aparente (IPA) é:

$$\text{IPA} = \text{valor da perda aparente} / 5\% \text{ do valor de venda da água}$$

A rigor, esta proposta ainda não está totalmente consagrada.

O indicador frequentemente usado e que expressa a perda aparente como percentagem da água produzida é enganosa, pois não reflete o real valor da perda faturada. Atualmente, o melhor indicador é a **perda aparente como percentagem do consumo autorizado** (FARLEY, 2008).

### Resumo dos Indicadores Selecionados

Os indicadores são apresentados por função - Figura 3.62 e nível - Figura 3.63. O Quadro 3.16 apresenta os Indicadores de Desempenho selecionados para recursos hídricos, água não-faturada, perdas reais e perdas aparentes.



Figura 3.62 - Indicador de desempenho por função

<sup>50</sup> Apparent Water Loss Control – The Way Forward'. WLTF artigo, Water 21, Abril 2008.



Figura 3.63 - Indicador de desempenho por nível

Função	Ref.*	Nível*	Indicador de Desempenho	Comentários
<b>Recursos Hídricos: ineficiência na utilização dos recursos hídricos</b>	WR1	1 Básico	Volume de perdas reais (% do Volume de Entrada do Sistema)	Inadequado para avaliar eficiência da gestão dos sistemas de distribuição
<b>Financeiro: água não-faturada por volume</b>	Fi36	1 Básico	Volume de água não-faturada (% do Volume de Entrada do Sistema)	Pode ser calculado a partir de um simples Balanço Hídrico
<b>Operacional: Perdas Aparentes</b>	Op23	1 Básico	litros/ligação serviço/dia	Indicador de desempenho básico, porém significativo para as perdas aparentes. Fácil de calcular, uma vez que as perdas aparentes sejam quantificadas
<b>Operacional: Perdas Reais</b>	Op24	1 Básico	litros/ligação serviço/dia ou litros/km rede/dia para sistemas com densidade < 20 lig/km de rede	O melhor dos tradicionais indicadores de desempenho, útil para fixar metas, uso limitado nas comparações entre sistemas
<b>Operacional: Perdas Reais</b>		2 Intermediário	litros/ligação serviço/dia/pressão mca ou litros/km rede/dia/pressão mca para sistemas com densidade < 20 lig/km de rede	Fácil de ser calculado caso o IMI ainda não for conhecido, útil nas comparações entre sistemas
<b>Financeiro: água não-faturada por custo</b>	Fi37	3 Avançado	Valor da água não-faturada (% do Custo Anual do Sistema)	Permite custos unitários diferentes para o componente de água não- faturada, bom indicador financeiro
<b>Operacional: Perdas Reais Anuais Inevitáveis</b>	PRAI	3 Avançado	aplica-se para o período anual $PRI = (18 LR + 0,8 NC + 25 LP) P$	Um valor teórico de referência que representa o menor limite técnico de vazamento que pode ser obtido se toda a melhor atual tecnologia pudesse ser aplicada com sucesso. Uma variável importante para o cálculo do ILI. O cálculo do PRAI não é válido para sistemas com número menor de 3.000 ligações de serviço.
<b>Operacional: Perdas Reais</b>	Op25	3 Avançado	Índice de Vazamento da Infra-estrutura (IVI) $IVI = PRAC / PRAI$	Relação das perdas reais anuais correntes (PRAC) e as perdas reais anuais inevitáveis (PRAI), o mais poderoso indicador nas comparações entre sistemas

\* descrição atribuída aos indicadores de desempenho da publicação da IWA *Performance Indicators for Water Supply Services*, 2000 apud AWWA, 2009

Quadro 3.15 - Indicadores de Desempenho recomendados para recursos hídricos, água não-faturada, perdas reais e perdas aparentes (FARLEY et al., 2008 adaptado; THORNTON et al, 2008; AWWA, 2009)

### 3.8 A IMPORTÂNCIA DE SE DEFINIR METAS DE REDUÇÃO DA ÁGUA NÃO-FATURADA DE FORMA ADEQUADA

No desenvolvimento da estratégia para a redução da água não-faturada deve-se levar em consideração outros objetivos do prestador e políticas que irão complementar ou conflitar com a redução proposta. Além disso, o serviço público de água pode ter um regulador ativo que irá definir indicadores de desempenho para água não-faturada e outros objetivos. Muitas vezes, o alvo de redução é escolhido de forma arbitrária, sem qualquer contrapartida real em termos de custos ou se existe a viabilidade de tempo. Identificar o nível econômico da água não-faturada é essencial para a definição da meta inicial do programa de redução e exige-se uma comparação do custo da água que está sendo perdido em relação ao custo do programa de atividades de redução da água não-faturada.

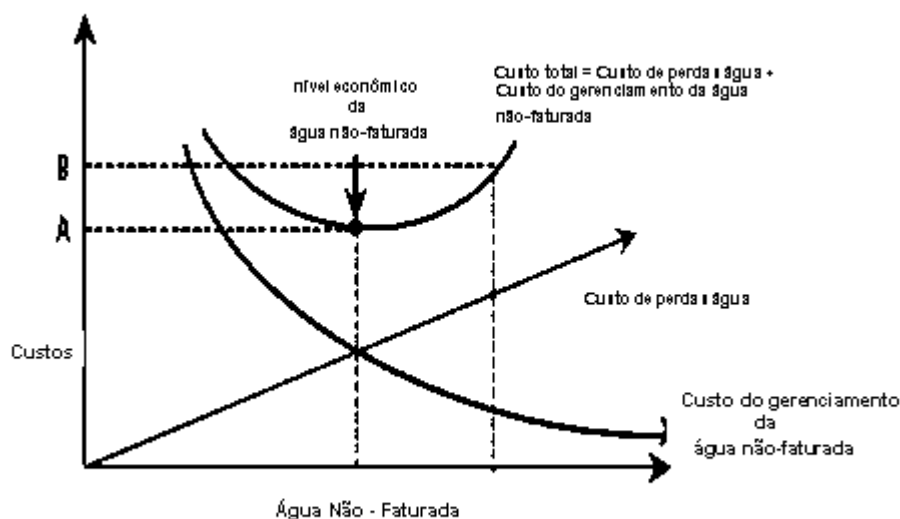


Figura 3.64 – Identificando o nível econômico da água não-faturada (FARLEY et al., 2008)

A Figura 3.64 destaca como o nível econômico da água não-faturada é determinado. Os dois componentes que devem ser determinados são os custos da água perdida e os custos de gestão da água não-faturada:

- O custo da água perdido é o valor da água perdida através de perdas reais e aparentes. O volume de perdas reais devem ser multiplicados pelos custos variáveis operacionais, incluindo recursos humanos, produtos químicos e energia elétrica. O volume de perdas aparentes deve ser multiplicado pela tarifa média do cliente. À medida que aumenta da água não-faturada, o custo da água perdida aumenta proporcionalmente.
- O custo da gestão água não-faturada é o custo da redução da água não-faturada, incluindo custos de pessoal, equipamentos, transportes e outros fatores. À medida que o volume da água não-faturada diminui, o custo de gestão da água não-faturada aumenta.

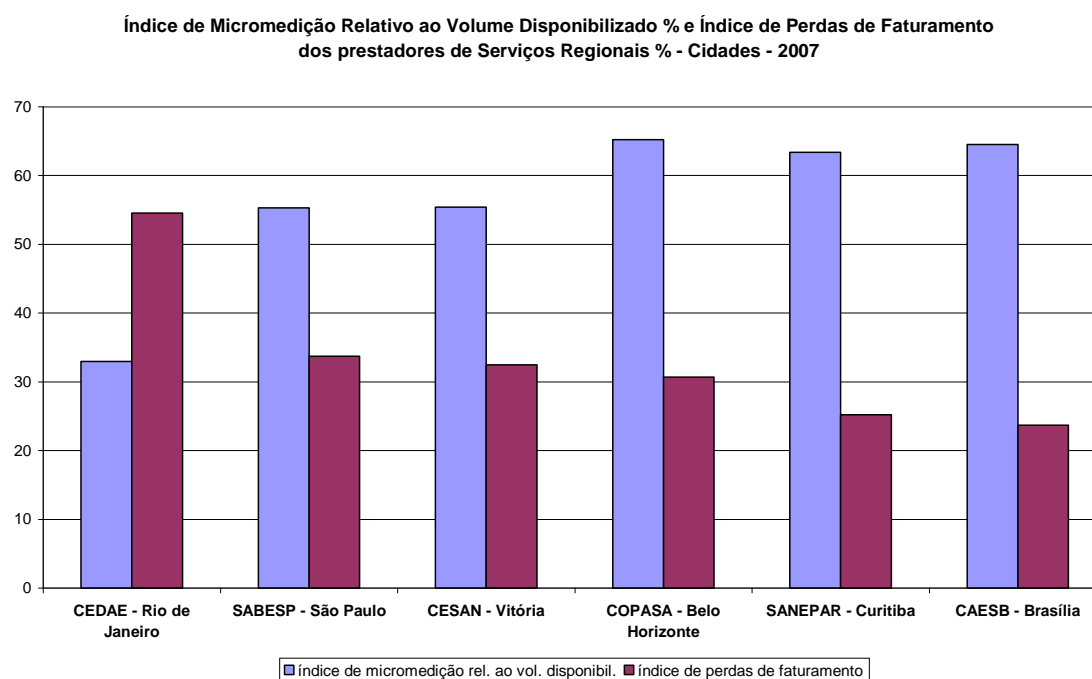
Adicionando as duas componentes de custo junto obtêm-se o **custo total**. Na Figura 3.64, a interseção das duas linhas componentes coincide com o mínimo custo total (custos), que é o nível econômico da água não-faturada.

O gráfico mostra que deixar ocorrer o aumento da água não-faturada, ocorre a redução do custo da gestão da água não-faturada, porém o custo total para o prestador (custo B) aumentará. Paralelamente, a redução da água não-faturada, graficamente em ponto anterior ao nível econômico da água não-faturada, vai custar mais do que o potencial de economia. Entretanto, o gerente (prestador) pode decidir, por vezes, considerar o custo da água não-faturada em valor inferior ao do nível econômico, por exemplo, em áreas onde a água é escassa ou quando a imagem do país exige que perdas sejam reduzidas. Nesses casos, a diferença entre o custo da gestão da água não-faturada e as economias geralmente são subsidiados pelo governo (FARLEY et al., 2008).

O nível econômico da água não-faturada muda constantemente com as mudanças nas tarifas de água, o custo da eletricidade e produtos químicos, os salários do pessoal e os custos de fornecimento de equipamentos. O gerente deve avaliar o nível econômico da água não-faturada, numa base anual e ajustar o alvo da água não-faturada no sentido de assegurar a utilização eficiente dos recursos.

### 3.9 RELAÇÃO ENTRE A MICROMEDIÇÃO E PERDA POR FATURAMENTO E ÍNDICE DE PERDA POR LIGAÇÃO - SNIS

Utilizando como base os dados disponíveis do SNIS (2007), uma análise da relação entre o índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado e o índice de perdas de água, representada na Figura 3.65, mostra os reflexos positivos da hidrometração sobre o controle das perdas, evidenciando que somente essa ação de controle seria suficiente para uma drástica redução nos valores médios dos índices de perdas de faturamento. Estão expostos os principais prestadores de serviços regionais – companhias estaduais, como a CAESB/DF, CEDAE/RJ, CESAN/ES, COPASA/MG, SABESP/SP e SANEPAR/PR, referentes a principais cidades - capitais.



Fonte: base de dados SNIS 2007

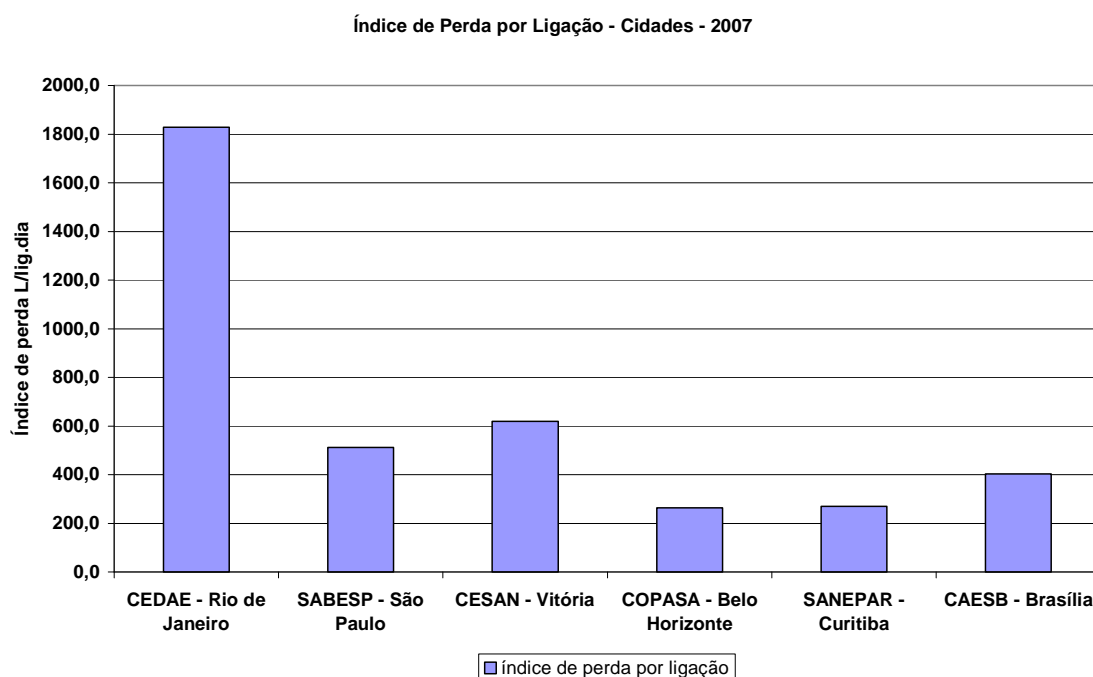
Figura 3.65 – Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado e Índice de Perdas de Faturamento dos principais Prestadores de Serviços Regionais - participantes do SNIS em 2007

Identifica-se que, no ano de 2007, a CEDAE apresentou o menor valor de Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado, 32%, em comparação às demais companhias estaduais. Por conseguinte, apresenta o maior Índice de Perda de Faturamento, no valor de 56%.

A redução nos índices de perdas de faturamento (IO13) segue o aumento dos índices de micromedição relativo ao volume disponibilizado (IO10). Constata-se então

que, no período de um ano, se obtêm um bom retorno no índice de perda por faturamento investindo no incremento de hidrômetros. No APÊNDICE II, são apresentadas as definições dos indicadores segundo o SNIS.

Visando identificar o desempenho dos prestadores em relação a perdas, a Figura 3.66 demonstra os Índices de Perda por Ligação (I051) ((L/lig)/dia). Estão expostos os principais prestadores de serviços regionais – companhias estaduais, como a CAESB/DF, CEDAE/RJ, CESAN/ES, COPASA/MG, SABESP/SP e SANEPAR/PR, referentes a principais cidades - capitais.



Fonte: base de dados SNIS 2007

Figura 3.66 – Índice de perdas por Ligação (L/lig)/dia dos principais Prestadores de Serviços Regionais participantes do SNIS em 2007

Nota-se os valores muito altos de perdas apresentados pela CEDAE. O mesmo não apresenta um programa de controle e redução de perdas.

#### **4. SUSTENTABILIDADE E CONTROLE DE PERDAS**

Neste capítulo são feitas inicialmente, algumas considerações sobre o conceito de sustentabilidade e demanda de água para o abastecimento público. Em continuidade é apresentado um contraste entre dois enfoques na gestão de Recursos Hídricos – a gestão por oferta e a gestão por demanda. Esta última, levando em conta a consideração do uso eficiente da água e respeitando as premissas da sustentabilidade ambiental. Em resposta às necessidades da gestão por demanda, o tema conservação da água no meio urbano é descrito de forma sucinta. Composto por uma série de ações e procedimentos visando o uso eficiente da água, a conservação da água no meio urbano enfoca o controle e redução de perdas. Em prosseguimento, é apresentada a experiência obtida através da implantação de programas de controle e redução de perdas em três Regiões Metropolitanas do país – São Paulo, Distrito Federal e Curitiba. Encerrando o capítulo, algumas considerações sobre perdas no Sistema Produtor Guandu, o maior sistema produtor do Estado do Rio de Janeiro são feitas. Os Índices de Perdas de Faturamento e por Ligação são apresentados, assim como uma simulação de volumes de perdas para o sistema. A questão da transferência da água da Bacia do Rio Guandu para a Bacia da Baía de Guanabara é enfocada, dada a peculiaridade da situação no Estado do Rio de Janeiro.

##### **4.1 SUSTENTABILIDADE E ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Dentre as várias definições existentes sobre sustentabilidade ambiental, AFONSO (2006), a apresenta como “manutenção quantitativa e qualitativa do estoque de recursos naturais, usando-os sem danificar suas fontes ou limitar a capacidade de suprimento futuro, para que tanto as necessidades atuais quanto aquelas do futuro possam ser igualmente satisfeitas”.

A preocupação com o uso dos recursos naturais e das conseqüências de suas manipulações ao meio ambiente é fruto de reflexões e debates ocorridos desde a década de 1960 e consolidados no Relatório de *Brundtland* - também conhecido como relatório “Nosso Futuro Comum”, que em 1987 e publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, cunhou o termo de desenvolvimento sustentável.

Em 1973 surgiu pela primeira vez o termo *ecodesenvolvimento*, colocado como alternativa da concepção clássica de desenvolvimento. Alguns dos aspectos para formulação desse novo modelo foram articulados por Ignacy Sachs. (BELLEN, 2005). Em paralelo, renomados economistas ecológicos desenvolveram trabalhos sobre a economia sustentável. William Kapp (alemão, 1910-1976) com o pensamento da Interdisciplinaridade como integração do conhecimento, postulou o nascimento de uma nova disciplina, a eco-sócio-economia (LUZZATI, 2005; SACHS, 2002). Herman Daly (americano, 1938) questiona o crescimento sustentável (DALY, 2004); e apresenta a abordagem da sustentabilidade forte: quando o capital natural deve ser mantido separado, porque torna-se fator limitante - sendo a política mais adequada à manutenção do capital natural é o sistema *cap-and-trade* (limitar-e-negociar) (DALY, 2005). Ignacy Sachs (polonês-francês, 1927) apresenta que a abordagem do desenvolvimento sustentável deve ser desdobrada em socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo (VEIGA, 2006).

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, aprovou o documento internacional **Agenda 21** - plano abrangente de ação com vistas ao desenvolvimento sustentável no mundo todo até o século XXI, tendo o **capítulo 18** com abordagem específica sobre o assunto água. O capítulo 18 da Agenda 21 aborda especificamente o assunto água. O objetivo geral é que se assegure a oferta de água de boa qualidade para todos os habitantes, mantendo as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades do homem aos limites da natureza. A Agenda 21 parte do geral para o específico, a fim de atingir de forma mais eficaz suas metas. A mesma é classificada da seguinte forma: Agenda 21 Global; Agenda 21 Brasileira; Agenda 21 Local. A Agenda 21 Nacional segue os princípios e acordos estabelecidos na Agenda 21 Global. Porém, ela leva em consideração a realidade sócio-econômico-ambiental da região implementada.

Este evento contou com a apresentação dos princípios estabelecidos na Conferência de Dublin (1992). Em 2002, durante a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburgo - África do Sul, a ONU ratificou os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que foram instituídos em 2000. A Agenda do Milênio resulta de um compromisso solidário, focado no desenvolvimento humano global, assumido entre 189 líderes mundiais durante a realização da Cúpula do Milênio das Nações Unidas, em 2000. Tal compromisso resultou na Declaração do Milênio das Nações Unidas, criada para sintetizar acordos



internacionais alcançados em várias cúpulas mundiais ao longo dos anos 90. Ao se consolidar em 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), a Agenda volta-se para tratar do mais resistente fracasso do desenvolvimento humano: a pobreza que atinge a maioria da população mundial, ainda nos dias de hoje. Os Objetivos foram definidos como metas concretas, mensuráveis e temporalmente delimitadas, que devem ser adotadas pelos Estados-Membros das Nações Unidas, assim como o Brasil, e a serem alcançadas em 2015. Ao conjunto dos ODM foram associadas 18 metas, que especificam os resultados esperados pelos 8 Objetivos, monitoradas por meio de 48 indicadores (PNUD, 2004).

Entre os ODM's encontra-se o de garantir a sustentabilidade ambiental - **Objetivo 7**, em três metas: integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais; reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável segura; e alcançar uma melhora significativa nas vidas de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados, até 2020. Ou seja, vemos a questão da **aplicação de uma boa gestão dos recursos hídricos**<sup>51</sup>; **boas práticas na prestação dos serviços de saneamento**, incluso na gestão – operacional, econômica-financeira; e a **universalização do atendimento à população dos serviços de água e esgoto**.

Os princípios da sustentabilidade estão baseados em três principais aspectos ou dimensões – ambiental, econômica e social (SACHS, 2002; IISD - *International Institute for Sustainable Development* e RUTHERFORD, 1997). Na Conferência de Estocolmo, uma alternativa média emergiu entre o economicismo arrogante e o fundamentalismo ecológico. O crescimento econômico ainda se fazia necessário. Mas ele deveria ser socialmente receptivo e implementado por métodos favoráveis ao meio ambiente, em vez de favorecer a incorporação predatória do capital da natureza ao PIB (SACHS, 2002). Segundo BELLEN (2005) existem múltiplos níveis de sustentabilidade, o que leva à questão da inter-relação dos subsistemas que devem ser sustentáveis, o que, entretanto, por si só, não garante a sustentabilidade do sistema como um todo.

---

<sup>51</sup> Sobre este aspecto, vale citar o projeto METRON – *Metropolitan Areas and Sustainable Use of Water* (2000), onde cinco cidades foram escolhidas – Amsterdam, Atenas, Londres, Sevilha e Tel-Aviv, tendo como objetivo identificar e concluir os instrumentos de uma política em recursos hídricos de maior interesse, a saber: Gestão Integrada de Bacias, Gestão de Demanda, Participação, Tarifação, Competição, Desenvolvimento Regional, Legislação (URBAGUA, 2003).

A partir desta compreensão fundamentada podem ser ampliadas as dimensões. SACHS (1997 apud BELLEN, 2005) apresenta cinco dimensões: social, econômica, ecológica, geográfica e cultural; SACHS (2002) apresenta os seguintes critérios de sustentabilidade: social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômico, política (nacional) e política (internacional). BOSSEL (1999) as apresenta como: ambiental, material, ecológica, social, econômica, legal, cultural, política e psicológica. Assim outras dimensões são redefinidas, visando uma melhor abordagem dos assuntos a serem compreendidos e dissecadas nas premissas do pensamento sustentável. ALTAFIN (2008) em seu estudo identificou a necessidade da inclusão da quarta dimensão espacial/territorial (Eixo Espacial), ampliando o espaço geográfico da análise da sustentabilidade na prestação dos serviços de saneamento básico.

Pode-se considerar que as dimensões se interajam da seguinte forma: não abrir mão do econômico, mas integrar as dimensões sociais e ambientais em todas as decisões. Segundo ALMEIDA JR. (2000) a História ensina que há dois tipos de atos políticos: os que preservam a realidade, mantendo o *status quo*; e os que mudam, transformando a realidade, AFONSO (2006) cita que os critérios de eficiência econômica e de lucro no curto prazo também são incompatíveis com o princípio do uso dos recursos naturais dentro de limites, sejam eles de recomposição natural (para os recursos renováveis) ou de substituição (para os recursos não-renováveis).

BANERJEE (2003) apresenta algumas críticas ao desenvolvimento sustentável. Este paradigma seria baseado na racionalidade econômica, e não na ecológica, fazendo com que seu discurso incorpore uma visão da natureza baseada no pensamento econômico moderno. Assim, haveria uma transformação da natureza em ambiente, o que traria importantes implicações para a noção de como o desenvolvimento deveria proceder, especialmente quando a gestão racional dos recursos, integral na economia ocidental, é imposta a países em desenvolvimento. Isso ocorreria porque grandes corporações, como a Organização Mundial do Comércio, o Fundo Monetário Internacional e o Banco Mundial, incorporaram o termo desenvolvimento sustentável e passaram a usá-lo em suas políticas, que são influenciadas por grandes corporações transnacionais.

Embora conceitos como desenvolvimento sustentável e sustentabilidade ambiental sejam objeto de muita discussão, fica evidente que, para garantir a sustentabilidade, é preciso incorporar às políticas públicas os princípios do

desenvolvimento sustentável, reverter a perda de recursos naturais e melhorar a qualidade de vida da população.

A água é considerada como recurso natural não-renovável em quantidade e em qualidade, sendo finito. É dotada de valor econômico e seu valor de troca (ou preço) dependerá, fundamentalmente, das forças de oferta e demanda. Segundo CARRERA-FERNANDEZ e GARRIDO (2002) a partir do instante que as demandas por água aumentam relativamente à sua disponibilidade, começando a surgir conflitos entre usuários pelo seu uso, ela passa ser escassa, necessitando, portanto, ser tratada como um bem econômico dotado de valor.

Uma nova fase da gestão dos recursos hídricos no Brasil se iniciou com a aprovação da Lei 9.433/97, da Política Nacional de Recursos Hídricos. Pode-se citar quatro princípios da lei responsáveis pela alteração de padrão: a gestão por bacia, a outorga (instrumento regulatório), a exigência de um plano de gestão e o instrumento de cobrança (instrumento econômico). A bacia representa o mercado de água onde seus usuários interagem; a outorga permite uma melhor definição e garantia de direitos de uso da água; o plano de gestão introduz os elementos de disponibilidade e demanda do recurso no tempo; e a cobrança determina diretamente um preço para a água. A lei está estritamente associada a uma visão econômica da água, e almeja a racionalização do seu uso e a obtenção de recursos financeiros para as intervenções na bacia hidrográfica (MOTTA, 2006).

SILVA (et al 2008) apresenta que, em relação às discussões envolvendo a gestão de recursos hídricos, assim como o sistema de cobrança pelo uso desse recurso, devem buscar não apenas os objetivos apontados por MOTTA (2006), definidos sob o ponto de vista econômico – financiar a gestão de recursos hídricos e reduzir as externalidades negativas – mas também envolver aspectos sociais e ecológicos. Ressalta porém, na importância da cobrança pelo uso da água, podendo resultar numa alteração de padrão de uso e induzir ao uso mais racional e sustentável dos recursos hídricos, com redução da intensidade de poluição e de consumo de água.

Como água potável, se enquadra na estrutura de mercado conhecida na economia como monopólio natural (ABICALIL, 2000) – os custos médios de produção são menores quando a indústria é operada por apenas uma empresa, e apresenta forte economia de escala – o custo médio do produto tende a ser menor com o

aumento da produção, tendo em vista as operações de tratamento e distribuição. Apesar do uso prioritário da água bruta, os prestadores de serviços de saneamento também estão sujeitos ao regime de outorga de direito e cobrança de uso da água.

As demandas de água no meio urbano são definidas e baseadas na população e consumo por habitante. Fatores climáticos; sociais – hábitos e nível de vida da população; técnicos – pressão excessiva e a existência da micromedição e da rede de esgoto; e econômicos – preço da água e natureza da cidade (características industriais ou residenciais) também exercem, no âmbito local, uma razoável influência sobre o consumo per capita.

Há um aumento de 30% no consumo para um aumento de 14 mca de pressão na rede (CLARK et al, 1977 apud TSUTIYA, 2006). Se na rede de distribuição a pressão passar de 18 para 36 mca, o consumo de água pode sofrer um aumento de cerca de 35% (ALBERTA ENVIRONMENTAL PROTECTION, 1996 apud TSUTIYA, 2006). Segundo ALBERTA ENVIRONMENTAL PROTECTION (1996 apud TSUTIYA, 2006), no Canadá, a falta de medição aumenta o consumo de água em 25%. A medição domiciliar, é prática corrente na Dinamarca, França, Alemanha, Países Baixos, Portugal e Espanha, porém sendo pouco disseminada no Reino Unido, observando-se que o uso de água em residências medidas foi cerca de 10% mais baixo que naquelas que não têm medidores. Contudo prevê-se uma diminuição imediata no consumo da ordem de 10 a 25% com a sua disseminação (AEA, 2000). Dados obtidos no Canadá indicam que, com a construção da rede de esgoto, houve um aumento no consumo de água de 50 a 100%. Esse aumento é devido à despreocupação com a capacidade do seu sistema de disposição de esgoto, tais como a fossa séptica (ALBERTA ENVIRONMENTAL PROTECTION, 1996 apud TSUTIYA, 2006).

O consumo de água médio em L/s, pode ser expresso por:

$$Q = P \cdot q / 3.600 \times h$$

Onde: P = População abastecível<sup>52</sup>

q = taxa de consumo *per capita* de água em (L/dia)/hab

h = número de horas de funcionamento do sistema

---

<sup>52</sup> Deve-se considerar a população flutuante quando existente.

Para as condições de dimensionamento são ainda considerados os coeficientes<sup>53</sup> de consumo máximo diário K1 e consumo máximo horário K2. Ainda são consideradas as alimentações pontuais, como indústrias ou ocupações de consumo relevante, e as perdas do sistema (caso não estejam embutidas no *per capita*). Em termos de dimensionamento, as simulações hidráulicas são realizadas em atendimento às etapas, principalmente de início e fim de plano - com análise criteriosa das taxas de crescimento populacional, identificando-se as etapas de implantação.

## 4.2 GESTÃO POR OFERTA E A GESTÃO POR DEMANDA

Com o início da Revolução Industrial, o crescimento populacional aliado ao crescimento do setor produtivo, e estimulado pelo avanço tecnológico, fizeram crescer, de forma acelerada, a demanda de recursos naturais em geral, incluindo a demanda por recursos hídricos (LANNA et al, 1999). Em períodos anteriores, as atividades humanas geravam impactos mínimos ao meio ambiente, com a ocorrência da oferta dos recursos naturais e, especificamente dos recursos hídricos, muito maior do que a demanda necessária, gerando uma percepção equivocada da água como recurso ilimitado.

Este conceito acabou por se estender no tempo, e de certa forma, mediante a ação de intervenções estruturais – construção de barragens, reservatórios, transposição de água entre bacias, sob a premissa de que qualquer demanda quantitativa dos recursos hídricos - aumento da oferta, deveria ser atendida. Além das questões técnicas, os custos dos empreendimentos – a viabilidade econômica era a prioridade no processo de avaliação. Segundo a Agência Européia do Ambiente (AEA ou EEA) novas barragens significam custos econômicos e ambientais muito elevados, tendo, atualmente, as atitudes políticas e sociais em relação aos projetos das grandes infra-estruturas hidráulicas mais críticas do que outrora. Contudo, as **transposições entre bacias podem ser um meio eficaz e econômico** de corresponder à procura de água nas regiões com deficiências hidráulicas – sendo absolutamente necessário assegurar, por um lado, a sustentabilidade ambiental e, por outro lado, a viabilidade

---

<sup>53</sup> Coeficiente do dia de maior consumo K1 = maior consumo diário no ano / consumo médio diário no ano. Para a determinação do K1, recomenda-se que sejam considerados, no mínimo, cinco anos consecutivos de observações anuais, adotando-se a média dos coeficientes determinados; coeficiente da hora de maior consumo K2 = maior vazão horária no dia / vazão média do dia (TSUTIYA, 2006).

econômica. Os mais importantes exemplos de transposição de bacias na Europa são o do Ródano-Languedoc e o do Canal de Provença na França, com capacidade de 75 e 40 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. (AEA, 2000)

A Agência Européia do Ambiente (AEA ou EEA) considera para toda a Europa que, 21 % da água captada é utilizada no abastecimento público de água, 11 % na indústria, 24 % na agricultura e 44 % na produção de energia elétrica. Porém, estes valores escondem diferenças significativas de utilização da água a nível setorial, no continente. Na Europa, o abastecimento público de água baseia-se principalmente nas águas subterrâneas, devido à sua qualidade superior (AEA, 2009).

As origens da estrutura da gestão da água remontam ao final do século XIX e, de forma geral, por toda a Europa, em três configurações básicas (URBAGUA, 2003):

- a) gestão e o planejamento do uso dos recursos e o controle de poluição a cargo de instituições públicas de âmbito regional, correspondentes às bacias hídricas;
- b) gestão pública de âmbito local no que se refere à prestação dos serviços de saneamento básico;
- b) responsabilidade privada quanto à provisão da infra-estrutura física (projetos e obras).

Historicamente, nos países desenvolvidos os dois últimos grupos de atividades eram assunto das administrações locais ou dos prestadores de serviços por elas escolhidos, e os usuários não se sentiam envolvidos com as questões de suprimento. Assim, não é uma questão tipicamente latino-americana ou brasileira, a despreocupação em relação à finitude e/ou custo do bem natural, seja em que estágio de produção for (URBAGUA, 2003).

LANNA (1999) apresenta que à medida que a água se torna escassa, e portanto, as intervenções se tornam mais caras, há uma tendência a serem buscadas outras premissas. Poderá haver a necessidade de hierarquização das demandas de forma a garantir o atendimento das mais prioritárias. Este atendimento poderá ser realizado com garantias decrescentes, em função das prioridades. Em cada demanda, poderão ser buscados níveis de eficiência de uso, com eliminação de desperdícios e controle de perdas.

Um evento de significativa relevância foi a Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente em Dublin (1992) onde foram estabelecidos quatro princípios que norteiam a gestão e as políticas públicas para as águas em todo o mundo. Dentre as recomendações principais estão: a água doce é um **recurso finito e vulnerável**; a **gestão integrada dos recursos hídricos**; a **valoração econômica** e os **usos múltiplos da água**; a **gestão participativa**, envolvendo os usuários, planejadores e políticos em todos os níveis; e o **desenvolvimento urbano sustentável**, sendo ameaçado pela diminuição da oferta de água doce, como resultado da escassez e degradação causadas pelo uso contínuo sem regras e com desperdícios excessivos, devendo-se imprimir o **controle apropriado das demandas** e lançamentos (ROGERS, P., 2002 e UM, 2009).

Segundo DOUROJEANNI e JOURAVLEV (2001), na América Latina e Caribe, a partir de uma fase de aproveitamento da água com finalidades estritamente de uso setorial – e qualificada na década dos anos setenta pela formulação de planos nacionais de gestão da água, e que em sua maioria não foram aplicados, os países têm procurado, a partir dos anos noventa, dar um salto súbito e qualitativo na direção da gestão integrada dos recursos hídricos.

Segundo a definição da *Global Water Partnership*, a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH), apresenta como processo promover o desenvolvimento e a gestão coordenada da água, solo e recursos relacionados, a fim de maximizar a resultante econômica e o bem-estar social, de forma equilibrada e sem comprometer a sustentabilidade de ecossistemas vitais (GWP, 2000 apud Dourojeanni e Jouravlev, 2001). A GWP foi criada em 1996 pelo Banco Mundial – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e promove a GIRH facilitando o diálogo nos níveis global, regional, de área, nacional e local para apoiar os atores na implementação da GIRH (GWP, 2005).

Podem-se distinguir basicamente três classes de interesses sobre os recursos hídricos:

- a) União e aos Estados que, na qualidade de detentores do domínio, são interessados na sua fiscalização, proteção e manutenção;
- b) usuários da água: o setor elétrico, a indústria, o saneamento, a irrigação e a navegação;
- c) o direito de toda a sociedade na proteção dos recursos naturais, para que

possam continuar a ser utilizados pelos vários usuários, nas atuais e futuras gerações.

A relação entre esses diferentes interesses pode levar a conflitos, que podem ser classificados em três planos: o primeiro refere-se ao desenvolvimento das atividades humanas, com o uso dos recursos naturais de forma mais intensa; o segundo refere-se ao fato de haver vários tipos de usos, nem sempre compatíveis; e o terceiro consiste no risco de dano pelo mau uso da água, com a ocorrência da poluição, da escassez e do assoreamento (GRANZIERA, 2000).

Em 2000, o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia estabeleceram as bases para a ação comunitária no domínio da política da água através da Diretriz Europeia da Água 2000/60/CE<sup>54</sup> (EU, 2000). Antes da Diretriz, a **abordagem tradicional baseava-se no gerenciamento da oferta** voltada para o aumento da disponibilidade de água por meio da utilização de reservatórios, transposição de bacias, reuso e dessalinização. Através da Diretriz (tendência não somente na Europa) **privilegia a gestão da demanda**, como parte de um conceito mais geral da política de conservação da água, cuja estratégia compõe-se de um conjunto de iniciativas destinadas a promover a redução de quantidade de água utilizada (URBAGUA, 2003). A implementação da Diretriz apresenta como meta, o ano de 2015 – fim do 1º Ciclo de Gestão; ano 2021 – fim do 2º Ciclo de Gestão ; e ano 2027 – fim do 3º Ciclo de Gestão. (INAG, 2009).

Diante da ameaça real de escassez de água e na ocorrência de demanda maior que a oferta, uma nova concepção política começou a surgir, substituindo a simples execução de obras em períodos críticos pelo planejamento e gestão de recursos hídricos. Denomina-se **gestão da demanda** toda e qualquer medida voltada a reduzir o consumo final dos usuários do sistema, sem prejuízos dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais (PNCDA, 2004). Gestão da oferta, seria a satisfação das demandas, atendendo aos requisitos técnicos e de menor custo econômico, e garantindo a sustentabilidade da bacia hidrográfica. A gestão da demanda seria baseada na adoção de medidas estruturais e não-estruturais que propiciem o uso racional e a consequente redução do consumo de água (RIBEIRO e VIEIRA, 2006).

---

<sup>54</sup> Em outubro de 2001, foi expedida a Carta Europeia de Recursos Hídricos (CE, 2009).



A Secretaria de Estado de Saneamento e Energia de São Paulo, lançou em novembro de 2008, o Programa REÁGUA – Programa Estadual de Apoio à Recuperação das Águas, que visa ampliar a disponibilidade de água, com cronograma de execução de cinco anos. São 31 projetos focados em **controles de perdas de água**, dois em **uso racional da água**, cinco em **reuso de efluentes tratados** e 60 em **sistemas de coleta e tratamento de esgotos**, com a participação de 56 municípios das cinco bacias hidrográficas de maior escassez hídrica do estado. As regiões críticas foram selecionadas pelo critério de uma alta relação (superior a 80%) entre a demanda e a disponibilidade hídrica (oferta) (REAGUA, 2008).

Em virtude da redução na provisão renovável de água, o setor de saneamento, como um dos principais usuários dos recursos hídricos, necessita se ajustar às políticas ambientais e principalmente nas diretrizes da gestão integrada de recursos hídricos.

Com o aumento na demanda, restrições para a implantação de novas captações e também para a ampliação das existentes podem ficar comprometidas. Este quadro se agrava com o aumento da população - desencadeado pelo crescimento vertiginoso das concentrações urbanas, na escala de produção de alimentos, na industrialização, e pelo processo progressivo de lançamento de efluentes.

Mesmo estando entre os países de maior disponibilidade bruta de recursos hídricos renováveis no mundo, o Brasil enfrenta problemas de oferta de água para abastecimento público não apenas nas áreas de baixa disponibilidade hídrica natural, mas também em micro-regiões, aglomerações urbanas e regiões metropolitanas nas quais a garantia ao abastecimento sofre restrições devido ao uso sucessivo com desperdícios e à degradação dos mananciais.

O sistema de abastecimento de água pode ser compreendido pela ótica do meio ambiente, onde o elemento água está submetido ao elemento de pressão crescimento populacional.

Uma compreensão figurativa de tais características aplicando a abordagem da matriz Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR ou PSIR) está apresentada na Figura 4.1 com os respectivos elementos. PEIR, versão ampliada do modelo PSR que vem sendo utilizada pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) na

elaboração da série GEO (*Global Environment Outlook*) (GEO, 2004). Elementos da matriz PEIR/PSIR: Pressão - sobre o meio ambiente (atividades humanas e sua dinâmica); Estado - são as condições do ambiente que resultam dessas atividades; Impacto - são os efeitos adversos à qualidade de vida, aos ecossistemas e à sócio-economia local; Resposta - revelam as ações da sociedade no sentido de melhorar o estado do meio ambiente.



Figura 4.1 – Ciclo do modelo de abordagem Pressão-Estado-Impacto-Resposta, PEIR ou PSIR (GEO, 2004)

Os indicadores ambientais estão enquadrados em sistemas. A OECD (1993) adotou o Sistema da PSR – *pressure, state, response*, e que é atualmente (BELLEN, 2005) maior fonte de indicadores ambientais. Substituindo o item *pressure* (P) por *driving force* (D), a Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e em 1995, adotou o Sistema DSR – *driving force, state, response*, que foi desenvolvido basicamente a partir do Sistema PSR, que apresenta maior aplicabilidade na dimensão ecológica/ambiental (SEGNESTAM, 2002). A EEA (1999) adotou o Sistema de indicadores DPSIR – *driving forces; pressure; state; impact e response* – atividades humanas, processos e padrões/aspectos sociais, econômicos e institucionais; pressão; estado ou condição; impacto e resposta. Este sistema é um desdobramento do PSR. Segundo TAYRA (2006), a abordagem PSIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta) é uma versão ampliada do modelo PSR que vem sendo utilizada pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) na elaboração da série GEO (*Global Environment Outlook*). O projeto GEO, iniciado em 1995, busca avaliar o estado do meio ambiente nos níveis global, regional e nacional. A variável impacto busca mensurar o impacto ou o efeito produzido pelo estado do meio ambiente sobre diferentes aspectos, como os ecossistemas, qualidade de vida humana, economia urbana local, entre outros. Em 1984, a UNSD (*United Nations Statistics Division*)

publicou *Framework for the Development of Environment Statistics* (FDES), uma combinação das abordagens meio ambiente e estresse – resposta. Em 1995, esse quadro conceitual foi revisado, reafirmado e estendido. A abordagem FDES teve grande influência sobre o uso de indicadores ambientais (PNUD, 2004).

Para efeito de exemplificação e, selecionando os cinco indicadores ambientais e aplicando a matriz PEIR, pode-se identificar a seguinte relação, Quadro 4.1. Indicadores ambientais propostos para a cidade de São Paulo - total de 83 indicadores utilizados (GEO, 2004). Na exemplificação foram selecionados cinco indicadores:

<b>Elementos da Matriz PEIR</b>	<b>Indicadores Ambientais (GEO, 2004)</b>
Pressão	Crescimento e densidade populacional; Consumo de água
Estado	Escassez de água
Impacto	Custos de captação, adução e tratamento de água
Resposta	Investimento em água

Quadro 4.1 - Relação elementos da matriz PEIR e indicadores Ambientais

A matriz PEIR, foi aplicada por ser favorável à compreensão das questões ambientais e de saneamento que são pertinentes à questão de controle de perdas, cujo estudo de caso se apresenta no Capítulo 6.

### **4.3 CONSERVAÇÃO DA ÁGUA NO MEIO URBANO**

Conservação de água consiste de qualquer benefício de redução de perdas de água, resíduos, ou uso. No contexto do planejamento, o termo 'benéfico' geralmente significa que os benefícios de uma atividade superam os custos. Conservação de água pode ser benéfica de muitas maneiras, mas uma razão importante para a conservação é que pode ajudar os sistemas a evitar, reduzir, ou adiar projetos de saneamento básico. As instalações utilizadas para tratar e distribuir água potável são dimensionadas para atender a demanda - se ocorre o aumento do nível de demanda

pelo desperdício, os consumidores pagam mais do que o necessário para fornecer os serviços de água de forma adequada e segura. Além disso, quando o custo do fornecimento de água potável é reduzido, os recursos financeiros podem ser usados para satisfazer outras necessidades (US EPA, 1998).

Em relação ao financiamento de infra-estrutura, o valor de conservação deve ser devidamente avaliado em termos dos custos de abastecimento, tratamento e distribuição, que podem ser evitados por causa de reduções planejadas na demanda de água. Conservação torna-se mais valioso ao longo do tempo, porque os custos do abastecimento de água e os meios necessários para a captação, tratamento, adução e distribuição tendem a aumentar (mesmo com o ajuste da inflação). Em outras palavras, os ganhos obtidos através da conservação permanente serão notadamente reconhecidos a longo prazo.

A conservação da água pode ajudar ao prestador de água e à população em (CWCB, 2005):

- evitar ou reduzir a necessidade de ampliar ou adquirir novas captações de água;
- adiar, reduzir, ou evitar completamente a necessidade de novas estações de tratamento de água e de esgotos;
- reduzir os custos operacionais relacionados com o tratamento da água e do tratamento do esgotamento sanitário (por exemplo, a necessidade de produtos químicos) e na captação (por exemplo, bombeando energia);
- melhorar a confiabilidade do abastecimento e mitigar os impactos futuros de secas;
- cumprir com os regulamentos (caso existentes);
- melhorar a credibilidade ao público, demonstrada na boa gestão dos recursos naturais e financeiros;
- e, acima de tudo, promover o uso sustentável dos recursos hídricos.

Dado que a conservação da água deva ser considerada no contexto de uma boa gestão, o planejamento da conservação de água precisa estar integrado, da melhor forma possível, nos vários aspectos do planejamento dos recursos hídricos, incluso ao plano de abastecimento de água local (plano diretor).

Um dos primeiros passos ao iniciar um programa de conservação de água está em desenvolver o plano de conservação de água. Desenvolver um bom plano de conservação da água é um processo que exige reflexão e esforço. Os planos ou programas de conservação de água podem adotar medidas e estratégias abrangentes, envolvendo as seguintes áreas e/ou estratégias (PNDA, 2003 e CWCB, 2005) - Quadro 4.2, onde as setas destacam as ações ligadas ao controle de perdas.

Linhas Estratégicas de Ação (PNDA, 2003)		Melhores Práticas de Gestão para a Conservação da Água e Administração (CWCB, 2005)
1	<b>política tarifária;</b>	1 Programas de Conservação de Águas Residenciais ( <b>incentivos à aquisição e instalação de equipamentos de baixo consumo</b> );
2	<b>regulamentação e normas técnicas</b> aplicadas a usos, edificações e equipamentos;	2 Medição - macro e micromedição;
3	<b>controle de perdas</b> - aumento da eficiência, detecção e eliminação de vazamentos nos sistemas de adução, reservação e distribuição de água, inclusive no âmbito domiciliar;	3 Políticas e Programas de Conservação de Água de Jardins;
4	<b>incentivos à aquisição e instalação de equipamentos de baixo consumo</b> , através de crédito subsidiado, descontos, distribuição gratuita de kits de conservação e assistência técnica;	4 Programas de Educação em Escola ( <b>campanhas de informação e educação</b> );
5	<b>reúso</b> - reciclagem de águas servidas ou utilização de fontes de água não potável para usos menos exigentes, como refrigeração e rega de jardins;	5 Programas de Conservação para fins de Faturas comerciais, industriais, institucionais e domiciliares ( <b>política tarifária</b> );
6	<b>campanhas de informação e educação;</b>	6 Programas de Assistência Produção / Contrato / Beneficiário;
7	<b>pesquisa e desenvolvimento</b> de novas tecnologias e procedimentos.	7 Proibições e Execução de Lançamentos - Águas Residuais;
*o PNDA (2003) considera que adoção de apenas as quatro primeiras estratégias para efeitos de metas e estimativas quantificadas de volume de conservação a serem alcançados. Este cenário foi baseado segundo a regra de planejamento seguida em 1996 no Programa de Conservação de Água da região de Seattle.		8 Redução da Demanda (durante as crises/secas de água);
		9 <b>Controle de perdas</b> - Sistema de Auditoria e Detecção de Vazamentos.

Quadro 4.2 - Linhas Estratégicas de Ação em Plano de Conservação de Água (PNDA, 2003 e CWCB, 2005)

O emprego de tecnologias ou a adoção de procedimentos que resultem no uso eficiente da água, sem afetar a eficácia do abastecimento à população, constituem de medidas de uso eficiente da água.

As medidas relativas ao uso urbano apresentam-se agrupadas nos seguintes grupos (LNEC, 2006):

- sistemas públicos;
- sistemas prediais e instalações coletivas;
- dispositivos em instalações residenciais, coletivas e similares;
- usos exteriores.

No Quadro 4.3 apresenta-se uma relação de medidas aplicáveis ao setor urbano:

#### **Grupo dos sistemas públicos**

- Otimização de procedimentos e oportunidades para o uso eficiente da água (Plano de Ação)
- Redução de pressões no sistema público de abastecimento
- Utilização de sistema tarifário adequado
- Utilização de águas residuais urbanas tratadas
- Redução de perdas de água no sistema público de abastecimento

#### **Grupo dos sistemas prediais e de instalações coletivas**

- Redução de pressões no sistema predial de abastecimento
- Isolamento térmico do sistema de distribuição de água quente
- Reutilização ou uso de água de qualidade inferior
- Redução de perdas de água no sistema predial de abastecimento

#### **Grupo dos dispositivos e usos em instalações residenciais, coletivas e similares**

##### **Vasos sanitários**

- Adequação da utilização de vasos sanitários
- Substituição ou adaptação de vasos sanitários
- Utilização de bacias sanitárias sem uso de água
- Utilização de bacias sanitárias por vácuo

##### **Chuveiros**

- Adequação da utilização de chuveiros
- Substituição ou adaptação de chuveiros

##### **Torneiras**

- Adequação da utilização de torneiras
- Substituição ou adaptação de torneiras

##### **Máquinas de lavar roupa**

- Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar roupa
- Substituição de máquinas de lavar roupa

##### **Máquinas de lavar louça**

- Adequação de procedimentos de utilização de máquinas de lavar louça
- Substituição de máquinas de lavar louça

##### **Urinóis**

- Adequação da utilização de urinóis
- Adaptação da utilização de urinóis
- Substituição de urinóis

##### **Sistemas de aquecimento e refrigeração de ar**

- Redução de perdas e consumos em sistemas de aquecimento e refrigeração de ar

## **Grupo dos usos exteriores**

### **Jardins e similares**

- Adequação da gestão da rega em jardins e similares
- Adequação da gestão do solo em jardins e similares
- Adequação da gestão das espécies plantadas em jardins e similares
- Substituição ou adaptação de tecnologias de rega em jardins e similares
- Utilização de água da chuva em jardins e similares
- Utilização de água residual tratada em jardins e similares

### **Campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de lazer**

- Adequação da gestão da rega, do solo e das espécies plantadas em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de lazer
- Utilização de água da chuva em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de lazer
- Utilização de água residual tratada em campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de lazer

### **Lavagem de pavimentos**

- Adequação de procedimentos na lavagem de pavimentos
- Utilização de limpeza seca de pavimentos
- Utilização de água residual tratada na lavagem de pavimentos

### **Piscinas, lagos e espelhos de água**

- Adequação de procedimentos em piscinas
- Recirculação da água em piscinas, lagos e espelhos de água
- Redução de perdas em piscinas, lagos e espelhos de água
- Redução de perdas por evaporação em piscinas
- Utilização de água da chuva em lagos e espelhos de água

### **Lavagem de veículos**

- Adequação de procedimentos na lavagem de veículos
- Utilização de dispositivos portáteis de água sob pressão na lavagem de veículos
- Recirculação de água nas estações de lavagem de veículos

Quadro 4.3 – Medidas para promoção do uso eficiente da água aplicáveis ao setor urbano (LNEC, 2006)

O Programa de Controle e Redução de Perdas é uma das ações na Conservação da Água no Meio Urbano e pela sua relevância no setor de saneamento, é objeto do estudo de caso apresentado no Capítulo 5.

## **4.4 PROGRAMAS DE CONTROLE DE PERDAS – ATUAÇÃO NO PAÍS**

Vários prestadores no país têm atuado no controle de perdas nas últimas décadas, apresentando resultados satisfatórios. Nesta seção são apresentados quatro casos de prestadores regionais – companhias estaduais de saneamento básico, onde programas de controle e redução de perdas, incluso com a estratégia da utilização de VRP's na redução de pressão para a redução das perdas reais. Os prestadores são SABESP, CAESB e SANEPAR com resultados obtidos nas respectivas Regiões Metropolitanas.

## **Programa de Controle de Perdas da SABESP (SABESPd, 2009)**

A SABESP tem atuado no controle de perdas desde o final da década de 70. Na ocasião, o antigo BNH adotou a SABESP como piloto para o desenvolvimento de um Plano Estadual de Controle de Perdas (PECOP), a ser repassado posteriormente aos demais Estados brasileiros. Nesse trabalho houve transferência de tecnologia por parte de algumas empresas estrangeiras, com destaque para a Pitometer (EUA). Posteriormente o escopo foi ampliado, transformando-se no Programa de Controle e Desenvolvimento da Operação (PEDOP), com os seguintes subprogramas:

- Micromedição
- Redução e Controle de Vazamentos
- Macromedição
- Pitometria
- Desenvolvimento da Operação
- Revisão dos Critérios de Projetos e Construção e Desenvolvimento da Qualidade dos Materiais e Equipamentos
- Cadastro dos Sistemas Existentes e de Grandes Consumidores
- Segurança dos Sistemas

Posteriormente, já com algum nível de disseminação pelo país, foram feitos ajustes nos programas/subprogramas, ficando a estruturação como segue:

- Macromedição
- Micromedição
- Redução e Controle de Vazamentos
- Pitometria
- Planejamento e Controle Operacional
- Sistema Integrado de Prestação de Serviço e atendimento ao Público (onde originou o Código Nacional de Saneamento - telefone 195)
- Manutenção e Reabilitação de Unidades Operacionais
- Cadastro Técnico
- Cadastro de Consumidores



A SABESP desde então tem, permanentemente, um **Programa de Redução de Perdas**, com algumas alterações de conteúdo das ações, em função dos avanços nos conceitos e nas tecnologias envolvidas nas ações de combate às perdas. Um marco dos trabalhos realizados pela empresa foi o estudo da Lysa, em 1992/1993, em que se elaborou um diagnóstico da situação e, pela primeira vez, apresentou-se um rateio entre as "perdas físicas" e as "não-físicas". Outros pontos a ressaltar são:

- adoção das propostas da IWA: Balanço Hídrico, terminologia, conceitos, indicadores, incluindo a vinda de consultores dos grupos-tarefa da IWA;
- implantação de **Programa de Redução de Pressões**, a partir de 1997, com a adoção de **VRP's com controladores eletrônicos (hoje atuam em 30 % da rede da área metropolitana)**;
- aquisição e instalação de **hidrômetros classe C**, bem como desenvolvimento da Hidrometria através do nosso Laboratório de Hidrometria (diminuição da submedição em hidrômetros e fraudes);
- desenvolvimento e implantação do Técnico de Atendimento Comercial Externo (leitura e entrega imediata de contas); estes profissionais estão sendo certificados pelo SENAI/ABES;
- desenvolvimento e implantação da certificação de profissionais de detecção de vazamentos não-visíveis (em conjunto com a ABENDE);
- novas especificações de tubos de polietileno e peças para os ramais prediais;
- realização de ensaios de campo para o diagnóstico da situação das perdas reais nos setores de abastecimento;
- setorização;
- desenvolvimento de sistemas de gestão (telemedição, Sistema de Gestão da Hidrometria, Manutenção, etc);
- troca corretiva e preventiva de ramais;
- em implementação: gestão das perdas nas Zonas de Medição e Controle. A SABESP utiliza o termo Distritos de Medição e Controle - DMC's.

As ZMC's estão sendo implantadas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), ainda não apresentando um número expressivo. Contudo, existem áreas da rede de distribuição, extensão de 7.567 km (corresponde a 25% do total da rede), com a operação de 1.012 VRP's. Tais áreas possuem cerca de 908.000 ligações, com densidade média de ligações no valor de 120 lig/km, e 300 *boosters* de rede. Outros

dados da área da Diretoria Metropolitana - Relatório do Programa de Redução de Perdas (NetPerdas - Julho/09), Diretoria Metropolitana:

- Atendimento com água universalizado, 3,8 milhões de ligações;
- 100% de hidrometração;
- 15,7 milhões de pessoas diretamente atendidas (há mais 4 milhões de habitantes atendidos indiretamente, nos municípios que a SABESP fornece água no atacado);
- Vazão entregue às Unidades de Negócio: 54,2 m<sup>3</sup>/s;
- Vazão vendida no atacado a municípios não operados pela SABESP: 9 m<sup>3</sup>/s;
- Usos sociais da água (vazão não-faturada, fornecida a favelas situadas em áreas irregulares): 5,3 m<sup>3</sup>/s;
- valor de IVI = 7; PRI = 40 L/lig.dia; PRC = 280 L/lig.dia;
- Vazamentos não-visíveis, não-detectáveis = 37% dos volumes de vazamentos;
- Vazamentos não-visíveis, detectáveis = 50% dos volumes de vazamentos;
- Vazamentos visíveis = 13% dos volumes de vazamentos;
- Índice Econômico para a RMSP → IVI ~ 4; e perdas reais em torno de 160 L/lig.dia;

### **Programa de Controle de Perdas da CAESB**

Resultados de Indicadores de Perdas para o ano de 2008 (CAESB, 2009).

Fonte: Sinopse (média de 2008)

Dados das Regiões Administrativas do DF

Localidade	População hab	Nº Ligações	Km de rede	Densidade de ligações lig/Km	Perda por Ligação l/lig.dia	Perda por estensão de rede m3/Km.dia	Pressão mca	IVIN	Submedição % (do volume consumido)	Fraudes e Clandestinas % (do volume consumido)	Perda real % (do volume perdido)	Perda aparente % (do volume perdido)
Brasília e Cruzeiro	282.120	30.802	906	34,0	727,6	25,1	40	9,5	6,0%	0,2%	68,7%	31,3%
Lago Sul	27.804	12.266	382	32,1	927,9	30,2	63	8,5	11,0%	3,5%	77,2%	22,8%
Lago Norte	34.575	8.853	296	29,9	1195,9	36,3	39	18,6	11,5%	4,0%	83,9%	16,1%
Paranoá	68.251	18.854	180	104,7	276,2	29,3	34	7,4	6,6%	1,0%	87,3%	12,7%
Guará	136.553	29.237	401	72,9	311,5	23,0	41	4,3	11,1%	2,0%	58,3%	41,7%
Taguatinga	273.577	62.435	756	82,6	263,2	22,0	36	4,0	9,8%	2,0%	54,9%	45,1%
Ceilândia	357.513	78.963	720	109,7	548,5	61,0	32	12,3	22,3%	7,0%	68,1%	31,9%
Samambaia	184.261	43.538	521	83,6	278,7	23,6	40	3,5	21,8%	4,0%	49,8%	50,2%
Gama	146.581	25.410	298	85,2	338,2	29,2	34	3,8	27,3%	0,5%	38,7%	61,3%
Santa Maria	119.444	24.429	305	80,0	230,4	18,7	35	2,5	23,0%	0,5%	38,5%	61,5%
Recanto das Emas	138.560	25.360	302	84,0	220,2	18,7	41	2,5	26,2%	0,5%	45,9%	54,1%
Núcleo Bandeirante/SMPWW	45.520	10.016	276	36,3	496,7	18,3	43	6,5	12,5%	0,5%	72,4%	27,6%
Candangolândia	18.624	3.518	50	70,4	283,5	20,2	51	4,5	6,2%	1,0%	83,7%	16,3%
Riacho Fundo I e II	62.283	16.370	169	96,9	131,0	12,9	30	0,9	17,8%	1,0%	20,8%	79,2%
Sobradinho	194.514	27.735	654	42,4	288,9	12,4	52	2,6	18,2%	1,0%	57,1%	42,9%
Planaltina/VA	217.307	38.010	532	71,4	271,5	19,7	37	4,4	19,8%	1,0%	62,8%	37,2%
Brazlândia	60.327	10.343	112	92,3	364,3	34,1	33	7,3	22,6%	0,5%	64,6%	35,4%
<b>Distrito Federal</b>		<b>482.113</b>	<b>7.122</b>	<b>67,7</b>	<b>378,5</b>	<b>26,0</b>	<b>38</b>	<b>5,9</b>	<b>14,1%</b>	<b>1,9%</b>	<b>62,1%</b>	<b>37,9%</b>

Quadro 4.4 – Dados das Regiões Administrativas do DF – CAESB

## Programa de Controle de Perdas da SANEPAR

Índices de perdas da Região Metropolitana de Curitiba (SANEPAR, 2009):

Ano	Perda total (l/lig/dia)	Perda faturam. (%)
2004	497,36	38,1%
2005	503,63	38,8%
2006	466,43	36,2%
2007	412,19	32,5%
2008	381,24	30,9%
2009*	373,61	30,9%

\* acumulado jan a jun/09.

Índice de hidrometração: 100%

Quadro 4.5 – Índices de perdas da Região Metropolitana de Curitiba - SANEPAR

Devido à dificuldade de se estimar qual a proporção entre perdas reais e aparentes, a Sanepar não utiliza o balanço hídrico como instrumento para análise e tomada de decisão. Se considerarmos que a perda real corresponde a 50% da perda total, e uma perda real inevitável de 33,2 litros/lig/dia (considerando uma pressão média de 30 mca), teríamos um ILI = 5,6.

A Região Metropolitana de Curitiba possui cinco estações de tratamento de água que respondem por aproximadamente 90% do abastecimento, sendo o restante abastecido por poços. Cada ETA possui uma área de abrangência, mas existe uma área que pode ser abastecida por duas ETAs. Assim, são seis grandes áreas de influência, que são divididas em áreas menores por 46 reservatórios e 165 zonas de pressão, distribuídas da seguinte forma:

- 25 boosters
- 33 gravidades
- 77 recalques
- 30 válvulas

O número e delimitação das zonas de pressão estão em constante alteração, devido a freqüente reavaliação e adequação hidráulica da rede de distribuição, com o objetivo de melhorar as condições de abastecimento e equalizar as pressões.

As ações que efetivamente resultaram na redução de perdas, traduzida em redução de IPL (Índice de Perdas por Ligação por Dia), estão alicerçadas na aplicação

do **Método de Análise de Solução de Problemas de Perdas – MASPP**, a partir de Dezembro de 2005 em Curitiba e de Maio de 2006 em todo o Estado. Com foco no desenvolvimento do recurso humano que atua no planejamento e operação dos sistemas de abastecimento de água, a aplicação desse método confere às ações de redução de perdas, a técnica e padronização para o alcance dos resultados que sejam perenes.

O método consiste, basicamente, em praticar o ciclo de aperfeiçoamento contínuo (Ciclo **PDCA** – P (Plan) Planejamento / D (Do) Execução / C (Check) Verificação / A (Action) Ação Corretiva) nos dois principais processos críticos da operação de um sistema de abastecimento de água: de **produção de água tratada e comercialização de água disponibilizada para consumo**. A redução de perdas é uma consequência da **redução de água disponibilizada (volume produzido) e aumento de água comercializada (volume micromedido)**.

A partir da implantação do MASP-P, foram realizados diversos treinamentos com o objetivo de capacitar os funcionários em Controle Estatístico de Processos, bem como na utilização das ferramentas da qualidade. Realizam-se constantemente treinamentos *in loco* com foco operacional, nos diversos processos da empresa, como tratamento de água e esgoto, controle da qualidade, manutenção de rede, pesquisa de vazamento, faturamento, arrecadação, atendimento e informática, dentre outros.

Para a redução do **volume produzido**, destacam-se as seguintes ações:

- Redução da pressão na rede de distribuição, através da instalação de válvulas redutoras de pressão ou por meio da redução da pressão de operação de elevatórias e *boosters*.
- Monitoramento da vazão na distribuição para priorização de pesquisa de vazamento.
- Melhoria da qualidade e velocidade dos serviços de manutenção em redes e ramais.
- Setorização e revisão de setores de manobra.

Para o aumento de **volume micromedido**, destacam-se:

- Implantação de rede de distribuição para regularização das ligações nos assentamentos, com cadastramento em programa de Tarifa Social, para eliminação de ligações clandestinas.

- Atuação sistemática na detecção e eliminação de fraudes e ligações irregulares, impedindo o surgimento de novas ligações irregulares.
- Análise quantitativa e qualitativa dos volumes medidos para detecção e substituição de hidrômetros inoperantes, com defeitos no mecanismo de medição ou com fraudes.
- Atualização do parque de hidrômetros através da substituição preventiva.

A relação de volume faturado/micromedido atual é 1,16. Entretanto, isso não significa que a submedição seja de 16%, pois o volume faturado depende da estrutura tarifária da empresa. Na Sanepar, a tarifa mínima é de 10 m<sup>3</sup>, ou seja, para todos os clientes que consomem menos que 10 m<sup>3</sup>, o volume faturado é considerado igual a 10m<sup>3</sup>, embora o micromedido seja menor.

Do total de vazamentos identificados na RM de Curitiba entre jan/09 e ago/09, 70% ocorrem em ramais e 30% em redes.

#### **4.5 PERDAS NO SISTEMA PRODUTOR GUANDU**

As águas do Rio Guandu são objeto de transposição da Bacia do Médio Paraíba do Sul apresentando disponibilidades mínimas e médias de vazões de 120 m<sup>3</sup>/s e 163 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2006), atendendo as demandas do abastecimento público e de indústrias. Atualmente a demanda para o abastecimento de água é de 50,5 m<sup>3</sup>/s - 45 m<sup>3</sup>/s na ETA Guandu e 5,5 m<sup>3</sup>/s no Sistema Ribeirão das Lajes, sendo que estima-se uma demanda de 69, 5 m<sup>3</sup>/s para 2020 (CEDAE, 2006 apud ANA, 2006).

Em janeiro de 2008, Jorge Briard (ASEAC, 2008), diretor de Produção e Grande Operação da CEDAE e em apresentação, analisou os empreendimentos que estão sendo executados no Rio de Janeiro e que demandam muita quantidade de água. Entre estes estão a CSA, na Bacia de Sepetiba, a ampliação da CSN, na região de Itaguaí, e o Complexo Petroquímico da Petrobrás – o COMPERJ, em Itaboraí. Para a consolidação deste último, conforme já apontavam os estudos, o maior problema será a necessidade de recursos hídricos. O trabalho mostra a pressão de demanda já existente na área, que conflita com a escassez de recursos hídricos, e apresenta soluções para atender ao projeto da PETROBRÁS. Briard falou das alternativas analisadas como possíveis fontes de abastecimento, entre as quais a Lagoa de Juturnaíba, o reservatório de Lajes, a dessalinização e outras. Mas adiantou que a

opção mais adequada e recomendada pela CEDAE deverá ser a utilização das águas do rio Guandu, através de um novo sistema que deverá chegar ao COMPERJ através de uma adutora especial, aproveitando as águas de reúso da ETA do Guandu.

Sendo o maior sistema produtor do Estado do Rio de Janeiro, o Sistema Produtor Guandu abastece grande parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - situada na margem oeste da Bacia da Baía de Guanabara, e é constituído, a princípio, por doze municípios: Belford Roxo, Duque de Caxias, Itaguaí, Japeri, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados, Rio de Janeiro, São João de Meriti e Seropédica (parte). O município do Rio de Janeiro é o mais populoso.

O sistema foi concebido a atender à área do atual município do Rio de Janeiro, então Estado da Guanabara, até o ano de 2000. Contudo, a fusão dos estados do Rio de Janeiro e Guanabara ampliou a área de influência do sistema, reduzindo sensivelmente o horizonte de auto-suficiência de abastecimento projetado.

A Estação de Tratamento de Água do Guandu, localizada na Rodovia BR 465 (antiga Estrada Rio- São Paulo), em Nova Iguaçu, utiliza as águas do rio Guandu, que é formado pela junção das águas do rio Ribeirão das Lages e dos rios Piraí e Paraíba do Sul, após elas serem utilizadas pela Light para a geração de energia elétrica. Originalmente, o rio Guandu era formado apenas pela junção das águas do Ribeirão das Lages com o rio Santana. No entanto com a necessidade do aumento de geração de energia no complexo Light, Piraí se fez necessário a utilização da água proveniente do rio Paraíba do Sul. Para que isso fosse possível foram construídas algumas barragens e usinas elevatórias para fazer a transposição da bacia do rio Paraíba do Sul, para a bacia do rio Guandu .

A Figura 4.2 apresenta as delimitações dos municípios atendidos pelo Sistema Produtor Guandu.



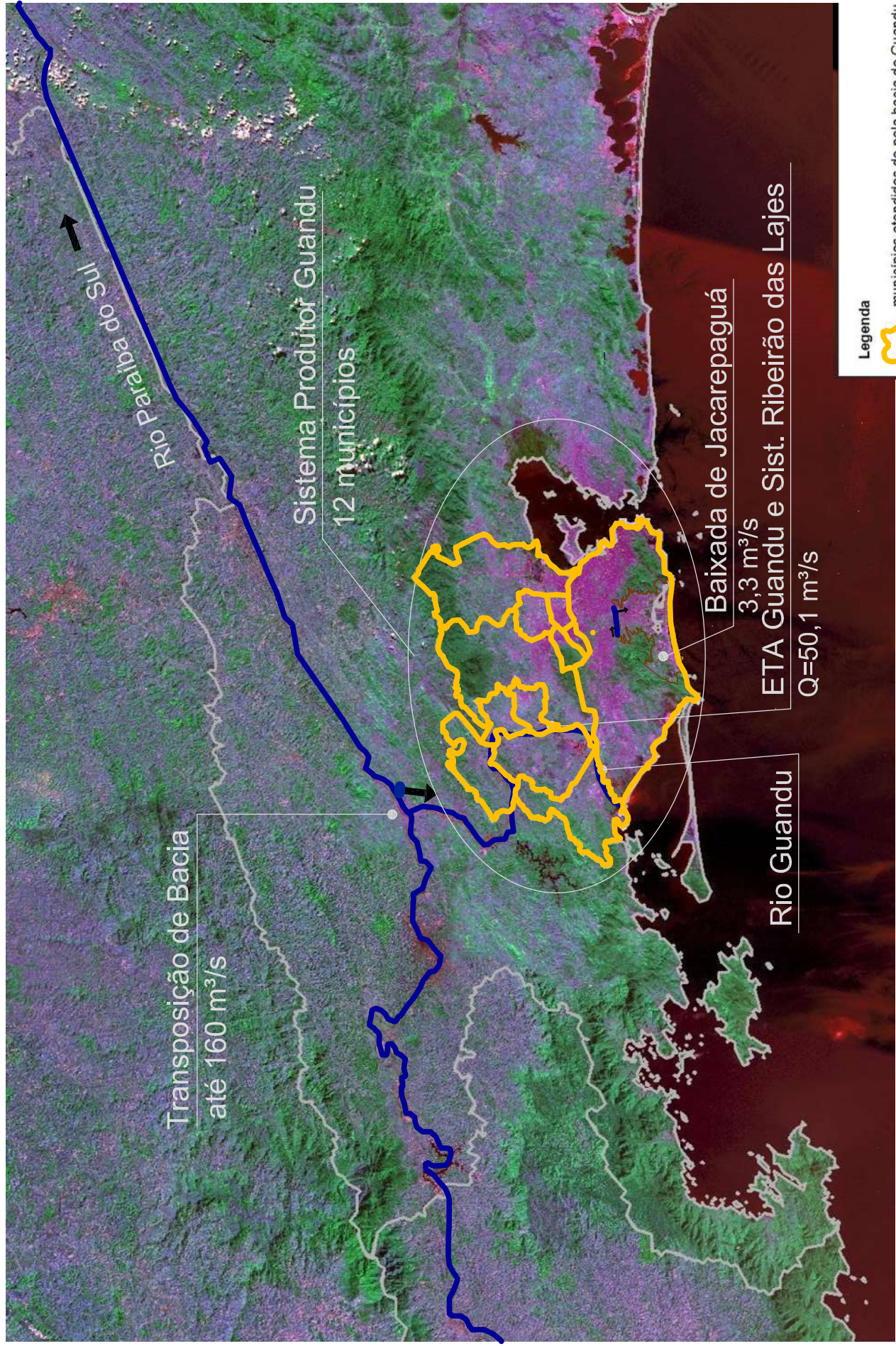


Figura 4.2 - SISTEMA PRODUTOR GUANDU ATENDE 12 MUNICIPIOS - Q= 50,1m<sup>3</sup>/s



A CEDAEa (2007), apresenta que, **a falta de setorização do sistema de distribuição implica em um controle operacional deficiente, o que, aliado ao baixo índice de medição, acarreta um elevado nível de perdas.**

A seguir se apresentam o levantamento realizado dos indicadores de perdas por ligação/dia, para os municípios e para o conjunto dos doze municípios do Sistema Produtor Guandu, de forma a se identificar o comportamento dos indicadores de perda, a partir dos dados disponíveis no SNIS. Foram realizados os cálculos por município, sendo que, para o agrupamento dos doze municípios, os indicadores foram obtidos pelos valores totalizados dos volumes produzidos e faturados (consumidos).

### **Séries Históricas – Volumes de Perdas de Faturamento (1.000 m<sup>3</sup>/ano) e por Ligação ((L/lig)/dia),**

O SNIS fornece anualmente informações por prestadores e por municípios. Acessando as informações dos municípios do Sistema Produtor Guandu, referentes aos volumes das seguintes parcelas: volume de água produzido, volume de água faturado, volume de água consumido, volume de água de serviço e n<sup>o</sup> de ligações ativas por município, pode-se totalizar os volumes de cada parcela, e calcular os Volume de Perda (Total) de Faturamento (1.000 m<sup>3</sup>/ano) e o Índice de Perdas (Total) por Ligação ((L/lig)/dia), para o conjunto dos doze municípios. Tal procedimento foi aplicado ano a ano, a partir de 1999 a 2007.

No APÊNDICE II se apresenta a definição de indicadores de desempenho aplicados a perdas – SNIS. Os Quadros 4.6 e o Quadro 4.7 apresentam os resultados obtidos.

**Serie 1999 a 2007 Volume Perda (Total) de Faturamento (calculado)**

Volumes - dados SNIS

Município	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	volume perda de faturamento calculado								
	1000 m <sup>3</sup> /ano								
Belford Roxo	16.775	16.870	38.137	41.665	39.620	37.710	35.454	28.818	31.201
Duque de Caxias	40.025	40.145	50.543	48.851	45.771	41.613	45.390		
Itaguaí	2.967	2.892	1.867	13.341	9.109	8.879	11.868	8.860	8.995
Japeri	2.751	2.750	5.205	5.829	6.634	6.745	7.625	9.268	9.259
Mesquita									15.251
Nilópolis	7.649	7.850	3.288	2.964	2.213	(469)	2.244	6.081	7.305
Nova Iguaçu	43.478	42.310	58.358	69.604	68.249	65.926	51.682		
Paracambi	261	1.362	1.790	1.895	619	997	1.245	1.902	2.595
Queimados	3.841	3.790	2.804	40.174	38.031	39.539	37.041	15.013	15.500
Rio de Janeiro	372.833	739.716	628.950	605.373	453.118	512.380	555.571	586.260	586.316
São João Meriti	19.977	20.000	20.785	27.350	24.088	21.099	15.983	18.219	23.743
Seropédica	2.506	2.510	3.020	11.078	10.926	12.317	10.199	6.469	6.437
<b>total</b>	<b>513.062</b>	<b>880.195</b>	<b>814.747</b>	<b>868.124</b>	<b>698.378</b>	<b>746.736</b>	<b>779.347</b>	<b>695.646</b>	<b>706.603</b>

considerou-se (volume de água produzido - volume de água de serviço) - volume de água faturado

Vol Total Perdas = (AG006 - AG024) - AG011 volumes dados SNIS

**Quadro 4.6 – Volume de Perda (Total) de Faturamento (1.000 m<sup>3</sup>/ano) para os municípios e o Sistema Produtor Guandu – anos 1999 a 2007 - dados base SNIS**

**Serie 1999 a 2007 Índice Perdas (Total) por Ligação (calculado)**

Volumes - dados SNIS

Município	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	índice perdas por ligação calculado								
	l/lig.dia								
Belford Roxo	838,13	816,59	2296,06	2357,41	2177,14	2052,40	1987,18	1415,67	1513,84
Duque de Caxias	1346,34	1245,94	1798,99	1615,25	1478,58	1329,23	1488,69		
Itaguaí	580,51	537,90	516,62	3914,19	1708,98	1661,12	2195,16	1609,43	1427,19
Japeri	2546,37	2482,45	1433,06	1481,30	1824,10	1856,06	2176,95	9758,92	10734,88
Mesquita							1610,95	4904,57	5101,75
Nilópolis	690,21	688,42	310,20	262,55	192,76	-40,74	207,04	562,29	662,67
Nova Iguaçu	1143,23	1101,80	1785,52	1965,29	2084,99	2015,44	1820,19		
Paracambi	158,62	808,04	1111,03	1087,74	348,59	547,59	668,96	1007,30	1521,79
Queimados	741,85	724,96	519,65	6692,96	4664,87	4688,23	4477,84	1720,48	1649,20
Rio de Janeiro	1321,50	2617,44	2717,79	2285,84	1687,39	1899,17	2157,77	2321,47	2150,27
São João Meriti	922,53	819,64	1027,25	1250,96	1099,43	961,90	758,02	1228,77	1187,14
Seropédica			1622,24	6309,91	6804,78	7638,06	6239,66	3898,80	2814,89
<b>total</b>	<b>1.234,36</b>	<b>2.080,38</b>	<b>2.290,18</b>	<b>2.180,30</b>	<b>1.727,33</b>	<b>1.837,08</b>	<b>1.998,68</b>	<b>2.172,03</b>	<b>2.031,34</b>

considerou-se (volume de água produzido - volume de água de serviço) - volume de água consumido / n° de ligações ativas

$I_{051} = (AG006 - AG024) - AG010 / AG002$  dados SNIS

como em 2007 vol fat valor menor que o consumido, foi mantido para o cálculo deste indicador, o valor do volume faturado

para o prestador de 1999 a 2006 volume consumido = volume faturado

**Quadro 4.7 – Índices de Perda (Total) por Ligação ((L/lig)/dia) para os municípios e o Sistema Produtor Guandu – anos 1999 a 2007 - dados base SNIS**

Para o ano de 2007, o Sistema Produtor Guandu apresentou o valor de 2.031,34 L/lig/dia e, para o município do Rio de Janeiro, o valor obtido foi de 2.150,27 L/lig/dia. Em relação aos altos índices de perdas totais por ligação encontrados, vale citar a não existência de um programa de controle e redução de perdas por parte do prestador - CEDAE. E mostra-se a evidência dos altos valores obtidos para o município do Rio de Janeiro assim como para o Sistema Produtor Guandu. Vale observar, que se encontrou discrepância nos indicadores IN051 do SNIS de 2007 para

o município do Rio de Janeiro: Tabela 2 – Indicadores 1615 l/lig.dia e Tabela 4 – Indicadores 2009,79 l/lig.dia.

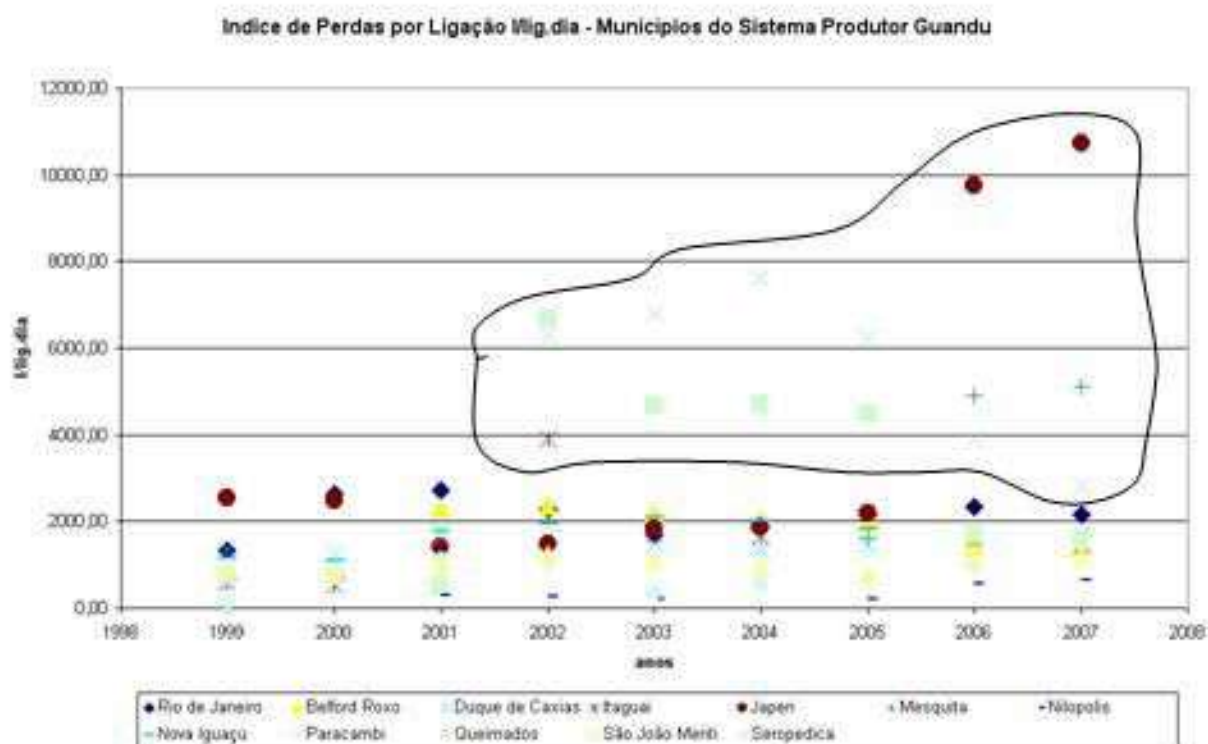


Figura 4.3 – Índices de perda (total) por ligação (l/lig.dia) para os municípios do Sistema Produtor Guandu

A envoltória da Figura 4.3 destaca valores altíssimos de indicadores de perda por ligação de outros municípios: Itaguaí em 2002, Japeri e Mesquita em 2006 e 2007, Quimados de 2002 a 2005 e Seropédica de 2002 a 2007. Tais valores, variando de 2.815 l/lig.dia a 10.735 l/lig.dia denotam irregularidades na operação do sistema ou leituras equivocadas (medições) dos volumes produzidos.

## **Transferência da água tratada da Bacia do Guandu para a Bacia da Baía de Guanabara – aspectos legais**

Sendo bacias distintas, existe uma transferência de água tratada, entre a Bacia do Rio Guandu para a Bacia da Baía de Guanabara. Desta forma, os consumidores locados na Bacia da Baía de Guanabara utilizam a água de abastecimento proveniente da Bacia do Rio Guandu. Por sua vez, lançam o esgotamento sanitário gerado, na Bacia da Baía de Guanabara.

A bacia do rio Guandu (bacia dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim) dispõe de um comitê atuante desde 2002, contando com o Plano Estratégico da Bacia do Rio Guandu – PERH, elaborado em 2006. O PERH Guandu, considera em seu Plano de Investimentos, ações de 'Reuso e Conservação da Água' (Sub-componente 3.4), tendo como um dos programas, o 'Controle de Perdas Físicas e Cadastro de Consumidores, de Rede e de Equipamentos nos Sistemas de Abastecimento Público' (ANA, 2006).

O PERH Guandu, com horizonte de planejamento até o ano de 2025, considera em seu Plano de Investimentos, Investimentos Previstos para o 'Controle de Perdas Físicas', que estão orçados em R\$ 4.277.834,00 e, para o 'Cadastro de Consumidores, Rede e Equipamentos' no valor de R\$ 7.805.379,00, totalizando R\$ 12.083.213,00. O desenvolvimento das atividades tem prazo previsto para ser executado em cinco anos.

O tema maior de conservação de água de recursos hídricos demanda uma gestão integrada visando usos eficientes da água para todos os usuários. Conforme se procurou demonstrar, o setor de saneamento, direcionado ações no combate e a redução de perdas, converge como garantia à qualidade de vida urbana, favorecendo a sustentabilidade ambiental e social. No capítulo seguinte se apresenta um estudo de caso com a aplicação da metodologia da IWA em controle e redução de perdas em sistema de abastecimento de água. O estudo se realiza em área do município do Rio de Janeiro.

## **5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DA IWA E FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS, METAS E *PAYBACKS* PARA UM PROGRAMA DE CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS PARA A BAIXADA DE JACAREPAGUÁ**

### **5.1 INTRODUÇÃO**

Neste capítulo e inicialmente, é feita uma apresentação da área de estudo, características da região, dados de população e de domicílios por bairros. A seguir se apresentam os elementos hidráulicos do sistema de abastecimento existente, com uma rápida citação dos planos diretores e estudo de setorização já realizados pela CEDAE para a Baixada de Jacarepaguá. O último estudo definiu uma setorização a ser implantada em nove sistemas de reservação. Os dados de vazão – macromedidores e de pressão foram analisados e seus resultados apresentados. As vazões por bairros foram definidas e a modelagem hidráulica foi realizada utilizando o EPANET. Em seguida, os dados de volume faturado e de ligações cadastradas são analisados. De posse dos dados obtidos, pode-se partir para a elaboração do Balanço Hídrico – Cenário Base, segundo as premissas da IWA e de outros prestadores e consultores. O Cenário Base traduz a situação do período analisado, ou seja, situação sem controle e redução de perdas de água. Aplicou-se a Análise da Vazão Mínima Noturna, sendo observado a não aplicabilidade desta metodologia: a provável utilização de grandes cisternas acabaram por amortecer a curva de oferta no período noturno. O Cenário Base indica os componentes por volume – m<sup>3</sup>/ano e por custo R\$/ano. O próximo passo foi estabelecer metas e cenários. Foram definidos seis cenários hipotéticos com os seguintes valores percentuais de redução de perdas – reais e aparentes: 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70%, valores estes incidentes aos volumes do Balanço Hídrico - Cenário Base. As metas relativas a tais cenários significam as diferenças dos valores de custo de água não faturada do Cenário Base pelos custos de água não faturada de cada cenário – Cenário 01 a 06. Assim obteve-se as Metas de 01 a 06. O próximo passo foi estabelecer o programa de controle e redução de perdas para o sistema de abastecimento de água da Baixada de Jacarepaguá, segundo as estratégias de gestão de perdas, conforme as premissas da IWA: controle de pressão, controle ativo de vazamentos, gestão da infra-estrutura e rapidez e qualidade dos reparos. O estudo e a definição das Zonas de Medição e Controle para a área foi realizado. Com isso pode-se dimensionar os equipamentos de controle – medidores de vazão eletromagnéticos e de redução – válvulas redutoras de pressão, o dimensionamento do controle ativo de vazamentos e demais atividades.

Com a obtenção da estimativa orçamentária do programa de redução de perdas para o período de cinco anos (custos anuais) pode-se identificar o *payback* (mês/ano) para as seis Metas – 01 a 06.

Para se obter índices significativos de redução das perdas em um sistema de abastecimento, o prestador de serviços necessita ter um empenho específico nas diferentes frentes de trabalho - da área comercial, passando pela técnica, até a área operacional. Caso não haja ações em consonância com o objetivo maior e em comum - a redução nas perdas, o sucesso pode não vir a ser alcançado. É fundamental agir de forma coordenada, atendendo a diretrizes pré-estabelecidas, em um ciclo periódico de atuação, com permanente avaliação do problema, correção e continuidade do processo, com a execução dos procedimentos já revistos.

A aplicação da avaliação da metodologia IWA permite que o técnico/operador identifique todas as destinações da água no sistema de abastecimento e a quantificação dos volumes de consumo e de perdas. Esta avaliação de perdas pode ser denominada auditoria de água ou Balanço Hídrico. O processo de auditoria ocorre em três níveis, sendo que a cada nível cresce o grau de refinamento (AWWA, 2009).

Nível 1 - Abordagem *Top-down*: processo inicial de coleta de informações de registros existentes, procedimentos, dados e outros sistemas de informação.

Nível 2 – Análise dos Componentes: técnica de aplicação de modelos para a identificação dos volumes de vazamento baseados na natureza da ocorrência do vazamento e sua duração. Essa técnica também pode ser usada para modelar várias ocorrências de perdas aparentes por identificar a natureza e a duração da ocorrência. Cálculo do Balanço Hídrico.

Nível 3 - Abordagem *Bottom-up*: consiste na validação dos resultados da abordagem *top-down*, com a realização de medições de campo real, como os componentes das perdas de vazamentos obtidas a partir das medições de vazões noturnas nas Zonas de Medição e Controle (ZMC). De forma similar, visitas e inspeções nas ligações e cavaletes dos consumidores podem revelar perdas aparentes oriundos de hidrômetros defeituosos ou vandalizados, ou o consumo não autorizado. O monitoramento do fluxograma de processo de sistemas de faturamento do consumidor pode ser usado para identificar erros sistemáticos de faturamento.

A abordagem *top-down* é o ponto inicial mais recomendável para o prestador de serviços de abastecimento de água compilar sua primeira auditoria de água.

A definição dos limites exatos do sistema, zona de pressão ou setor são fundamentais.

Uma auditoria de água é um estudo ao longo do tempo. Deve-se selecionar o período que permita a análise e avaliação de todo o sistema de abastecimento. A consideração de apenas um mês ou seis meses é muito curta para fornecer um quadro geral do fluxo da água no sistema. O estudo no período de doze meses reduz os efeitos no tempo de atraso na leitura do hidrômetro do consumidor e é recomendado como o suficiente para se considerar as variações sazonais.

A auditoria de água ou Balanço Hídrico, define quanto se perde de água e qual o custo das perdas para o prestador. Com relativa facilidade de realização, a abordagem *top-down* pode fornecer uma boa avaliação preliminar de perdas permanentes e compreensão da qualidade dos dados disponíveis do sistema de abastecimento. A auditoria *top-down* também auxilia na identificação dos componentes que requerem validação adicional. Por último, o auditor de água pode melhor validar e melhorar a precisão da auditoria da água quando se incrementa, por análise de componentes, a abordagem *bottom-up* com medições de campo, ou ambos.

## **5.2 ÁREA DE ESTUDO**

Na necessidade de a área de estudos ter limites definidos, buscou-se uma área relevante e propícia para a aplicação da metodologia da IWA. Conforme citado no Capítulo 1, a autora atuou, anteriormente, no projeto básico de setorização da Baixada de Jacarepaguá. Tal atividade permitiu a compreensão do sistema hidráulico, com a existência de um único ponto de alimentação para toda a região. Considerou-se também oportuno a realização do estudo na área, visto que o prestador em questão, a CEDAE, não possui um programa de controle e redução de perdas. O estudo envolve a concepção de um programa com detalhamento para fins de orçamento e em âmbito de planejamento. O estudo finaliza com a obtenção de cenários da relação de pagamento anual do programa – *payback*. O primeiro contato com o prestador visando a obtenção dos dados – séries históricas, ocorreu em janeiro de 2007. O período para os estudos de auditoria – Balanço Hídrico, foi de maio de 2006 a abril de 2007.

A Baixada de Jacarepaguá - área de estudo selecionada se encontra, praticamente, confinada entre os maciços montanhosos da Tijuca a leste, da Pedra Branca a oeste e pelo Oceano Atlântico ao sul, abrangendo a área da ponta da Joatinga até a Prainha. Isto proporciona uma configuração geográfica singular, com limites naturais estabelecidos, e praticamente um único ponto de alimentação a todo o sistema de distribuição.

A região se encontra em área valorizada e significativa, sendo área de expansão, ocupando cerca de 23% do município do Rio de Janeiro. É composta por três Regiões Administrativas – Barra da Tijuca (incluindo Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande e Pequena), Jacarepaguá e Cidade de Deus, totalizando 17 bairros, com área territorial total de cerca de 280 km<sup>2</sup> (PRJ, 2009). Para o ano de 2006/2007, apresentou uma população de 762.837 habitantes. A Figura 5.1, elaborada usando o Sistema de Informação Geográfico ArcView e o banco de dados do IBGE do Censo Demográfico de 2000 (IBGE, 2003) por setores censitários, apresenta as três Regiões Administrativas. O setor censitário é a menor unidade territorial com limites físicos identificáveis em campo, com dimensão adequada à operação de pesquisas. A área de estudo apresenta 967 setores censitários.

Sofrendo uma crescente ocupação nos últimos vinte anos, a área apresenta um processo de verticalização desenfreado, com a construção de condomínios, e áreas de lazer baseadas em equipamentos de parques aquáticos. Apresenta características de consumo – predomínio da residência domiciliar, além da ocupação de setores subnormais – favelas. Na área da baixada se apresentou o equivalente a 13% da população total do município do Rio de Janeiro no período de estudo.



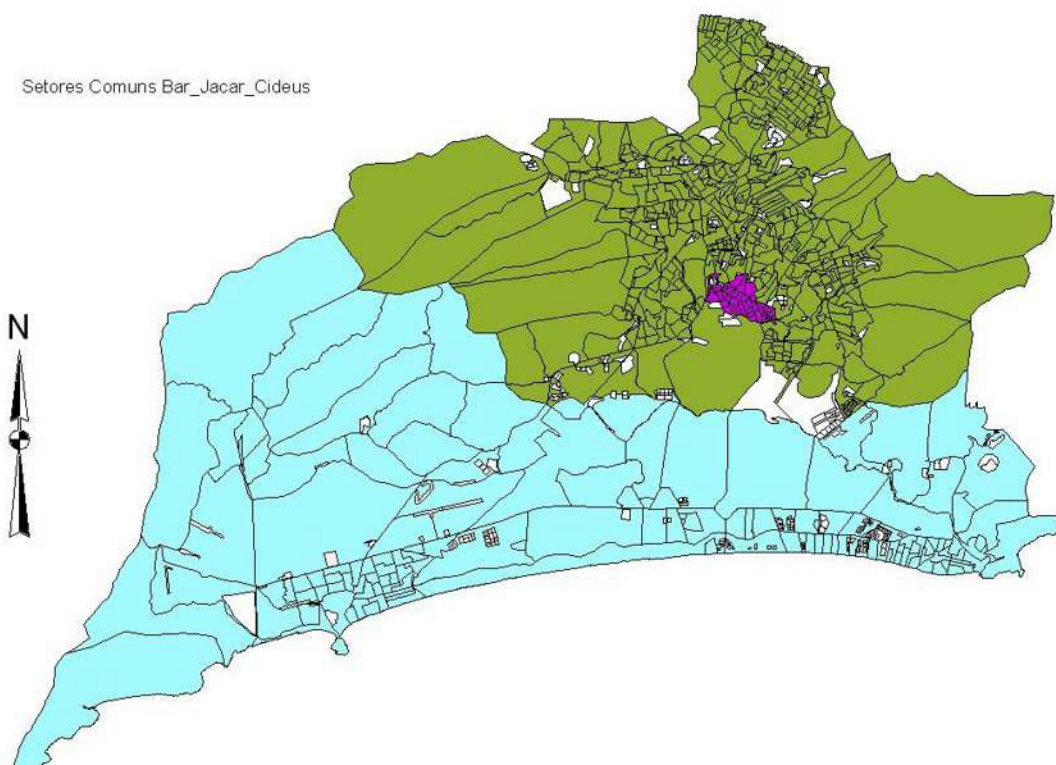


Figura 5.1 – Regiões Administrativas – Barra da Tijuca (azul), Jacarepaguá (verde) e Cidade de Deus (roxo), e setores censitários

Baseada nas extrapolações realizadas pela Prefeitura do Rio de Janeiro (PRJ, 2004), a distribuição da população para o período de 2006/2007 apresentou valores por Bairro e Região Administrativa e estão tabeladas no Quadro 5.1. Os bairros de Vila Valqueire e Grumari pertencentes as tais Regiões Administrativas, não foram considerados no estudo por não fazerem parte do sistema de abastecimento de abastecimento.

**Projeção População**  
**ref. base de dados IBGE e Prefeitura RJ**

Bairros	RA XVI Jacarepaguá		Bairros	RA XXIV Barra da Tijuca		Bairros	RA XXXIV Cidade de Deus	
	2000	2006/2007		2000	2006/2007		2000	2006/2007
Anil	21.551	23.423	Barra da Tijuca	92.233	132.823	Cid Deus	38.016	35.933
Curicica	24.839	26.997	Camorim	786	1.132			
Freguesia	54.010	58.703	Itanhangá	21.813	31.412			
Gard. Azul	19.268	20.942	Joá	971	1.398			
Jacarepagua	100.822	109.582	Recr dos Band	37.572	54.107			
Pechincha	31.615	34.362	Vg Grande	9.306	13.401			
Pr Seca	59.657	64.840	Vg Pequena	11.536	16.613			
Tanque	32.462	35.282						
Taquara	93.741	101.886						
<b>Total</b>	<b>437.965</b>	<b>476.018</b>	<b>Total</b>	<b>174.217</b>	<b>250.886</b>	<b>Total</b>	<b>38.016</b>	<b>35.933</b>

**Total 2006/2007 762.837 hab**

Quadro 5.1 – População por Região Administrativa na Baixada de Jacarepaguá projeção da Prefeitura RJ (PRJ, 2004) com base no Censo de 2000 (IBGE, 2003)

O número de domicílios para o período de 2006/2007 foi possível de se estabelecer, aplicando a taxa de ocupação encontrada, por bairro, do ano de 2000. O Quadro 5.2 apresenta o número de domicílios por região administrativa e por bairros.

**Domicílios**  
**ref. base de dados IBGE e Prefeitura RJ**

Bairros	RA XVI Jacarepaguá		Bairros	RA XXIV Barra da Tijuca		Bairros	RA XXXIV Cidade de Deus	
	2000	2006/2007		2000	2006/2007		2000	2006/2007
Anil	6.345	6.896	Barra da Tijuca	30.809	44.367	Cid Deus	10.866	10.271
Curicica	7.119	7.738	Camorim	221	318			
Freguesia	16.780	18.238	Itanhangá	6.449	9.287			
Gard. Azul	5.527	6.007	Joá	267	384			
Jacarepagua	30.727	33.397	Recr dos Band	11.578	16.673			
Pechincha	10.122	11.001	Vg Grande	2.696	3.882			
Pr Seca	18.616	20.233	Vg Pequena	3.225	4.644			
Tanque	9.985	10.853						
Taquara	28.310	30.770						
<b>Total</b>	<b>133.531</b>	<b>145.133</b>	<b>Total</b>	<b>55.245</b>	<b>79.557</b>	<b>Total</b>	<b>10.866</b>	<b>10.271</b>

**Total 2006/2007 234.961 dom**

Quadro 5.2 – Domicílios por Região Administrativa na Baixada de Jacarepaguá

Visando estabelecer uma melhor identificação espacial da ocupação verticalizada - grandes condomínios na área de estudo, respeitou-se a identificação de 'Condomínios' dada pelo IBGEa (2003) a determinados setores censitários (roxo). Calculando o indicador de densidade domiciliar (hab/ha) e aplicando o ArcView (SIG), obteve-se a Figura 5.2. O valor médio obtido foi de 556 hab/ha (valores de 69 a 2.782 hab/ha) para os setores Condomínios.

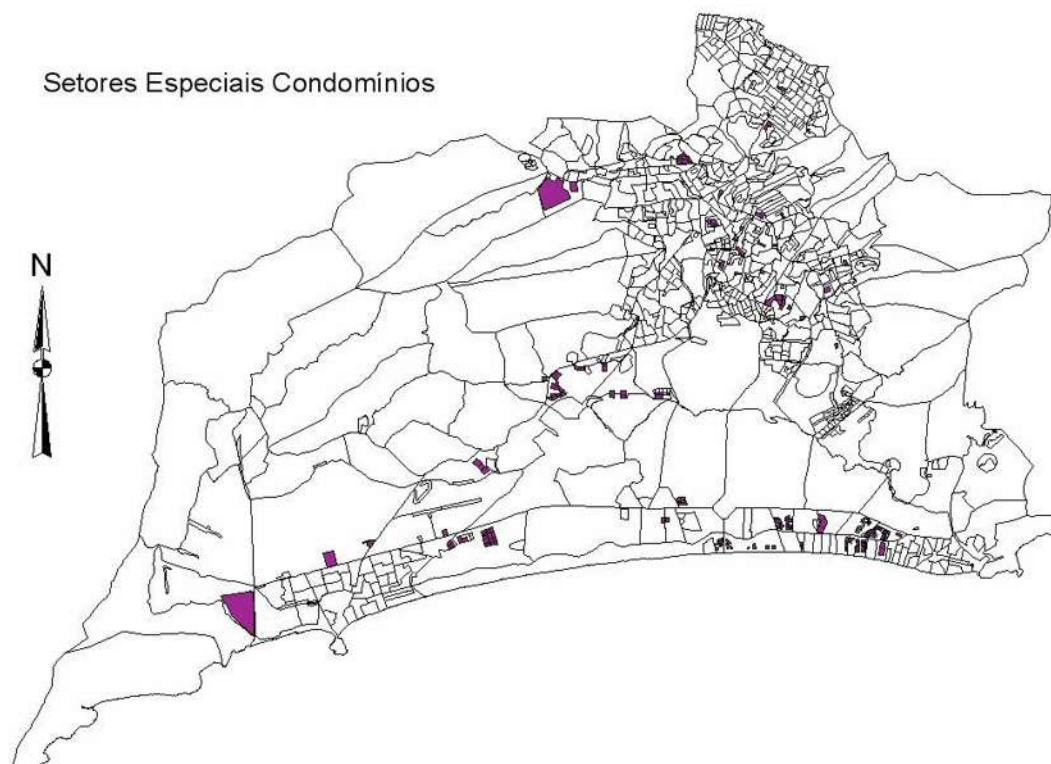


Figura 5.2 – Ocupação verticalizada – grandes condomínios. Variável calculada hab/ha por setor censitário (roxo) – IBGEa (2003)

O IBGE considera tipos de setores censitários: comuns (não-especial) e o especial – aglomeração subnormal (setor tipo 1) e apresentando a seguinte definição para o setor **aglomerado subnormal**: conjunto (favelas e assemelhados) constituído por unidades habitacionais (barracos, casas, etc.), ocupando ou tendo ocupado até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular), **dispostas em geral, de forma desordenada e densa, e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais** (IBGE, 2003).

A identificação da posição geográfica das ocupações subnormais – favelas, se torna possível com a utilização de um GIS e dados do IBGE. Aplicando o ArcView, e com base nos setores censitários subnormais – favelas, considerados pelo IBGE (2003), pode-se identificar a posição geográfica de tais ocupações – Figura 5.3.

Também foi realizado contato junto à Prefeitura do Rio de Janeiro no intuito de se atualizar a projeção da população de favelas. Ambas as bases (PRJ, 2007) dos aplicativos Morei 2000 e SABREN trabalham com o último censo, que foi do ano de 2000. Ou seja, **em termos de população e domicílios, a aplicação de um Sistema de Informação Geográfico (ArcView) com a alimentação dos dados dos setores censitários do IBGE constitui uma poderosa ferramenta de localização de áreas de potencial interesse na gestão do controle de perdas.** Cabe ao gestor manter o seu sistema incluindo as atualizações decenais, salvo nos casos que necessitem de revisão periódica por parte do prestador, como atendimento a novas demandas, ocupações significativas, etc.

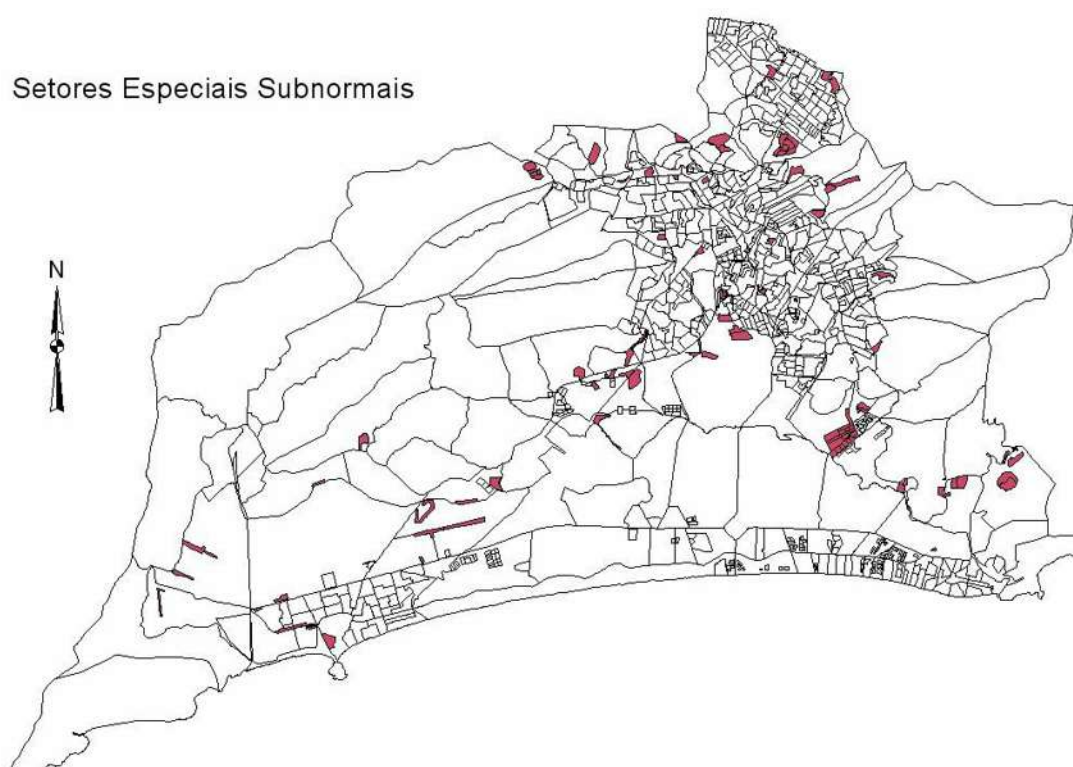


Figura 5.3 – Ocupação setores subnormais – favelas por setor censitário (vermelho) - IBGE (2003)

### 5.3 INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO EXISTENTE

Tendo uma configuração geográfica peculiar, a Baixada de Jacarepaguá apresenta praticamente uma única alimentação para todo o sistema de abastecimento. A partir de uma derivação na Caixa de Urucuia, parte uma tubulação com diâmetro de 1750 mm que mais adiante se bifurca para alimentar a área oeste da baixada com diâmetro de 1500 mm, e diâmetro 700 mm para abastecer a área leste. A Figura 5.4

apresenta a localização da ETA Guandu com a derivação a partir da Caixa da Urucuia (Túnel Guandu Novo) que abastece a Baixada de Jacarepaguá.

A Caixa de Urucuia é uma instalação hidráulica existente no Túnel Guandu Novo (sistema adutor) apresentando o nível de d'água - NA de 94,0 m (pressão atmosférica). Após o tratamento na ETA Guandu, a água segue para o sistema de adução através de dois sub-sistemas. Um deles é o Sub-sistema Lameirão, com cerca de 50% da água tratada aduzida para a elevatória do Lameirão através de um túnel subterrâneo com 11 km de extensão. Na elevatória do Lameirão, a água é bombeada a 110m de altura para continuar sua adução ao longo de cerca de 34 km. No decorrer do trajeto, várias adutoras estão conectadas a fazer a distribuição para os diversos bairros do Rio de Janeiro (CEDAEa, 2007 e CEDAEb, 2007).

A Baixada de Jacarepaguá ainda não apresenta sistema de reservação implantado (o reservatório Reunião é existente, todavia a área de influência de reservação não está delimitada), sendo que os Planos Diretores de 1984 e de 2005 e, mais recentemente, o estudo para a Setorização da Baixada de Jacarepaguá de 2007 – PL100 realizados pela CEDAE definiram as seguintes configurações de áreas de influência de reservatórios - Figura 5.5.

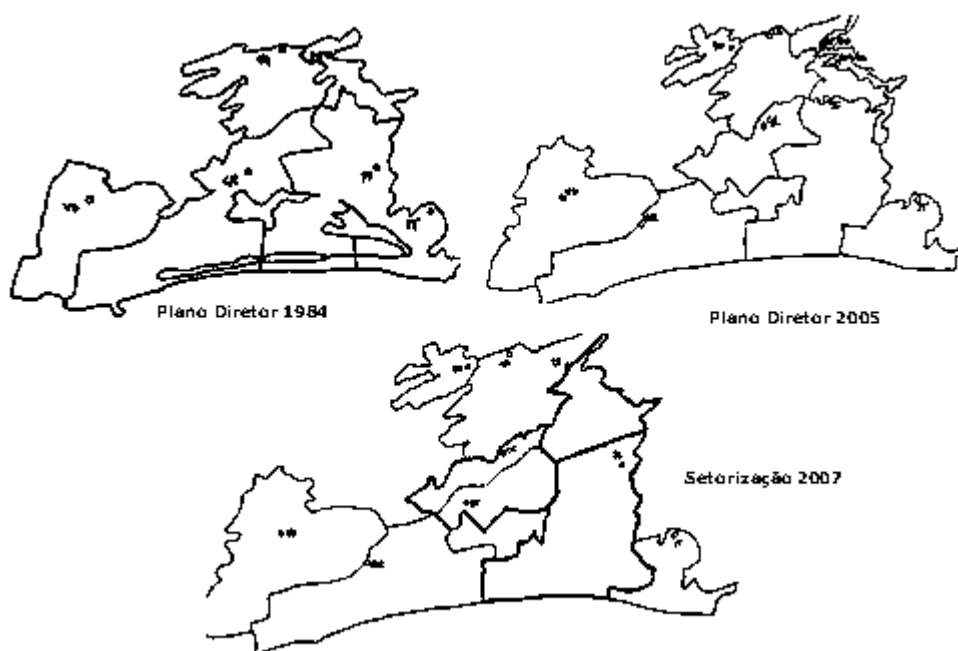


Figura 5.5 – Áreas de Influência dos Reservatórios da Baixada de Jacarepaguá – Plano Diretor de 1984 e Plano Diretor de 2005, estudo de Setorização da Baixada de Jacarepaguá de 2007 (CEDAE, 1984; CEDAEa, 2005; CEDAEb, 2007)

Assim o último estudo para a Setorização da Baixada de Jacarepaguá realizado pela CEDAE em 2007 define nove áreas de reservação, com reservatórios a serem implantados em etapas (CEDAEB, 2007) conforme a seguir:

1ª etapa (2010): Reunião, Jacarepaguá e Outeiro

2ª etapa (2020): Itanhangá, Curicica, Recreio, Taquara, Boiúna e Vargem Grande

De posse de desenhos esquemáticos fornecidos pela CEDAEB (2005), contendo informações de traçado e respectivos diâmetros, foi possível lançar em base digital plani-altimétrica (curvas de nível a cada 25 metros e pontos notáveis) o traçado da rede primária ou principal do sistema existente de distribuição da Baixada de Jacarepaguá - ver seção 5.5. Tubulações e conseqüentes derivações, ramificações e anéis hidráulicos, com diâmetros variando de 1750mm a 200mm (trechos extremos), promovem o abastecimento de toda a área. Vale lembrar que, para a futura realização dos projetos de setorização, o cadastro da rede será atualizado - levantamento de diâmetros da rede em campo e consulta ao pessoal do distrito – operação.



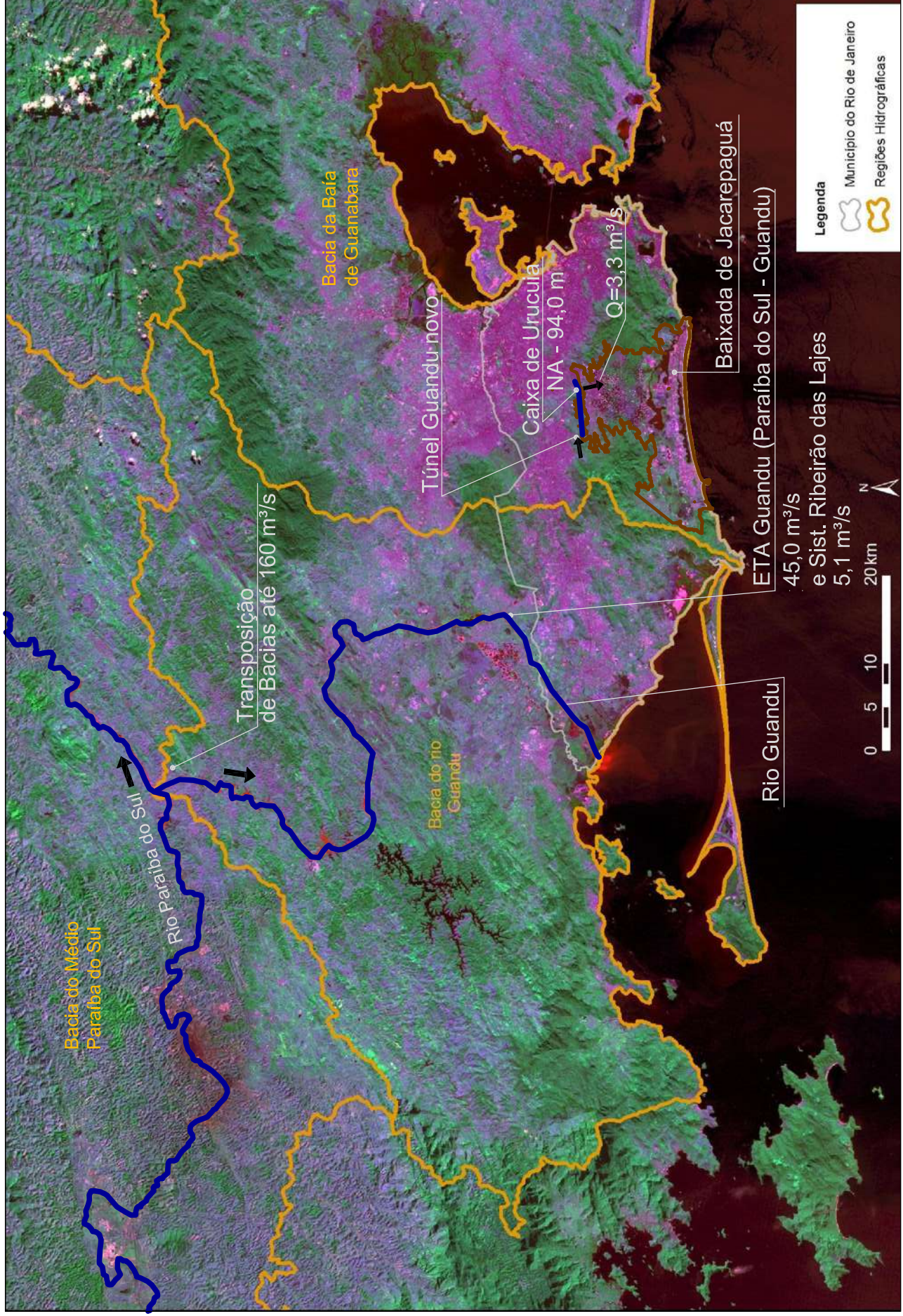


Figura 5.4 - DERIVAÇÃO DA CX. DE URUCUIA ALIMENTA O SIST. BAIXADA DE JACAREPAGUÁ  $Q=3,3 \text{ m}^3/\text{s}$



#### 5.4 DADOS DE VAZÕES EM MACROMEDIDORES E DE PRESSÕES

Os dados obtidos das medições de vazão são referentes aos macromedidores e medidores de pressão de Urucua e da Ayrton Senna. Os pontos telemedidos são registrados a cada uma hora e a coleta para o estudo cobre o período de maio de 2006 a abril de 2007 (CEDAEc, 2007).

A Figura 5.6 apresenta as localizações da Caixa de Urucua, do medidor de vazão e medidor de pressão - Urucua (DN 1750 mm) e do medidor de vazão e pressão da Av. Ayrton Senna (700 mm).

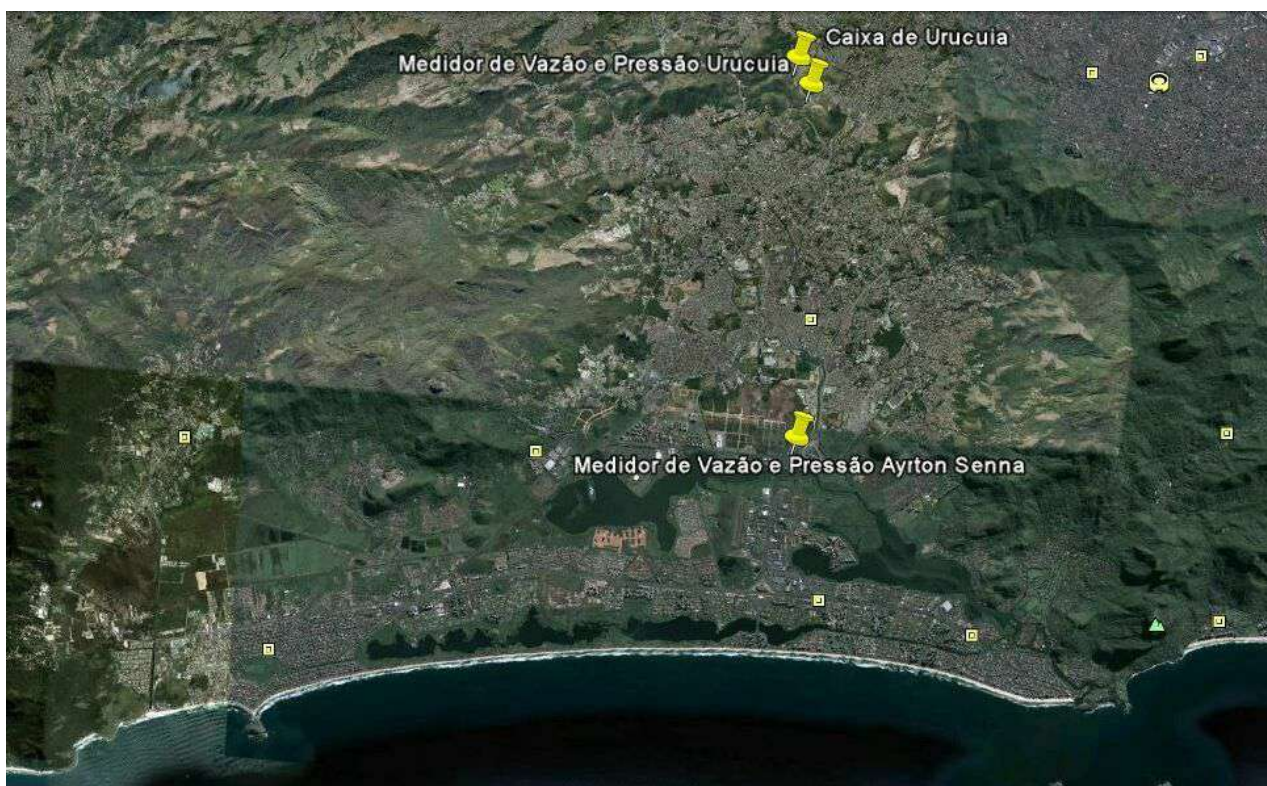


Figura 5.6 – Localização da Caixa de Urucua, medidores de vazão e pressão Urucua e Ayrton Senna. Sinalização em marcadores amarelos. (CEDAEc, 2007)

As medições de vazão foram lançadas em gráficos de forma a facilitar a identificação de medições errôneas e a serem descartadas. De uma forma geral, as medições se apresentam com comportamento regular em seus valores: tanto para o macromedidor de Urucua como o da Ayrton Senna mostrando as variações horárias da demanda dentro de um mesmo padrão para todos os doze meses. Como esperado, ocorre uma ligeira mudança no padrão por conta da sazonalidade.



A Figura 5.7 demonstra um exemplo de algumas leituras fora do padrão de comportamento das variações da demanda – macromedidor de Urucuia. Tais pontos assinalados foram descartados.

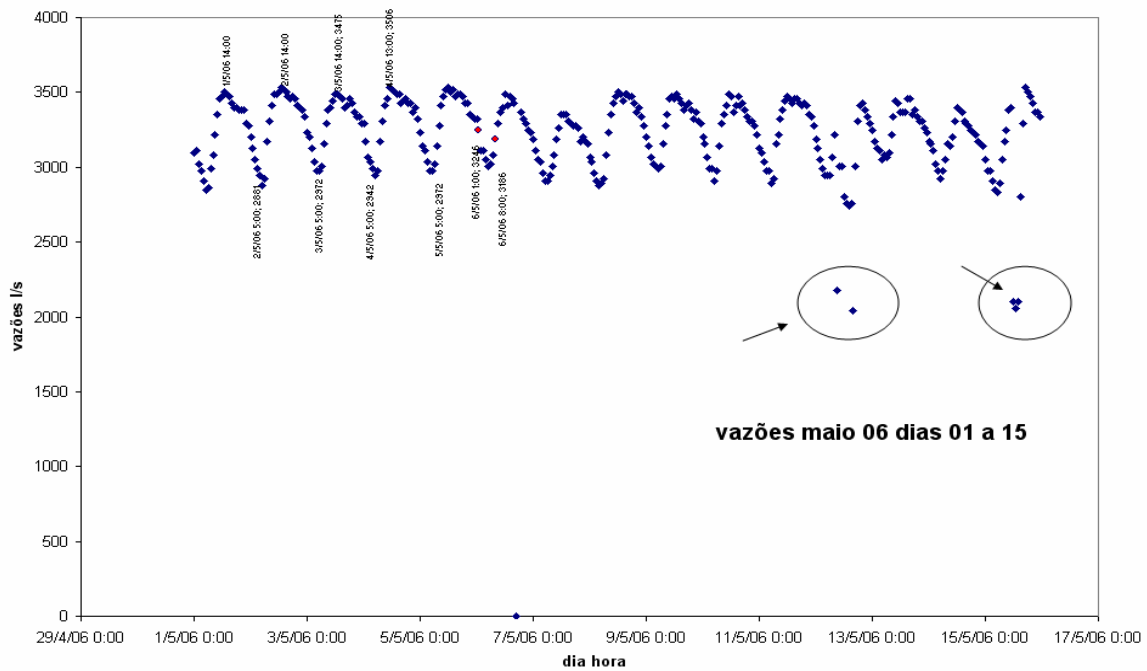


Figura 5.7 – Pontos fora do padrão das medições de vazão – macromedidor Urucuia

O mesmo procedimento foi adotado para verificar valores de pressão. A Figura 5.8 representa graficamente as medições com o descarte dos pontos fora do padrão, medidor de pressão Ayrton Senna.

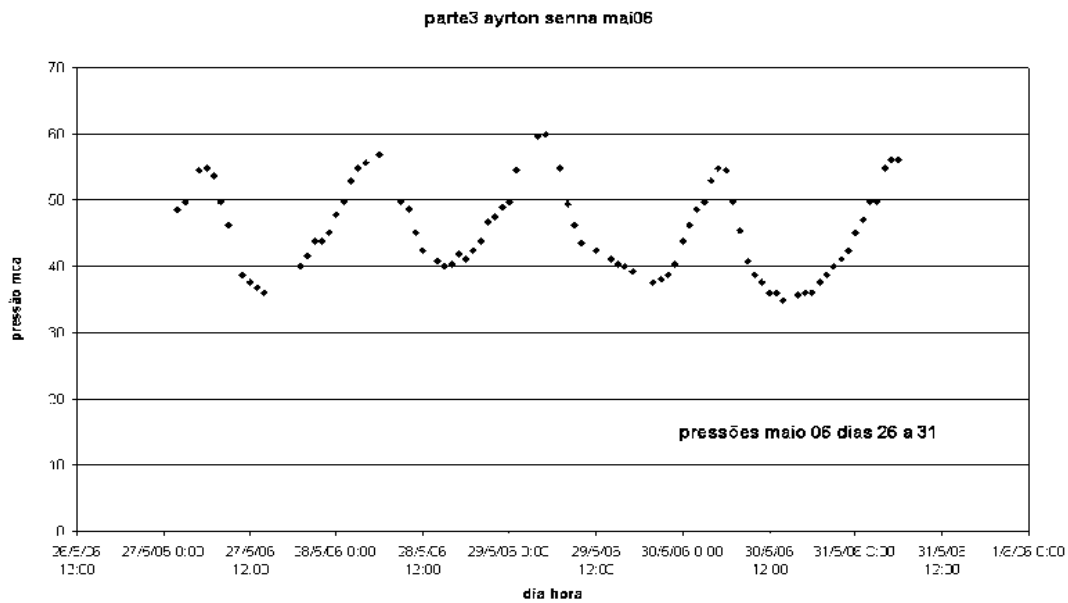


Figura 5.8 – Pontos fora do padrão das medições – medidor de pressão Ayrton Senna

Com as amostragens consolidadas, foram calculadas as médias aritméticas anuais dos valores de vazão e pressão dos medidores de Urucuia e da Ayrton Senna para o período de maio de 2006 a abril de 2007.

Para o medidor de Urucuia obteve-se a **vazão média produzida** (macromedida) **total no valor de 3,28 m<sup>3</sup>/s** (valor equivalente ao volume de entrada 103.429.422 m<sup>3</sup>/ano), indicando um **per capita médio produzido total no valor de 372 (l/hab)/dia** e pressão média anual no valor de 47,9 mca.

Do macromedidor da Ayrton Senna obteve-se o valor médio anual de 781 l/s, e pressão média anual no valor de 40,2 mca.

De posse do valor médio da vazão ofertada (volume produzido) para toda a Baixada de Jacarepaguá, pode-se estimar as vazões por bairros. O Quadro 5.3 apresenta as vazões médias estimadas e obtidas por bairros.

#### Vazões l/s

ref. base de dados IBGE

Bairros	RA XVI Jacarepaguá	Bairros	RA XXIV Barra da Tijuca	Bairros	RA XXXIV Cidade de Deus
	2006/2007		2006/2007		2006/2007
Anil	100,71	Barra da Tijuca	571,10	Cid Deus	154,50
Curicica	116,08	Camorim	4,87		
Freguesia	252,41	Itanhangá	135,07		
Gard. Azul	90,05	Joá	6,01		
Jacarepagua	471,17	Recr dos Band	232,64		
Pechincha	147,75	Vg Grande	57,62		
Pr Seca	278,80	Vg Pequena	71,43		
Tanque	151,71				
Taquara	438,08				
<b>Total</b>	<b>2.046,75</b>	<b>Total</b>	<b>1.078,74</b>	<b>Total</b>	<b>154,50</b>

**Total 2006/2007 3.280,00 l/s**

percapita médio produzido 371,50 l/hab.d

Quadro 5.3 – Vazões em l/s por Região Administrativa na Baixada de Jacarepaguá

## 5.5 MODELAGEM HIDRÁULICA UTILIZANDO O EPANET

Para a modelagem hidráulica foi utilizado o aplicativo EPANET, de fácil utilização. O EPANET foi desenvolvido pela *U.S. Environmental Protection Agency - USEPA*, dos Estados Unidos da América, que o distribuiu gratuitamente em conjunto com vários materiais de apoio. O Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC o traduziu e adaptou o programa e os seus materiais de apoio para língua portuguesa (LNEC, 2002).

Para o carregamento dos nós hidráulicos, foram utilizadas as vazões do Quadro 6.3 estimando a distribuição das ocupações residenciais por imagens aéreas (vãos aerofotogramétricos) dos bairros Anil, Curicica, Freguesia, Gardênia Azul, Jacarepaguá, Pechincha, Praça Seca, Tanque, Taquara, Barra da Tijuca, Camorim, Itanhangá, Joá, Recreio dos Bandeirantes, Vargem Grande, Vargem Pequena e Cidade de Deus, obtidas no PortalGEO (PRJa, 2008).

A calibração da rede foi realizada utilizando as medições médias do macromedidor e do medidor de pressão Ayrton Senna. Ajustes no coeficiente de rugosidade foram feitos (procedimento iterativo). Segundo REIS (et al., 2003) os procedimentos de calibração de redes de distribuição de água podem ser divididos basicamente em três categorias: procedimento iterativo, baseado em tentativa e erro; métodos explícitos, também chamados analíticos ou diretos; e procedimentos implícitos, mais conhecidos como métodos inversos.

Sendo uma área relativamente grande, um único ponto como referência (medidor Ayrton Senna) para a calibração, a princípio, não é o desejado. Medições programadas de vazão e pressão em pontos estabelecidos, principalmente, na rede secundária, seria o procedimento padrão a ser realizado. Considerando-se que o maior número de ocorrências de vazamentos e de volumes perdidos ocorre nas ligações e cavaletes, este procedimento traduziria da forma mais realista as pressões incidentes para o cálculo do PRAI – ver item 3.7.3. Tais medições demandam uma ação programada. Foram planejadas e solicitadas medições ao prestador, todavia, não se obteve sucesso no retorno. Deu-se continuidade na análise utilizando os resultados da modelagem.

A modelagem foi feita considerando o sistema da Baixada de Jacarepaguá como um sistema único e a Caixa de Urucuia – NA 94,0 mca, como ponto de alimentação e de carga hidráulica.

A Figura 5.9 apresenta o traçado das principais linhas de abastecimento existentes na Baixada de Jacarepaguá em base plani-altimétrica. A rede foi objeto da modelagem hidráulica, em simulação estática. Obteve-se o valor médio aritmético de pressão de 26 mca na modelagem hidráulica. As planilhas com os resultados da modelagem se encontram no ANEXO I.

### **Considerações ao Sistema de Abastecimento Existente de Jacarepaguá**

A Caixa de Urucuia apresenta um NA de 94,0 mca. Em ponto mais a montante o medidor de pressão da Caixa de Urucuia apresentou uma média no valor de 48,0 mca para o período de 2006/2007. Esta variação brusca de pressão somente pode ser obtida por algum dispositivo instalado para promover perda de carga. Tal dispositivo foi confirmado pelo pessoal da operação.

Provavelmente o pessoal da operação teve esta iniciativa para abordar e resolver as altas pressões decorrentes da Caixa de Urucuia com NA de 94,0 mca. Ou seja, este estrangulamento, provavelmente, resolve em parte a redução de pressões excessivas nos bairros de Jacarepaguá (ao norte), e provavelmente, deve comprometer o regime de pressões para o atendimento das áreas mais distantes como Recreio/Vargem Grande (oeste) e Barrinha/Joá/Jardim Oceânico (leste). Devido a dificuldade de contato e acesso aos operadores do Distrito de Jacarepaguá, limitou a análise da questão de forma mais aprofundada.

O Sistema da Baixada de Jacarepaguá, através do NA da Caixa de Urucuia, apresenta originalmente carga hidráulica para alimentar de forma regular os reservatórios - setorizações propostas através dos planos diretores.

O que possibilita esta altura manométrica é a elevatória Lameirão – situação à montante, que disponibiliza tal carga hidráulica desde 1966. Assim o desperdício de energia e carga hidráulica tem ocorrido através dos anos. Toda esta conjuntura ratifica a proposta da setorização na Baixada de Jacarepaguá com a implantação dos

reservatórios. Assim, a atual linha principal do sistema de distribuição do sistema deve se transformar em sistema de sub-adição.

Conceitualmente, os reservatórios desempenham a função de reservação e de manutenção de carga hidráulica de forma regular, o que proporciona a rede de distribuição duas situações importantes:

- a) dispor de pressão mínima operacional ao atendimento do consumidor;
- b) manter a rede sob pressão em regime regular, de forma a minimizar a possibilidade de contaminação da água tratada, garantindo a qualidade sanitária do produto ao consumidor.

Outro aspecto relevante e muito atual é a constatação do regime operacional intermitente na rede de distribuição como uma das causas do aumento de arrebitamentos e de vazamentos.

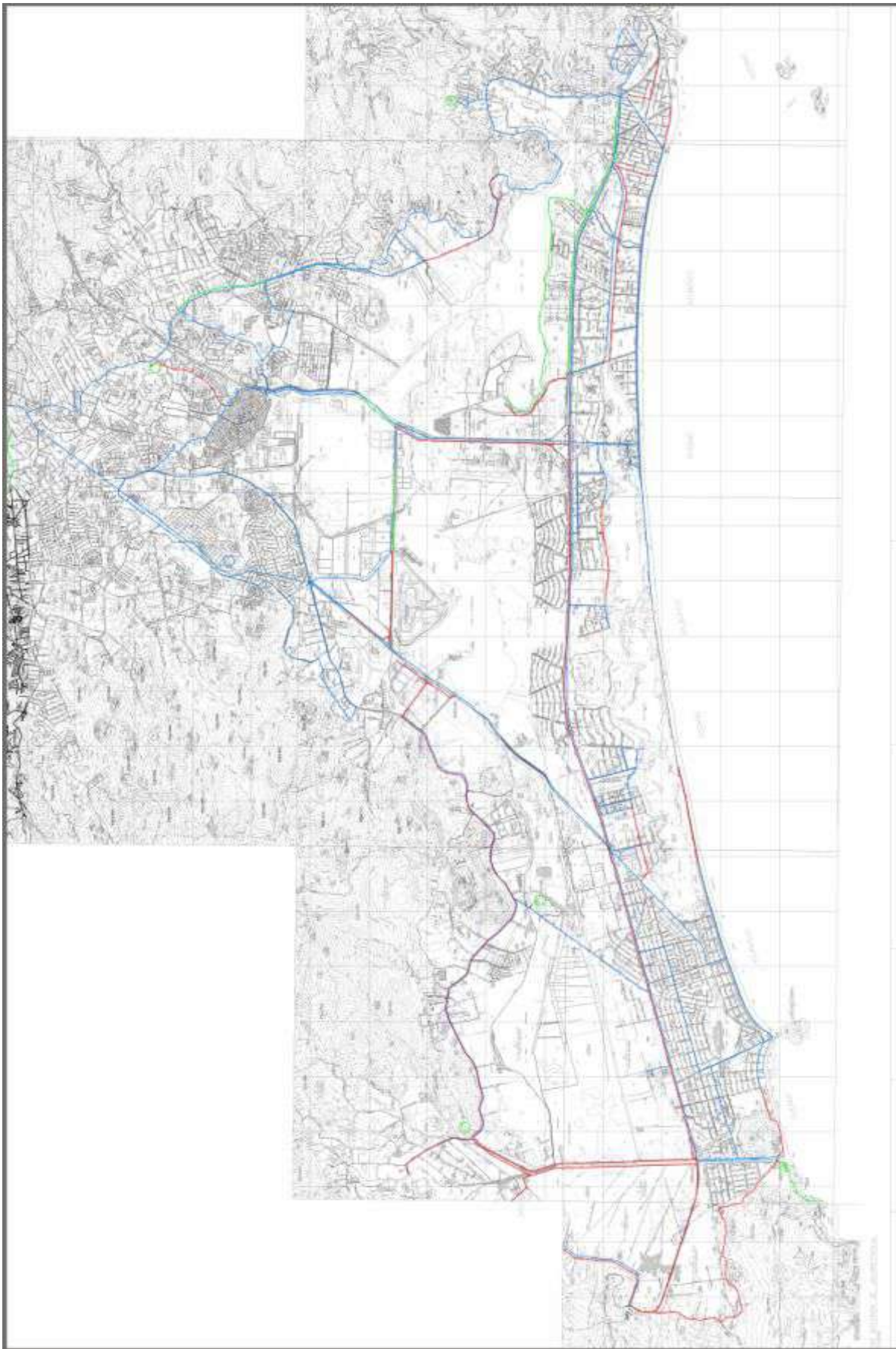


Figura 5.9 - Traçado das principais linhas de abastecimento na Baixada de Jacarepaguá em base plani-altimétrica

## 5.6 DADOS DE LIGAÇÕES E DE VOLUMES FATURADOS

O prestador forneceu o volume faturado (o prestador considera volume consumido como volume faturado) dos doze meses (maio06 a abril07) por tipo de consumidor – domiciliar, comercial e industrial, e por ‘bairro’ (CEDAEd, 2007). Outra base de dados foi fornecida com o detalhamento por faturado hidrometrado (micromedido), faturado estimado e faturado total, referente aos meses de junho06, novembro06 e abril07 da área de estudo. Podendo-se então ajustar a proporção, medido e não medido ao período anual. A apresentação dos dados seguiu a tabulação por ‘bairro’ - medições hidrometrados e estimados; por ligações e economias cadastradas, volume faturado; e por tipo de consumidor.

O Quadro 5.4 apresenta os resultados referentes ao volume total médio anual faturado, ligações e economias ativas (cadastradas) por tipo de consumidor – domiciliar, comercial e industrial.

Jacarepaguá Anil Camorim Cidade de Deus Curicica Freguesia Pechincha Pr. Seca Tanque Taquara Barra Recreio Gardenia Azul Itanhanga Joa Vg Grande Vg Pequena Jd Oceanico I Jd Oceanico II	mai06 - abr07 valores médios	Ligações Cadastradas		Economias Cadastradas		Volume Total Médio Anual Faturado	
		lig	%	econ	%	(m <sup>3</sup> /ano)	%
	dom	63.087	92%	201.034	93%	46.294.023	84%
	com	4.631	7%	13.937	7%	5.602.863	10%
	ind	771	1%	796	0%	3.079.380	6%
	<b>Total</b>	<b>68.489</b>	<b>100%</b>	<b>215.767</b>	<b>100%</b>	<b>54.976.266</b>	<b>100%</b>

Quadro 5.4 - Volume total médio anual faturado, ligações e economias ativas (cadastradas) e respectivos percentuais. Denominação de bairro dada pelo prestador (Fonte: CEDAEd, 2007)

## 5.7 BALANÇO HÍDRICO – CENÁRIO BASE

Uma avaliação preliminar de perda de água pode ser obtida através da coleta de dados e registros disponíveis e lançamento dos dados na planilha do Balanço Hídrico, permitindo a aplicação da metodologia IWA, com a abordagem *top-down*, sem maiores implicações no estabelecimento de novos limites do sistema de abastecimento.

No estudo de caso, vale ressaltar que, pela inexistência de sistemas de reservação na Baixada de Jacarepaguá, para assim, aplicar o Balanço Hídrico, sistema por sistema, admitiu-se a aplicação da auditoria, segundo a consideração de toda área da baixada. Tal situação não permite uma avaliação mais pormenorizada das perdas. Contudo, proporciona uma compreensão da ocorrência das perdas na área em questão, assim como permite estabelecer o planejamento por parte do prestador em relação a redução e controle de perdas.

Buscou-se identificar se o prestador mantém algum controle do consumo autorizado não faturado e não-medido, geralmente obtido por estimativa, a saber (AWWA, 2009 e SNIS, 2007): sistema de combate ao incêndio e treinamento; uso para a lavagem de tubulações de água, águas pluviais e redes de esgoto; limpeza de ruas; irrigação de áreas públicas, canteiros de rodovias e áreas similares; usos estéticos, como chafarizes; piscinas; usos na construção civil; consumo da água em prédios públicos não inclusos no sistema de faturamento; uso em operações do próprio operador, como em laboratórios, enchimento de tanques ou reservatórios. Tais consumos foram estimados considerando parâmetros de consultores e de outros prestadores.

Primeiramente, aplicou-se a abordagem *bottom-up* – usando a análise da vazão mínima noturna, para estabelecer a estimativa da perda real. Estando 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 real no período pesquisado, decorrente de vazamentos na rede ou ramais prediais, descargas na rede e extravasamentos em reservatórios. A perda aparente seria a diferença entre a perda total de água na distribuição e a perda real estimada.



## **Análise da Vazão Mínima Noturna**

Seguiu-se o procedimento da análise da vazão mínima noturna – ver item 3.6.2, considerando que:

$$\text{Perda real noturna} = Q_{\text{min not}} - (Q_{\text{min inerente}} + Q_{\text{cons not}})$$

$$Q_{\text{min not inerente}} = Q_{\text{min inerente}} + Q_{\text{cons not}}$$

$$\text{Perda real noturna} = \text{Perda Real}$$

A vazão média mínima noturna observada no decorrer do período anual foi de 2.877 l/s e a vazão mínima noturna inerente calculada apresentou o valor de 530 l/s. No Quadro 5.5 apresenta-se a marcha de cálculo para a obtenção da Vazão Mínima Noturna Inerente.

Contudo, identificou-se a não aplicabilidade da mesma para a estimativa do volume de perda real por esta análise: a vazão média mínima noturna apresenta pouca variação em relação à sua média, causando uma distorção na escala para a sua utilização. Tal fato deve estar relacionado à presença de grandes cisternas, provavelmente de condomínios, que acabam por amortecer a curva de oferta no período noturno. Outra suposição é o tamanho significativo da área de estudo. A aplicação da metodologia em áreas menores – áreas de reservação, possibilitaria uma melhor avaliação da presença das cisternas e reservatórios residenciais. A Figura 5.10 apresenta de forma figurativa a impossibilidade da aplicação da análise da vazão mínima noturna no estudo de caso. Tal figura é um demonstrativo e se aplica a toda a série histórica.

### Vazão min noturna e Vazão not inerente

$$\text{Perda real noturna} = Q_{\text{min not}} - (Q_{\text{min inerente}} + Q_{\text{cons not}})$$

$$Q_{\text{min not inerente}} = Q_{\text{min inerente}} + Q_{\text{cons not}}$$

	<b>Vazão inerente e Vazão de consumo noturno</b>	219.494 econ cadastr 69.139 lig cadastr 2.205 km rede	
consumo noturno	<b>Q cons noturna resid* e não resid</b>	8 l/econ/h 50 l/km/h	1.755.952 l/h 110.250 l/h
perdas not inerentes a 50 mca período de 1 h ^	<b>rede principal**</b> perdas inerentes		345.695 l/h
	<b>ramal predial**</b> perdas inerentes	5 l/lig/h	455.945 l/h
FCP	fator de correção de pressão FCP <b>pressão média noturna mca</b> 26 mca obtida da modelagem hidr adota-se 20 mca	0,33	150.462 l/h
Q méd not mín = 2.877 l/s			<b>1.906.414 l/h</b> <b>530 l/s</b>

\* MONTENEGRO, 1987 apud GONÇALVES, 1998

\*\*valores para condição **média** de infra-estrutura

^LAMBERT e BESSEY, 1994 apud GONÇALVES, 1998

Quadro 5.5 – Aplicação da vazão mínima noturna. Cálculo da vazão mínima noturna inerente. (MONTENEGRO, 1987 apud GONÇALVES, 1998; LAMBERT e BESSEY, 1994 apud GONÇALVES, 1998)

Caixa Urucua Vazão - Análise Vazão Mínima Noturna x Q mínima noturna inerente

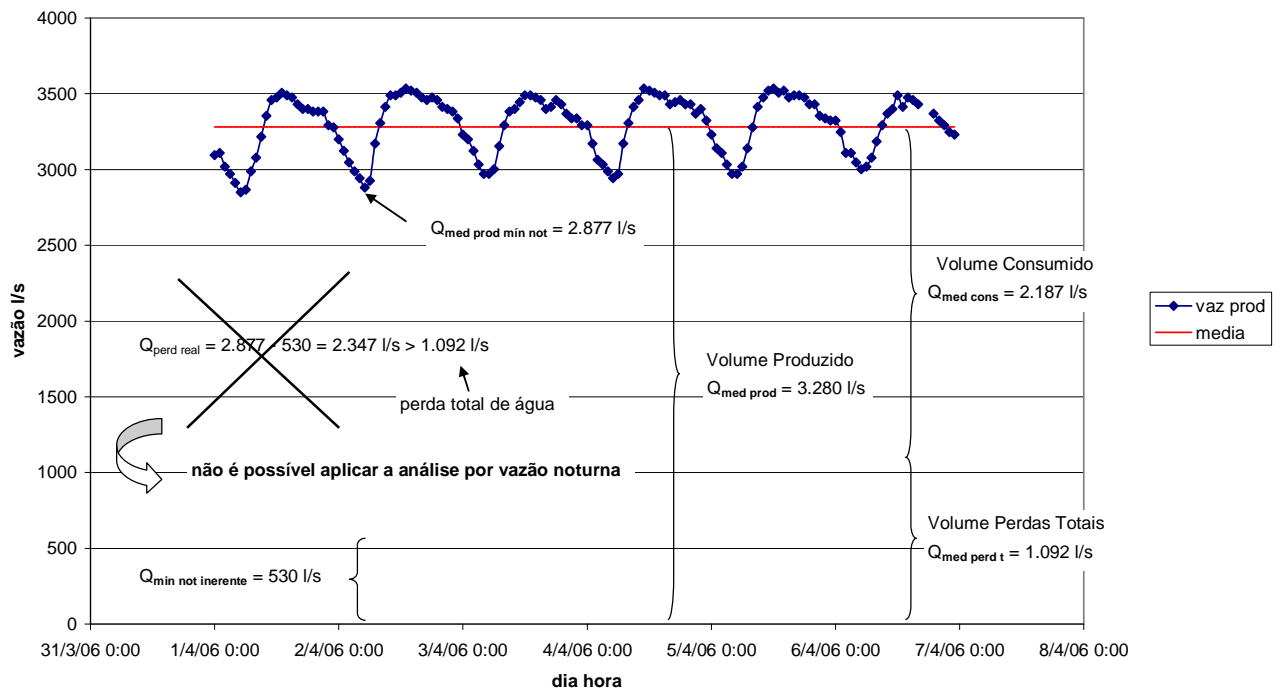


Figura 5.10 – Análise da vazão mínima noturna e da vazão mínima noturna inerente

Não obtendo sucesso na estimativa da perda real, buscou-se identificar os componentes do **consumo autorizado não faturado** e das **perdas aparentes**.

Segundo a AWWA (2009), o consumo especial ou não medido (consumo autorizado não faturado não medido) pode ser obtido aplicando 1,25% do volume produzido. Consumo não-autorizado aplicar 1% do volume produzido (FARLEY et al., 2003). Índices de submedição obtidos em âmbito nacional têm apresentado variações de 13 a 27% do volume consumido (GONÇALVES, 1998). O engenheiro Ernani Miranda cita que, pelo conhecimento da realidade do país, os níveis são altos, podendo chegar em muitos casos a mais de 30% do volume consumido (SANEAS, 2007).

O **consumo não faturado medido – uso operacional** adotou-se como 1% do volume de água entrada no sistema (produzido).

Considerando as bases dos setores censitários subnormais do IBGE (2003; PRJ, 2007), ver Figura 5.3, obteve-se uma população de 168.836 hab para as três RA's. O próximo passo foi identificar o valor *percapita* a ser aplicado nos setores subnormais – favelas.

Segundo medições de vazão realizadas pelo prestador na favela Rio das Pedras, o valor médio apresentado foi de 96,23 l/s (CEDAE, 1998). Em consulta ao Instituto Pereira Passos-IPP (PRJb, 2008) referente a população residente (ano 2000) do local obteve-se a população de 39.506 hab. O valor *percapita* calculado para a favela Rio das Pedras foi de 210 l/hab.dia. A CEDAE (2008) considera o abastecimento aos conjuntos habitacionais destinados a moradores de baixa renda, de forma que, para continuar a receber este benefício, o consumo não pode consumir mais de 620 litros/ dia por unidade habitacional (dom). E adota como Taxa de Ocupação (TO) o valor de 3,1 (CEDAEb, 2009). Esta relação indica o *percapita* de 200 l/hab.dia. Este foi o *percapita* adotado.

Assim, para o total de **consumo – uso social**, obteve-se a estimativa de 12.325.028 m<sup>3</sup>/ano. Este valor foi adotado como **consumo não faturado** não medido.

Para as **perdas aparentes** considerou-se o seguinte procedimento. O volume de **consumo não autorizado – furtos e gestão comercial** adotou-se como 3%

(SABESPb, 2009) do volume de entrada no sistema (produzido). O volume de **perdas erros de medição – submedição** foi considerado como 20% do volume consumido (consumo autorizado faturado).

Desta forma, obteve-se a **perda real total**. O volume de **perdas reais** em vazamentos de ligações e cavaletes foi considerado como 90% das perdas totais reais (SABESP, 2006; SABESPa, 2009).

O Balanço Hídrico obtido para a área da Baixada de Jacarepaguá gerou a Figura 5.11, Cenário Base – Situação sem Controle e Redução de Perdas.

água entr no sist m3/ano	consumo aut m3/ano	cons aut fat m3/ano <b>54.976.266</b>	cons fat medido m3/ano <b>46.619.324</b>	água faturada <b>54.976.266</b>	
	<b>68.335.588</b>		cons fat não med m3/ano <b>8.356.942</b>		
<b>66%</b>	cons aut não fat m3/ano <b>13.359.322</b>	cons não fat med-uso oper m3/ano <b>1.034.294</b>	cons não fat med-uso esp m3/ano <b>-</b>	água não faturada (perdas comerciais) m3/ano	
					cons não fat não med-uso social m3/ano <b>12.325.028</b>
<b>103.429.422</b>					
perdas de água m3/ano	perdas aparentes m3/ano <b>14.098.136</b>	cons não autoriz- furtos gestão comercial m3/ano <b>3.102.883</b>	perdas erros de medição- submedição m3/ano <b>10.995.253</b>	<b>46%</b>	
		perdas reais m3/ano <b>20.995.698</b>			vazam redes adu e distr m3/ano <b>2.099.570</b>
	<b>34%</b>	vazam extrav reserv m3/ano <b>-</b>	vazam ligações (montante pt med) m3/ano <b>18.896.128</b>		
		<b>60%</b>			

consumo favela –  
componente isolado

Figura 5.11 – Balanço Hídrico - Cenário Base – Situação sem Controle e Redução de Perdas

O Índice de Hidrometração (IN 009) obtido foi de 80,5%. O Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado (IN 010) apresentou o valor de 46%. O Índice de Perdas de Faturamento (IN 013) apresentou o valor de 46%. O valor do Índice de Água Não-faturada foi de 46%. O Índice de Perda Total foi de 34%.

O Índice de Perda Total obtido foi de 1.404 l/lig.dia, o de Perda Real 840 l/lig.dia e o de Perda Aparente 564 l/lig.dia.

A relação dos indicadores e informações se encontra no APÊNDICE III.

## **5.8 AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DOS COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO – CENÁRIO BASE**

Tendo estabelecido os componentes do Balaço Hídrico, pode-se partir para a avaliação dos custos aplicando valores monetários aos volumes anuais de consumo autorizado não faturado - uso social, perdas aparentes e perdas reais.

O valor monetário usualmente adequado para as perdas aparentes é o preço médio de venda da água ao consumidor (tarifa de água). Para as perdas reais, ALEGRE et al. (2005) preconiza a utilização do custo marginal de longo prazo relativo à produção da água. Neste estudo, aplicou-se o valor de exploração – operação e manutenção por se apresentar como o critério mais desfavorável ao cálculo posterior do *payback*.

No caso do consumo autorizado não faturado não medido (estimado) – uso social, considerou-se a aplicação do custo da tarifa social de baixa renda utilizada pelo prestador, no valor de R\$ 1,41/m<sup>3</sup> (CEDAEa, 2009). Conforme o Guia do Usuário 2009 (CEDAE, 2008) nas áreas comprovadamente de baixa renda pode ser cobrada Tarifa Social. Isso se aplica aos conjuntos habitacionais destinados a moradores de baixa renda.

Na Figura 5.12 estão quantificados os custos das perdas na Baixada de Jacarepaguá por ano, Cenário Base – Situação sem Controle e Redução de Perdas.

Para as perdas aparentes utilizou-se o valor da tarifa média de água, município do Rio de Janeiro R\$ 3,11/m<sup>3</sup> (SNIS, 2007); para as perdas reais aplicou-se o valor calculado de R\$ 1,02/m<sup>3</sup>, despesas de exploração (R\$/ano) / volume de água produzido (m<sup>3</sup>/ano) para o município do Rio de Janeiro base dados (SNIS, 2007). Outro parâmetro de comparação seria o valor de R\$ 1,05/m<sup>3</sup> como custo médio total no cálculo para perdas reais (SABESPb, 2009).

água entr no sist	consumo aut	cons aut fat	cons fat medido	água faturada
			cons fat não med	
		cons aut não fat	cons não fat med-uso oper	água não faturada (perdas comerciais) R\$/ano
			-	
			cons não fat med-uso esp m <sup>3</sup> /ano	
			-	
			cons não fat não med-uso social R\$/ano	
		<b>17.378.289</b>	<b>82.683.387</b>	
perdas de água R\$/ano	perdas aparentes R\$/ano	<b>43.845.203</b>	cons não aut em gestão comercial R\$/ano	<b>65.305.097</b>
			<b>9.649.965</b>	
			perdas erros de medição-submedição R\$/ano	
			<b>34.195.237</b>	
<b>65.305.097</b>	<b>67%</b>	<b>21.459.895</b>	vazam redes adu e distr R\$/ano	<b>33%</b>
			<b>2.145.989</b>	
			vazam extrav reserv R\$/ano	
			-	
		<b>21.459.895</b>	vazam ligações (montante pt med) R\$/ano	
		<b>19.313.905</b>		

**consumo favela – componente isolado**

Figura 5.12 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico - Cenário Base – Situação sem Controle e Redução de Perdas

## 5.9 ESTABELECCENDO CENÁRIOS E METAS

Com o Balanço Hídrico - Cenário Base/Situação sem controle e redução de perdas, obteve-se o valor de 48.453.156 m<sup>3</sup>/ano correspondente ao volume de Água

Não Faturada Anual e o volume de Perdas Totais de 35.093.834 m<sup>3</sup>/ano. O Índice de água não faturada obtido foi de 46%. Os custos da água não faturada total anual foram de R\$ 82.683.387,00 e o de perdas de água anual no valor de R\$ 65.305.097,00.

Sendo o estudo em âmbito de planejamento e o fato de não se ter informações pormenorizadas da área, seis hipóteses foram estabelecidas na consideração de cenários de balanço hídrico com redução de volume de perdas reais e aparentes. Os cenários apresentam reduções percentuais, de 20 a 70% nos volumes de perdas – reais e aparentes e são apresentados a seguir:

### **Balanço Hídrico dos Cenários e Custos de Perdas Anuais**

Foram gerados Balanços Hídricos dos cenários correspondentes a reduções percentuais dos volumes das perdas reais e aparentes, nos valores de 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70% - Cenários 01 a 06, respectivamente. Aplicando-se os custos unitários a cada componente de água não faturada, obteve-se os valores totais de água não faturada por cenário. As Figuras 5.13 a 5.24 apresentam os componentes dos balanços hídricos dos cenários - Cenários 01 a 06 por m<sup>3</sup>/ano e as respectivas avaliações de custos dos componentes do Balanço Hídrico por R\$/ano.

água entr no sist m3/ano		cons aut fat m3/ano		cons fat medido m3/ano		água faturada
68.264.350		54.976.266		46.619.324		54.976.266
71%		13.288.084		963.056		água não faturada (perdas comerciais) m3/ano
96.339.417		12.325.028		2.482.306		41.363.151
perdas de água m3/ano		perdas aparentes m3/ano		perdas erros de medição-submedição m3/ano		
28.075.067		11.278.509		2.482.306		
40%		redução de 20%		redução de 20%		
perdas reais m3/ano		16.796.558		8.796.203		
29%		redução de 20%		1.679.656		42%
15.116.903		15.116.903		15.116.903		

Figura 5.13 – Balanço Hídrico m³/ano - Cenário 01 – Redução de 20% Perdas (reais e aparentes)

consumo aut		cons aut fat		cons fat medido		água faturada
68.264.350		54.976.266		46.619.324		54.976.266
71%		13.288.084		963.056		água não faturada (perdas comerciais) m3/ano
96.339.417		12.325.028		2.482.306		41.363.151
perdas de água R\$/ano		perdas aparentes R\$/ano		perdas erros de medição-submedição R\$/ano		
52.244.078		35.076.162		7.719.972		
67%		67%		27.356.190		
perdas reais R\$/ano		17.167.916		1.716.792		42%
15.116.903		15.116.903		15.116.903		

Figura 5.14 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico - Cenário 01 – Redução de 20% Perdas (reais e aparentes)



água entr no sist m3/ano		cons aut fat m3/ano		cons fat medido m3/ano		água faturada
68.230.518		54.976.266		46.619.324		54.976.266
74%		13.254.252		8.356.942		água não faturada (perdas comerciais) m3/ano
92.796.202		12.325.028		929.224		37.819.936
perdas de água m3/ano		perdas aparentes m3/ano		cons não autoriz- furtos gestão comercial m3/ano		
24.565.684		9.868.695		2.172.018		
26%		40%		perdas erros de medição- submedição m3/ano		
24.565.684		14.696.989		7.696.677		
redução de 30%		redução de 30%		vazam redes adu e distr m3/ano		
26%		60%		1.469.699		40%
redução de 30%		redução de 30%		vazam extrav reserv m3/ano		
26%		60%		vazam ligações (montante pt med) m3/ano		
24.565.684		13.227.290		13.227.290		

Figura 5.15 – Balanço Hídrico m³/ano - Cenário 02 – Redução de 30% Perdas (reais e aparentes)

água entr no sist		cons aut fat		cons fat medido		água faturada
68.230.518		54.976.266		46.619.324		54.976.266
74%		13.254.252		8.356.942		água não faturada (perdas comerciais) m3/ano
92.796.202		12.325.028		929.224		37.819.936
perdas de água R\$/ano		perdas aparentes R\$/ano		cons não autoriz- gestão comercial R\$/ano		
45.713.568		30.691.642		6.754.976		
67%		67%		perdas erros de medição- submedição R\$/ano		
45.713.568		15.021.926		23.936.666		
33%		33%		vazam redes adu e distr R\$/ano		
33%		33%		vazam extrav reserv R\$/ano		
33%		33%		vazam ligações (montante pt med) R\$/ano		
33%		33%		13.519.734		

Figura 5.16 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico – Cenário 02 – Redução de 30% Perdas (reais e aparentes)

água entr no sist m3/ano		consumo aut m3/ano		cons aut fat m3/ano		cons fat medido m3/ano		água faturada
89.249.791		68.193.490		54.976.266		46.619.324		54.976.266
76%		76%		13.217.224		892.196		água não faturada (perdas comerciais) m3/ano
12.325.028		12.325.028		12.325.028		12.325.028		34.273.525
perdas de água m3/ano		perdas aparentes m3/ano		perdas aparentes m3/ano		perdas furtos gestão comercial m3/ano		
21.056.300		8.458.882		8.458.882		1.861.730		
24%		redução de 40%		redução de 40%		perdas erros de medição-submedição m3/ano		
60%		40%		40%		6.597.152		
11.337.677		12.597.419		12.597.419		1.259.742		
38%		redução de 40%		redução de 40%		vazam extrav reserv m3/ano		
vazam ligações (montante pt med) m3/ano		vazam redes adu e distr m3/ano		vazam redes adu e distr m3/ano		vazam extrav reserv m3/ano		
11.337.677		11.337.677		11.337.677		11.337.677		

Figura 5.17 – Balanço Hídrico m³/ano - Cenário 03 – Redução de 40% Perdas (reais e aparentes)

água entr no sist		consumo aut		cons aut fat		cons fat medido		água faturada
56.561.348		39.183.058		26.307.122		17.378.289		56.561.348
perdas de água R\$/ano		perdas reais R\$/ano		perdas reais R\$/ano		perdas erros de medição-submedição R\$/ano		
39.183.058		12.875.937		12.875.937		20.517.142		
67%		67%		67%		20.517.142		
11.588.343		11.588.343		11.588.343		11.588.343		
vazam ligações (montante pt med) R\$/ano		vazam redes adu e distr R\$/ano		vazam redes adu e distr R\$/ano		vazam extrav reserv R\$/ano		
11.588.343		11.588.343		11.588.343		11.588.343		

Figura 5.18 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico - Cenário 03 – Redução de 40% Perdas (reais e aparentes)

consumo aut m3/ano		cons aut fat m3/ano		cons fat medido m3/ano		água faturada
68.155.174		54.976.266		46.619.324		54.976.266
80%		13.178.908		853.880		água não faturada (perdas comerciais) m3/ano
85.702.090		12.325.028		17.378.289		50.030.838
perdas de água m3/ano		perdas aparentes m3/ano		perdas não autoriz- furtos gestão comercial m3/ano		
17.546.917		7.049.068		1.551.441		
20%		redução de 50%		perdas erros de medição- submedição m3/ano		
10.497.849		40%		5.497.627		
perdas reais m3/ano		perdas reais m3/ano		vazam redes adu e distr m3/ano		
10.729.947		10.497.849		1.049.785		
33%		redução de 50%		vazam extrav reserv m3/ano		
9.656.953		9.448.064		vazam ligações (montante pt med) m3/ano		

Figura 5.20 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico - Cenário 04 - Redução de 50% Perdas (reais e aparentes)

Figura 5.19 - Balanço Hídrico m³/ano - Cenário 04 - Redução de 50% Perdas (reais e aparentes)

água entr no sist m3/ano		cons aut fat m3/ano		cons fat medido m3/ano		água faturada
82.160.492		54.976.266		46.619.324		54.976.266
83%		13.146.692		8.356.942		
		cons aut não fat m3/ano		cons não fat med-uso oper m3/ano		água não faturada (perdas comerciais) m3/ano
		821.664		821.664		
		cons não fat med-uso esp m3/ano		-		
		-		-		
		cons não fat não med-uso social R\$/ano		cons não fat não gestão comercial R\$/ano		43.500.328
		17.378.289		17.378.289		
82.160.492		12.325.028		12.325.028		27.184.226
		perdas aparentes m3/ano		cons não autoriz-furtos gestão comercial m3/ano		
		5.639.254		1.241.153		
perdas de água m3/ano		redução de 60%		perdas erros de medição-submedição m3/ano		
14.037.534		40%		4.398.101		
		perdas reais m3/ano		vazam redes adu e distr m3/ano		
		8.398.279		839.828		
17%		redução de 60%		vazam extrav reserv m3/ano		32%
		7.558.451		vazam ligações (montante pt med) m3/ano		
		60%		-		
		perdas reais R\$/ano		vazam redes adu e distr R\$/ano		
		8.583.958		858.396		
		33%		vazam extrav reserv R\$/ano		
		-		-		
		vazam ligações (montante pt med) R\$/ano		7.725.562		
		26.122.039		13.678.095		
		67%		13.678.095		
		perdas reais R\$/ano		vazam redes adu e distr R\$/ano		
		8.583.958		858.396		
		33%		vazam extrav reserv R\$/ano		
		-		-		
		vazam ligações (montante pt med) R\$/ano		7.725.562		
		26.122.039		13.678.095		
		67%		13.678.095		
		perdas reais R\$/ano		vazam redes adu e distr R\$/ano		
		8.583.958		858.396		
		33%		vazam extrav reserv R\$/ano		
		-		-		
		vazam ligações (montante pt med) R\$/ano		7.725.562		

Figura 5.21 – Balanço Hídrico m³/ano - Cenário 05 – Redução de 60% Perdas (reais e aparentes)

Figura 5.22 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico – Cenário 05 – Redução de 60% Perdas (reais e aparentes)

	consumo aut m3/ano	cons aut fat m3/ano	cons fat medido m3/ano	água faturada
	68.087.509	54.976.266	46.619.324	54.976.266
			cons fat não med m3/ano	
			8.356.942	
água entr no sist m3/ano		cons aut não fat m3/ano	cons não fat med-uso oper m3/ano	água não faturada (perdas comerciais) m3/ano
78.615.660	87%	13.111.243	786.215	23.639.394
			cons não fat med-uso esp m3/ano	
			-	
			cons não fat não med-uso social m3/ano	
			12.325.028	
perdas de água m3/ano		perdas aparentes m3/ano	cons não autoriz- furtos gestão comercial m3/ano	
10.528.150		4.229.441	930.865	
		<b>redução de 70%</b>	perdas erros de medição- submedição m3/ano	
		40%	3.298.576	
			vazam redes adu e distr m3/ano	
			6.298.709	
		<b>redução de 70%</b>	vazam extrav reserv m3/ano	29%
		60%	vazam ligações (montante pt med) m3/ano	5.668.838

Figura 5.23 – Balanço Hídrico m³/ano - Cenário 06 – Redução de 70% Perdas (reais e aparentes)

	consumo aut	cons aut fat	cons fat medido	água faturada
			cons fat não med	
		cons aut não fat	cons não fat med-uso oper	água não faturada (perdas comerciais) R\$/ano
			-	
			cons não fat med-uso esp m3/ano	
			-	
			cons não fat não med-uso social R\$/ano	
			17.378.289	36.969.819
perdas de água R\$/ano		perdas aparentes R\$/ano	cons não autoriz- gestão comercial R\$/ano	
19.591.529		13.153.561	2.894.990	
		67%	perdas erros de medição- submedição R\$/ano	
			10.258.571	
			vazam redes adu e distr R\$/ano	
			6.437.968	
			vazam extrav reserv R\$/ano	643.797
			-	
			vazam ligações (montante pt med) R\$/ano	5.794.172

Figura 5.24 - Avaliação de Custos em R\$/ano dos Componentes do Balanço Hídrico - Cenário 06 – Redução de 70% Perdas (reais e aparentes)

## Estabelecendo Metas

As metas foram estabelecidas considerando as diferenças dos valores de custo de água não faturada do Cenário Base pelos custos de água não faturada de cada cenário - Cenário 01 a 06. Obteve-se assim, os valores de economia ou de ganho anual de água (R\$/m<sup>3</sup>) por cenário. Tem-se a seguinte situação:

- Situação sem o Plano de Controle e Redução de Perdas ● Cenário Base



46 % perdas de faturamento no  
período de maio 2006 a abril 2007  
perda total = 1.404 l/lig.dia  
perda real = 840 l/lig.dia  
perda aparente = 564 l/lig.dia

- 1ª Meta de controle e redução de Perdas ● Cenário 01 - hipótese



**considerando redução de 20% nas perdas reais e aparentes**

- 42 % perdas de faturamento
- economia anual de água R\$ 13.061.019,00
- equivalente ao volume de abastecimento de uma população de 57.522 hab

perda total = 1.123 l/lig.dia  
perda real = 672 l/lig.dia  
perda aparente = 451 l/lig.dia

- 2ª Meta de controle e redução de Perdas ● Cenário 02 - hipótese



**considerando redução de 30% nas perdas reais e aparentes**

- 40 % perdas de faturamento
- economia anual de água R\$ 19.591.529,00
- equivalente ao volume de abastecimento de uma população de 86.284 hab

perda total = 983 l/lig.dia  
perda real = 588 l/lig.dia  
perda aparente = 395 l/lig.dia

● **3ª Meta de controle e redução de Perdas** ● Cenário 03 - hipótese



**considerando redução de 40% nas perdas reais e aparentes**

- 38 % perdas de faturamento
- economia anual de água R\$ 26.122.039,00
- equivalente ao volume de abastecimento de uma população de 115.045 hab

perda total = 842 l/lig.dia

perda real = 504 l/lig.dia

perda aparente = 338 l/lig.dia

● **4ª Meta de controle e redução de Perdas** ● Cenário 04 - hipótese



**considerando redução de 50% nas perdas reais e aparentes**

- 35 % perdas de faturamento
- economia anual de água R\$ 32.652.549,00
- equivalente ao volume de abastecimento de uma população de 143.806 hab

perda total = 702 l/lig.dia

perda real = 420 l/lig.dia

perda aparente = 282 l/lig.dia

● **5ª Meta de controle e redução de Perdas** ● Cenário 05 - hipótese



**considerando redução de 60% nas perdas reais e aparentes**

- 32 % perdas de faturamento
- economia anual de água R\$ 39.183.058,00
- equivalente ao volume de abastecimento de uma população de 172.567 hab

perda total = 562 l/lig.dia

perda real = 336 l/lig.dia

perda aparente = 226 l/lig.dia

● **6ª Meta de controle e redução de Perdas** ● Cenário 06 - hipótese



**considerando redução de 70% nas perdas reais e aparentes**

- 29 % perdas de faturamento
- economia anual de água R\$ 45.713.568,00
- equivalente ao volume de abastecimento de uma população de 201.329 hab

perda total = 421 l/lig.dia

perda real = 252 l/lig.dia

perda aparente = 169 l/lig.dia

A partir dos resultados obtidos pode-se visualizar de forma gráfica o comportamento dos valores de ganhos anuais em R\$/ano, da população equivalente a ser abastecida (hab/ano), da perda total em l/lig.dia e da perda real em l/lig.dia, apresentados nas Figuras 5.25 a 5.28.



### Metas de Redução de Volumes de Perdas - Real (R) e Aparente (A) e Ganhos Anuais Obtidos

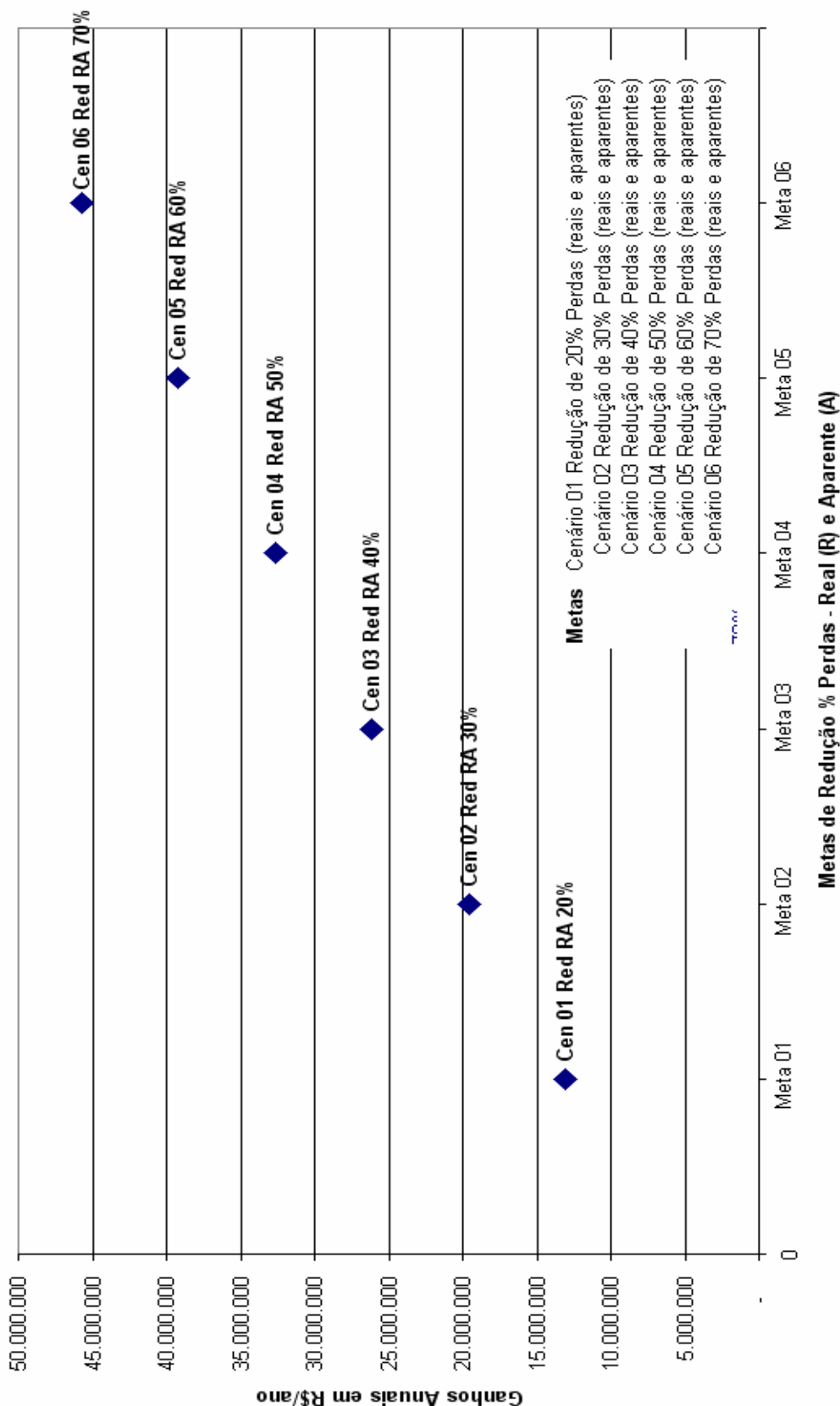


Figura 5.25 – Metas de Redução de Volumes de Perdas – Real (R) e Aparente (A) e Ganhos Anuais Obtidos

### Metas de Redução de Volumes de Perdas - Real (R) e Aparente (A) e Ganhos Anuais em População Abastecida

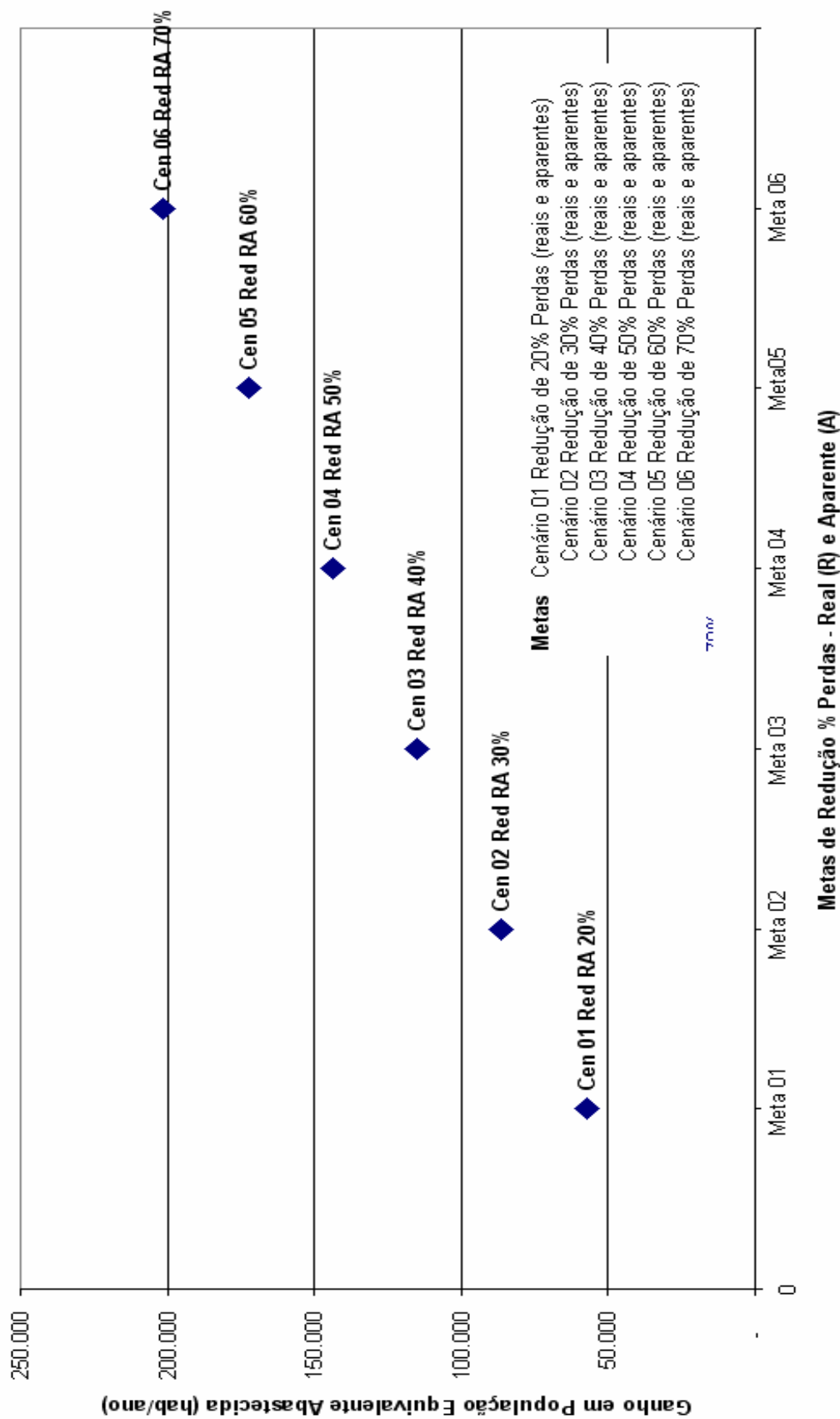


Figura 5.26 – Metas de Redução de Volumes de Perdas – Real (R) e Aparente (A) e Ganhos Anuais em População Abastecida

### Cenário Base - Situação Atual e Metas de Redução de Perda Total em l/lig.dia

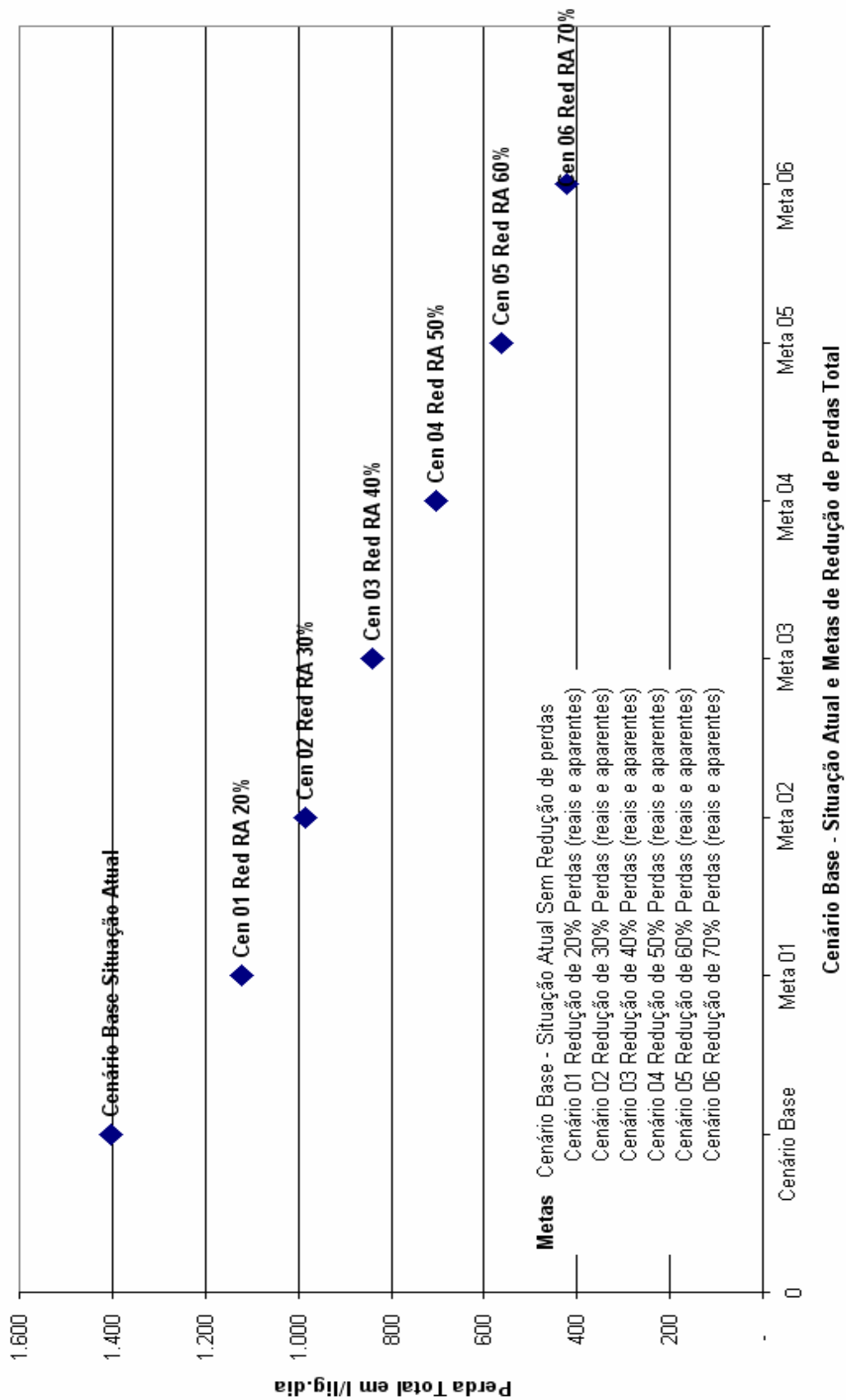


Figura 5.27 – Cenário Base – Situação Atual e Metas de Redução de Perda Total em l/lig.dia

**Cenário Base - Situação Atual e Metas de Redução de Perda Real em I/lig.dia**

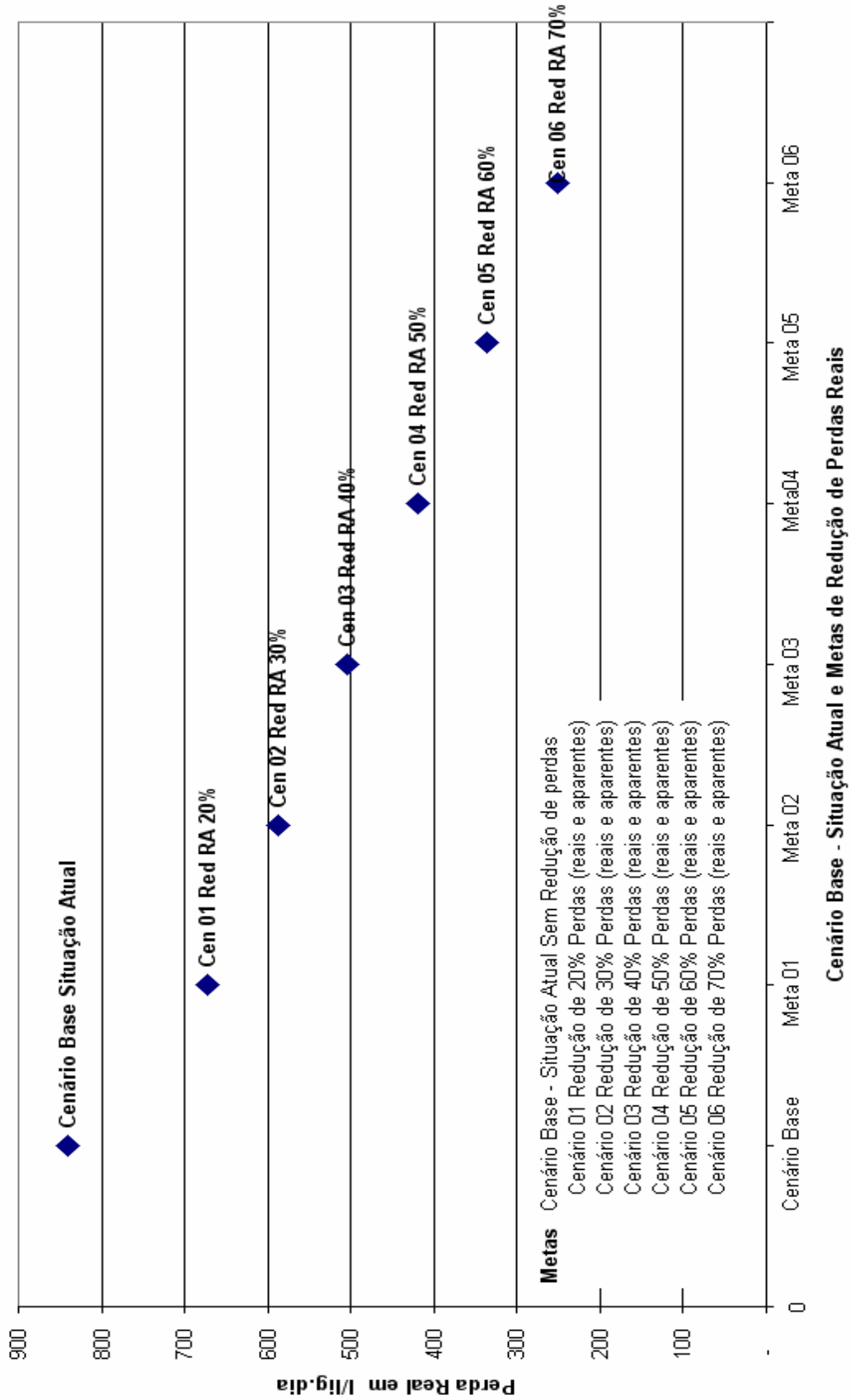


Figura 5.28 – Cenário Base – Situação Atual e Metas de Redução de Perda Real em I/lig.dia

## 5.10 CÁLCULO DO IVI

Com o valor médio obtido pela modelagem hidráulica, pode-se efetuar o cálculo do PRAI para se obter o indicador de vazamento de infra-estrutura (IVI) – ver item 3.7.3. Vale ressaltar que, o procedimento padrão, é o da realização de medições programadas de pressão em campo, em pontos de hidrantes, rede secundária ou até em cavaletes. Considerando-se que o maior número de ocorrências de vazamentos e de volumes perdidos ocorre nas ligações e cavaletes, este procedimento traduz da forma mais realista as pressões incidentes para o cálculo do PRAI. Todavia foram feitas simulações do cálculo do IVI, considerando a pressão média obtida pela modelagem no valor de 26 mca e a margem de pressão mínima de 15 mca e de máxima de 50 mca, valores de menor pressão dinâmica e maior pressão estática apresentados pela ABNT (NBR 12.218). Para uma pressão média de 26 mca, o indicador de IVI obtido foi de 23. Futuras medições programadas devem ser realizadas em campo para uma reavaliação de valores de pressões para o cálculo do IVI. O Quadro 5.6 – apresenta os valores de IVI para a pressão média obtida na modelagem assim como para variações no valor de pressão.

PRAC =	20.995.698	m3/ano	Extensão km	2.205
	57.522	m3/dia	Ligações	68.488
	840	l/lig.dia		
PRAI =	((18*L+0,8*lig)*P)/1000			
	4.724	m3/dia	P mca =	50
	3.779	m3/dia	P mca =	40
	3.307	m3/dia	P mca =	35
	2.834	m3/dia	P mca =	30
<b>PRAI =</b>	<b>2.456</b>	<b>m3/dia</b>	<b>P med mca =</b>	<b>26</b>
<b>36</b>	1.890	m3/dia	P mca =	20
<b>l/lig.dia</b>	1.417	m3/dia	P mca =	15
	12		P mca =	50
	15		P mca =	40
	17		P mca =	35
	20		P mca =	30
<b>IVI =</b>	<b>23</b>		<b>P med mca =</b>	<b>26</b>
<b>PRAC/PRAI</b>	30		P mca =	20
	41		P mca =	15

Quadro 5.6 – Valores de IVI para valores de pressão – média e outras na área de estudo

Observa-se que, além da pressão média obtida no valor de 26 mca, e a faixa de pressões considerada, e conforme os parâmetros do Banco Mundial e da AWWA – ver Quadros 3.11 e 3.12, os valores de IVI se apresentam muito altos. Segundo a

AWWA (2009) um valor maior que 8 de IVI como meta, significa que mesmo que as considerações operacionais e financeiras possam permitir um **valor de IVI maior que 8,0, tal nível de vazamentos não é uma utilização eficaz da água como recurso**. O valor alto de IVI encontrado indica uma situação de provável degradação da infraestrutura do sistema. Como referência pode-se consultar as Figuras 3.45 a 3.53.

Vale ressaltar que os valores dos índices de Perda Total de 1.404 l/lig.dia e índice de Perda Real de 840 l/lig.dia denunciam a situação de ocorrência significativa de perdas no Sistema de Abastecimento de Jacarepaguá. Como referência pode-se consultar as Figuras 3.48, 3.56, 3.58 e 3.61.

### 5.11 ESTRATÉGIAS DE CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS

Os quatro principais componentes da gestão de vazamentos, ou seja, o controle e redução de perdas se apresentam na Figura 5.29.

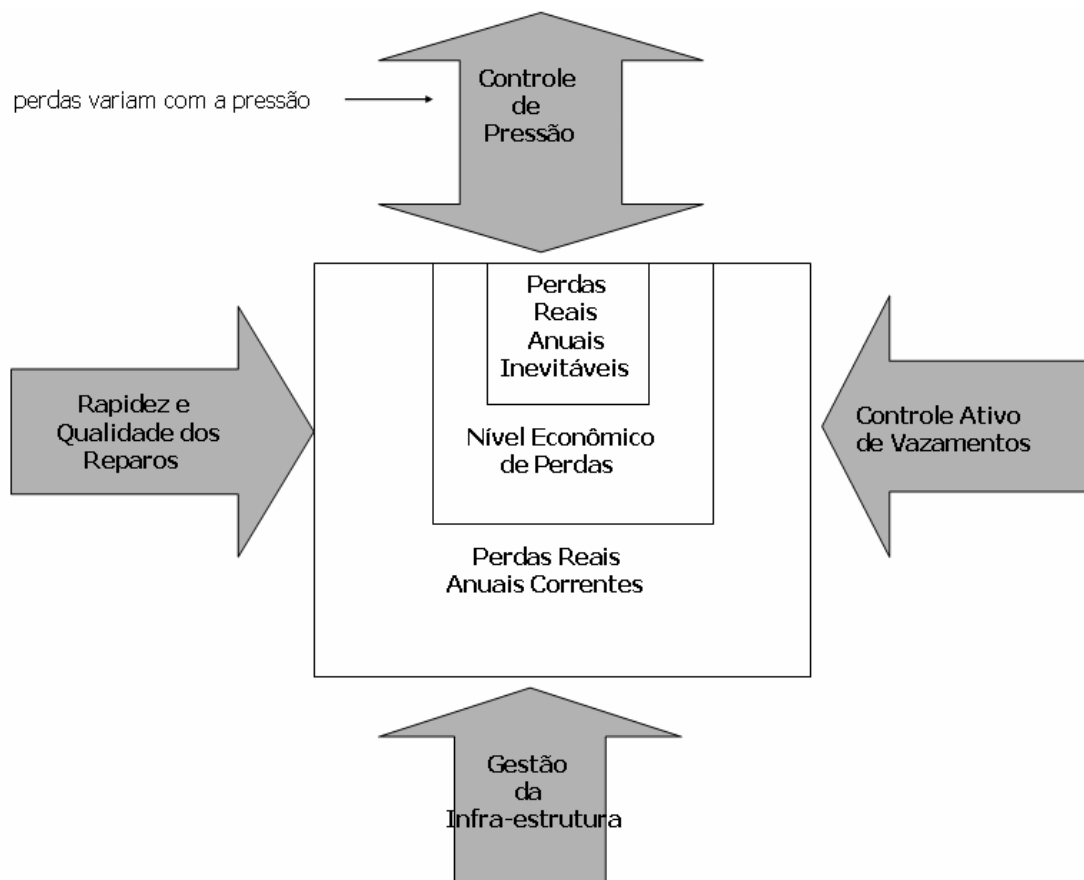


Figura 5.29 - Os quatro componentes da gestão de vazamentos (THORNTON et al, 2008)

Visando definir estratégias de controle e redução de perdas, o estudo foi realizado de forma condizente com o grau de aproximação ao problema. Na inexistência de sistemas de reservação existentes (reservatórios implantados com áreas de influência definidas), considerou-se o planejamento de setorização da Baixada de Jacarepaguá – PL100, prevista pela CEDAEb (2007) como base de trabalho. O mesmo consiste na futura implantação de nove sistemas de reservação, com as respectivas áreas de influência dos reservatórios – ver seção 5.3, incluindo a definição dos NA's dos reservatórios.

Dos quatro componentes, foi possível estabelecer o pré-dimensionamento e, por conseguinte, a estimativa orçamentária, visando a gestão de controle e redução de vazamentos. Com a previsão da implantação da Casa de Operadores - central do Controle Ativo de Vazamentos, os componentes **Rapidez e Qualidade dos Reparos e Gestão da Infraestrutura** se tornam diretamente beneficiados.

O dimensionamento das instalações e equipamentos para o controle e redução de perdas foi feito conforme a aplicação de premissas técnicas e de forma criteriosa. O dimensionamento hidráulico das tubulações, equipamentos e caixas de manobra, e seleção de equipamentos contou com consulta a fornecedores e acesso às especificações técnicas, visando obter uma estimativa orçamentária a mais exequível possível, porém a ser analisada no âmbito de planejamento. Foi considerado que os custos das tubulações serão contemplados nos projetos de setorização – reservação, os reservatórios estão em previsão de implantação. Contudo, foi feita uma estimativa de implantação de cap's na rede nos limites das ZMC's e considerada no orçamento. Os resultados servem para o confronto e comparação com os valores obtidos na definição de metas - diferenças dos valores de custo de água não faturada do Cenário Base pelos custos de água não faturada de cada cenário - Cenário 01 a 06.

Somente com a implantação dos reservatórios e o traçado definitivo da rede tronco e secundária de cada sistema (serão nove sistemas), é que se poderá estabelecer, com precisão, as informações para o dimensionamento final e instalação dos equipamentos e das caixas de manobra. Assim como a análise e estudo do comportamento da vazão mínima noturna e controle ativo de vazamento de cada sistema de reservação, com a implantação das ZMC's.

Respeitando o planejamento da última setorização proposta (nove reservatórios/sistemas) - PL 100 da CEDAEb (2007), foram definidas e divididas – análise e estudo feito em escala 1:10.000, as Zonas de Medição de Controle - ZMC's, que poderão futuramente ser aproveitadas e aplicadas.

Para o dimensionamento das válvulas redutoras de pressão - VRP's das ZMC's e tubulações, aplicou-se a perda unitária (m/km) obtida no Sistema da Baixada de Jacarepaguá, especificamente entre o trecho da Caixa de Urucuia e o medidor de pressão Airton Senna, no valor de 4,5 m/km. No dimensionamento dos diâmetros das tubulações considerou-se o cálculo em marcha.

#### **5.11.1 Definição de Zonas de Medição e Controle – ZMC's**

As Zonas de Medição e Controle – ZMC's são áreas tecnicamente e territorialmente demarcadas para se estabelecer a gestão do controle e redução de vazamentos.

A definição das ZMC's foi feita a partir do estudo e análise, em base planialtimétrica da área em escala 1:10.000, respeitando a previsão das áreas de influência dos nove sistemas de reservação - Reunião, Taquara, Boiúna, Curicica, Outeiro, Jacarepaguá, Itanhangá, Recreio, Vargem Grande.

Foram definidas, no total, 43 ZMC's e respectivas vazões para o dimensionamento dos equipamentos - 18 ZMC's com válvulas redutoras de pressão e 25 ZMC's apenas com monitoramento de vazão, sendo que, em todas as caixas foram considerados os medidores de vazão eletromagnéticos. Previu-se que tais equipamentos fiquem instalados em caixas de manobra que foram dimensionadas segundo as especificações de cada equipamento. O Quadro 5.7 apresentam-se os diâmetros dos medidores de vazão eletromagnéticos e de VRP's das respectivas caixas de manobra.



### Diâmetros dos Medidores de Vazão Eletromagnéticos e VRP's

Seleção feita pelos fornecedores

medidor vazão l/s	medidor vazão m <sup>3</sup> /h	DN da tubulação da rede mm	DN medidor vazão eletromagnetico mm	VRP DN Bermad
6,00	21,60	100	50	50
10,00	36,00	150	100	100
12,00	43,20	150	75	75
14,00	50,40	150	75	75
20,00	72,00	200	100	
23,00	82,80	200	100	100
23,00	82,80	200	100	
33,00	118,80	250	100	
37,00	133,20	250	150	150
42,00	151,20	250	150	
43,00	154,80	250	150	150
46,00	165,60	250	150	
47,00	169,20	250	150	150
54,00	194,40	250	150	
57,00	205,20	250	150	150
58,00	208,80	250	150	
59,00	212,40	250	150	150
61,00	219,60	300	150	150
67,00	241,20	300	200	
69,00	248,40	300	200	
69,00	248,40	300	200	
86,00	309,60	300	200	200
88,00	316,80	300	200	200
90,00	324,00	300	200	200
96,00	345,60	350	200	
103,00	370,80	350	200	
104,00	374,40	350	200	200
105,00	378,00	350	200	200
108,00	388,80	350	200	200
112,00	403,20	350	300	
113,00	406,80	350	300	
119,00	428,40	350	300	
137,00	493,20	400	300	
141,00	507,60	400	300	
151,00	543,60	400	300	
167,00	601,20	400	300	
197,00	709,20	450	300	
228,00	820,80	450	300	300
317,00	1141,20	500	400	
438,00	1576,80	600	500	
613,00	2206,80	700	600	

Quadro 5.7 - Caixas de Manobra - Diâmetros dos medidores de vazão eletromagnéticos e de VRP's

O Quadro 5.8 apresentam-se os diâmetros das válvulas de redução e controle - VRP's das respectivas caixas de manobra.

Diâmetros das Válvulas Redutoras de Pressão - VRP's  
 Seleção feita pelos fornecedores

l/s	m3/h	diâmetro mm	Pi	Pr	veloc. (m/s)	Razão de redução	Modelo
5,71	20,6	50	27	17	2,91	0,63	720 - 2" piloto PC 20
11,72	42,2	75	27	12	2,65	0,44	720 - 3" piloto PC 20
9,66	34,8	75	47	20	2,19	0,43	720 - 3" piloto PC 20
47,11	169,6	150	36	33	2,67	0,92	720 - 6" piloto PB 2
88,03	316,9	200	43	33	2,80	0,77	720 - 8" piloto PB 2
90	324,0	200	49	29	2,86	0,59	720 - 8" piloto PB 2
103,6	373,0	200	44	29	3,30	0,66	720 - 8" piloto PB 2
43,21	155,6	150	42	32	2,45	0,76	720 - 6" piloto PB 2
37,14	133,7	150	50	27	2,10	0,54	720 - 6" piloto PB 2
58,87	211,9	150	47	32	3,33	0,68	720 - 6" piloto PB 2
61,14	220,1	150	44	34	3,46	0,77	720 - 6" piloto PB 2
13,98	50,3	75	46	36	3,16	0,78	720 - 3" piloto PC 20
23,26	83,7	100	33	23	2,96	0,70	720 - 4" piloto PC 20
104,66	376,8	200	33	28	3,33	0,85	720 - 8" piloto PB 2
85,64	308,3	200	46	36	2,73	0,78	720 - 8" piloto PB 2
57,1	205,6	150	46	36	3,23	0,78	720 - 6" piloto PB 2
228,41	822,3	300	65	55	3,23	0,85	720 - 12" piloto NR 2
108,12	389,2	200	58	22	3,44	0,38	720 - 8" piloto PB 2

Quadro 5.8 - Caixas de Manobra - Diâmetros das válvulas de redução e controle - VRP's

Foram também dimensionados medidores de vazão para as áreas carentes – 210 favelas. Foram previstas caixas de manobra para sua instalação. O Quadro 5.9 apresentam-se os diâmetros dos medidores de vazão para as comunidades carentes – favelas das respectivas caixas de manobra.

**Dimensionamento de Hidrômetros - 201 Favelas**

Item	Vazão Q <sub>n</sub> Nominal m3/h	DN mm	hidrometro modelo	Barra Tijuca	Jacarepa	Cidades Deus	Total
1	1,5	15	Multimag TM II - Multijato Classes B	15	28	1	44
2	2,5	20	Unimag - Monojato Classe B	1	1		2
3	3,5	25	Multimag TM II	11	19	2	32
4	5,0	25	Multimag TM II	4	12	2	18
5	10,0	40	Multimag TM II	13	14		79
6	15	30	Woltmag M turbina vertical	2	6		8
7	25	50	Woltmag M turbina vertical	2	7	1	10
8	40	75	Woltmag M turbina vertical	1	4		5
9	50	75	Woltmag M turbina vertical		2		2
10	400	200	Woltex		1		1
<b>Total</b>				<b>49</b>	<b>94</b>	<b>6</b>	<b>201</b>

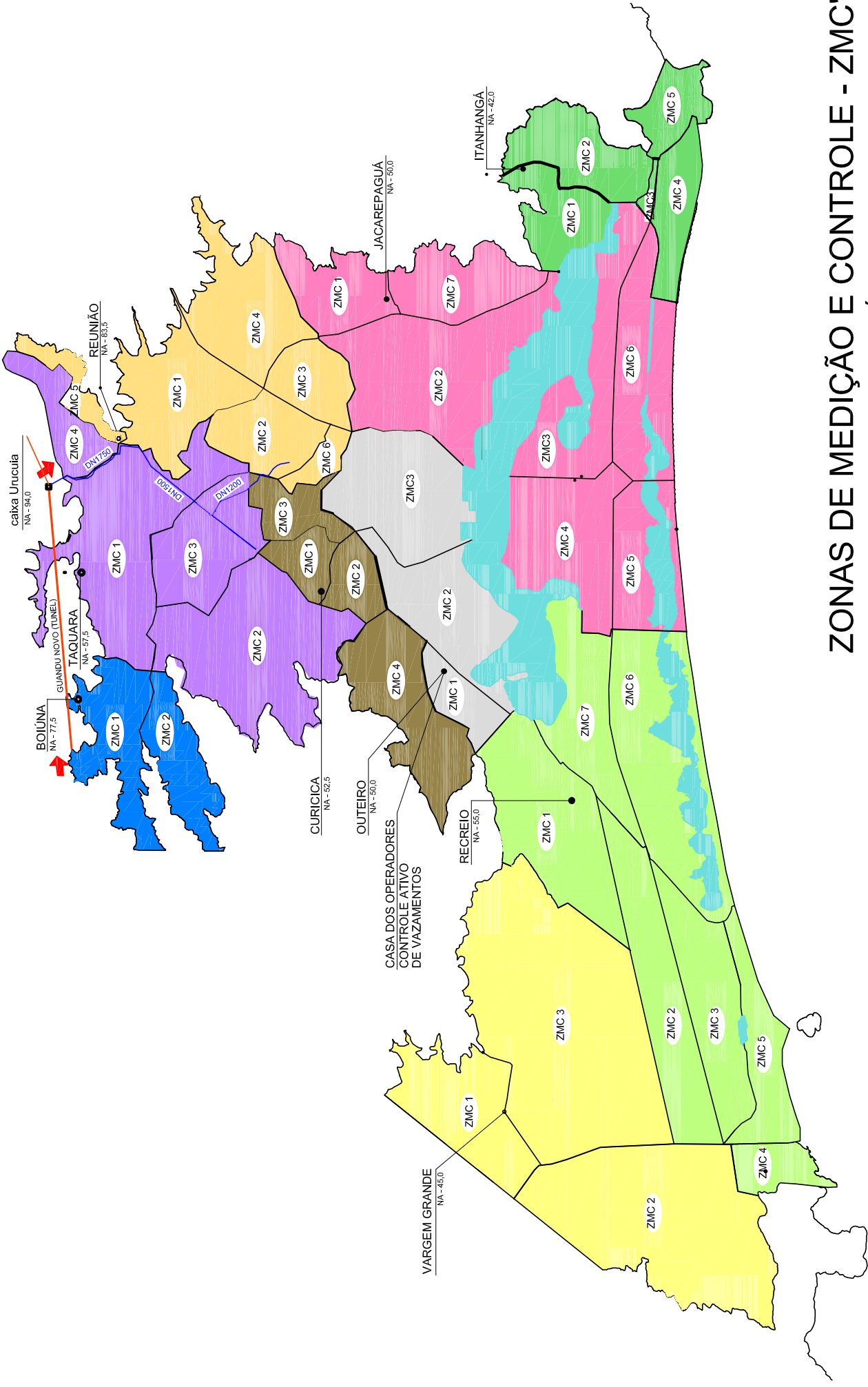
Quadro 5.9 - Caixas de Manobra - Diâmetros dos medidores de vazão das comunidades carentes – favelas

No ANEXO II se apresenta o modelo de caixa de manobra adotado.

A Figura 5.30 apresenta a definição das ZMC's por Sistema de Reservação em escala 1:100.000 e a Figura 5.31 em base planialtimétrica e escala 1:75.000.

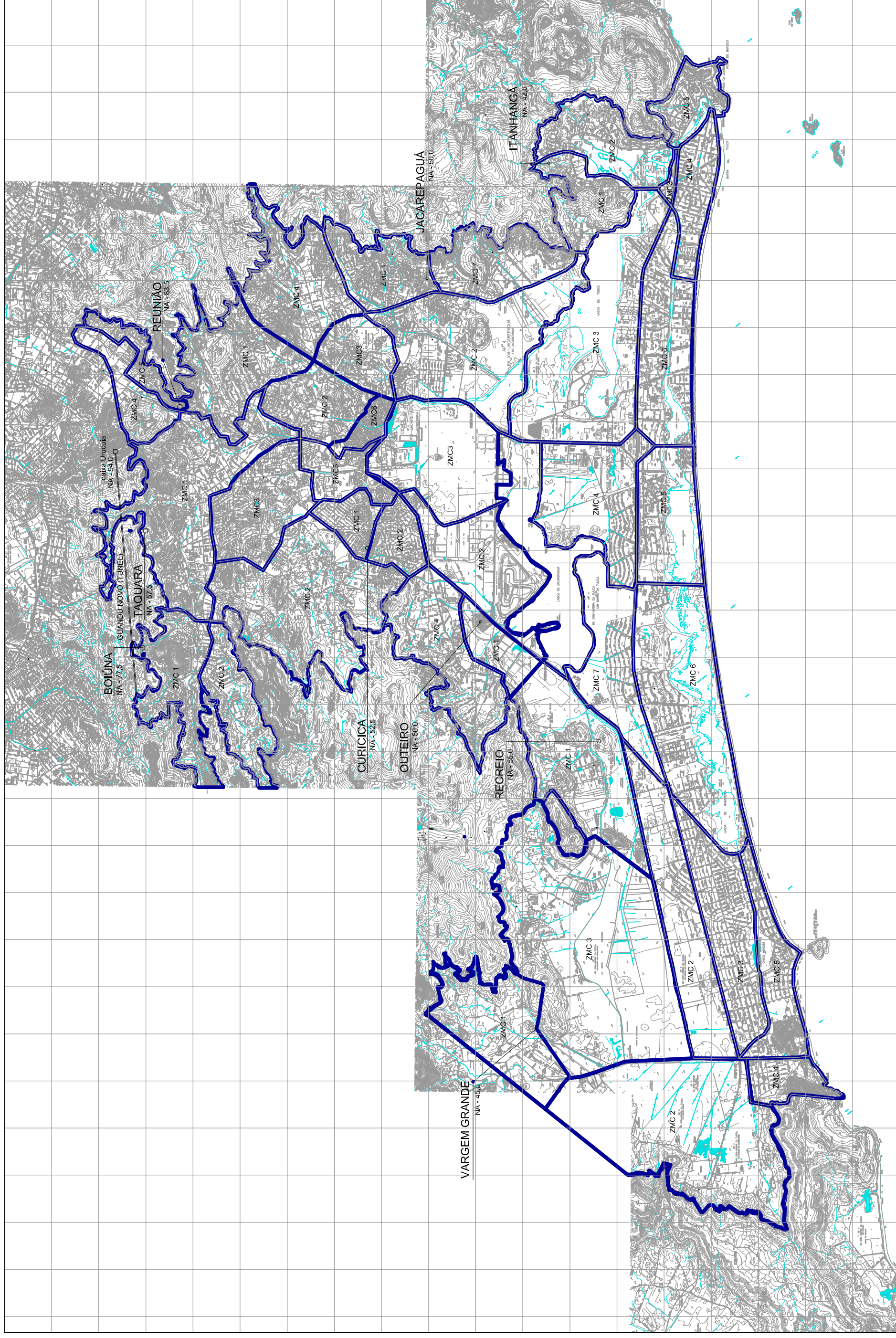
Em prosseguimento, são apresentadas as Figuras 5.32 a 5.40 com as definições das ZMC's por Sistema de Reservação, em escala 1:50.000. Nas mesmas constam: o traçado da tubulação principal e as caixas de manobra, que são de dois tipos: com medidor de vazão eletromagnético e VRP, ou apenas com o medidor de vazão eletromagnético.

As planilhas de dimensionamento por sistema de reservação, com as definições quantitativas de população, domicílio e vazão, por bairro e por ZMC, estão apresentadas no ANEXO III. Nas mesmas, constam também, e referentes às ZMC's, as vazões por medidor de vazão eletromagnético, pressões a montante e jusante das VRP's, diâmetro e extensão das tubulações dimensionadas para a alimentação dos medidores de vazão.



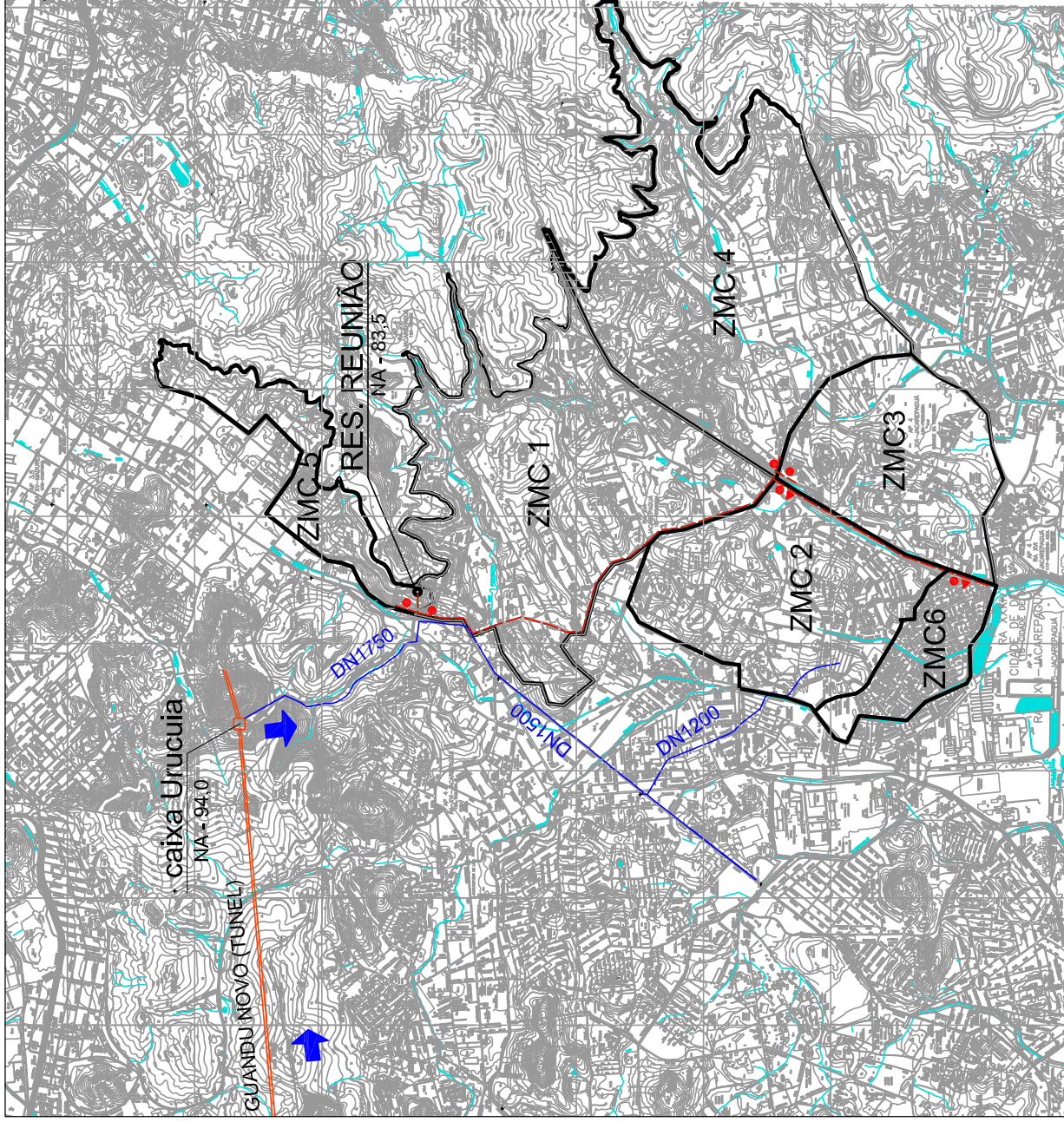
ZONAS DE MEDIÇÃO E CONTROLE - ZMC'S  
 BAIXADA DE JACAREPAGUÁ  
 Figura 5.30 - escala 1: 100.000





ZONAS DE MEDIÇÃO E CONTROLE - ZMC'S  
 Figura 5.31 - escala 1: 75.000

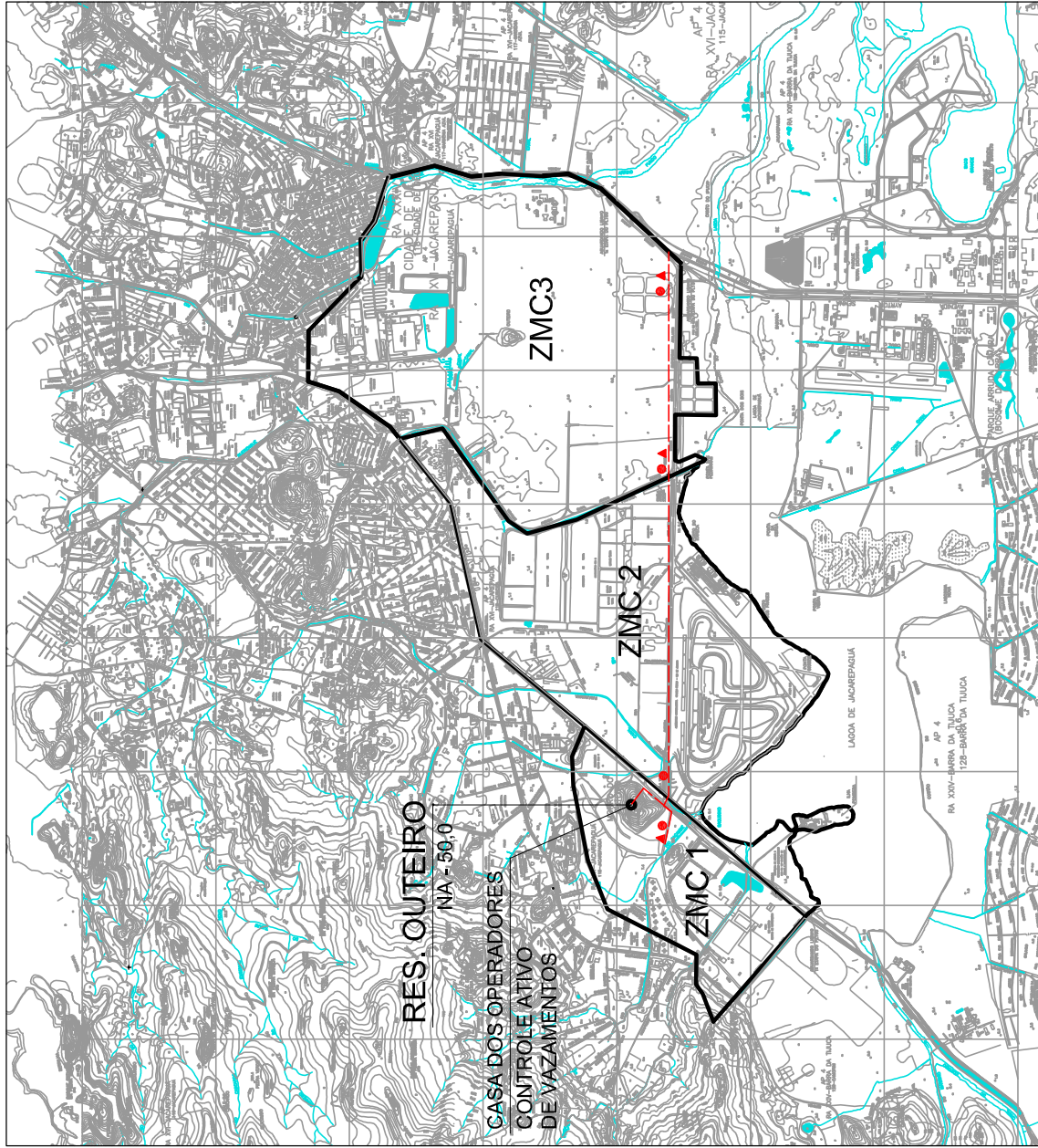




**LEGENDA:**

- TUBULAÇÃO
- MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
- ▲ VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

**ZMC REUNIÃO**  
 Figura 5.32 - escala 1:50.000

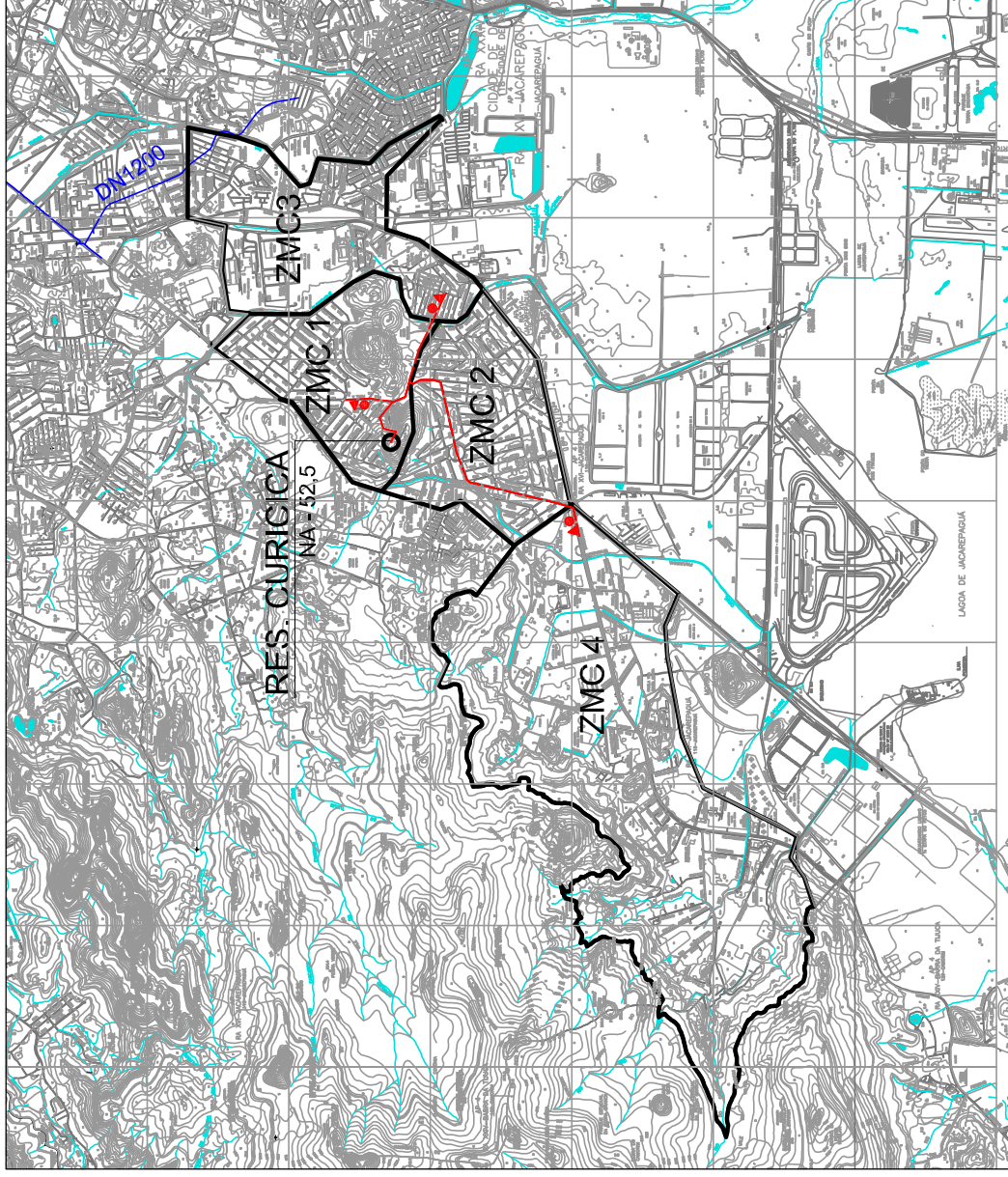


**LEGENDA:**

- TUBULAÇÃO
- MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
- ▲ VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

**ZMC OUTEIRO**  
 Figura 5.33 - escala 1:50.000





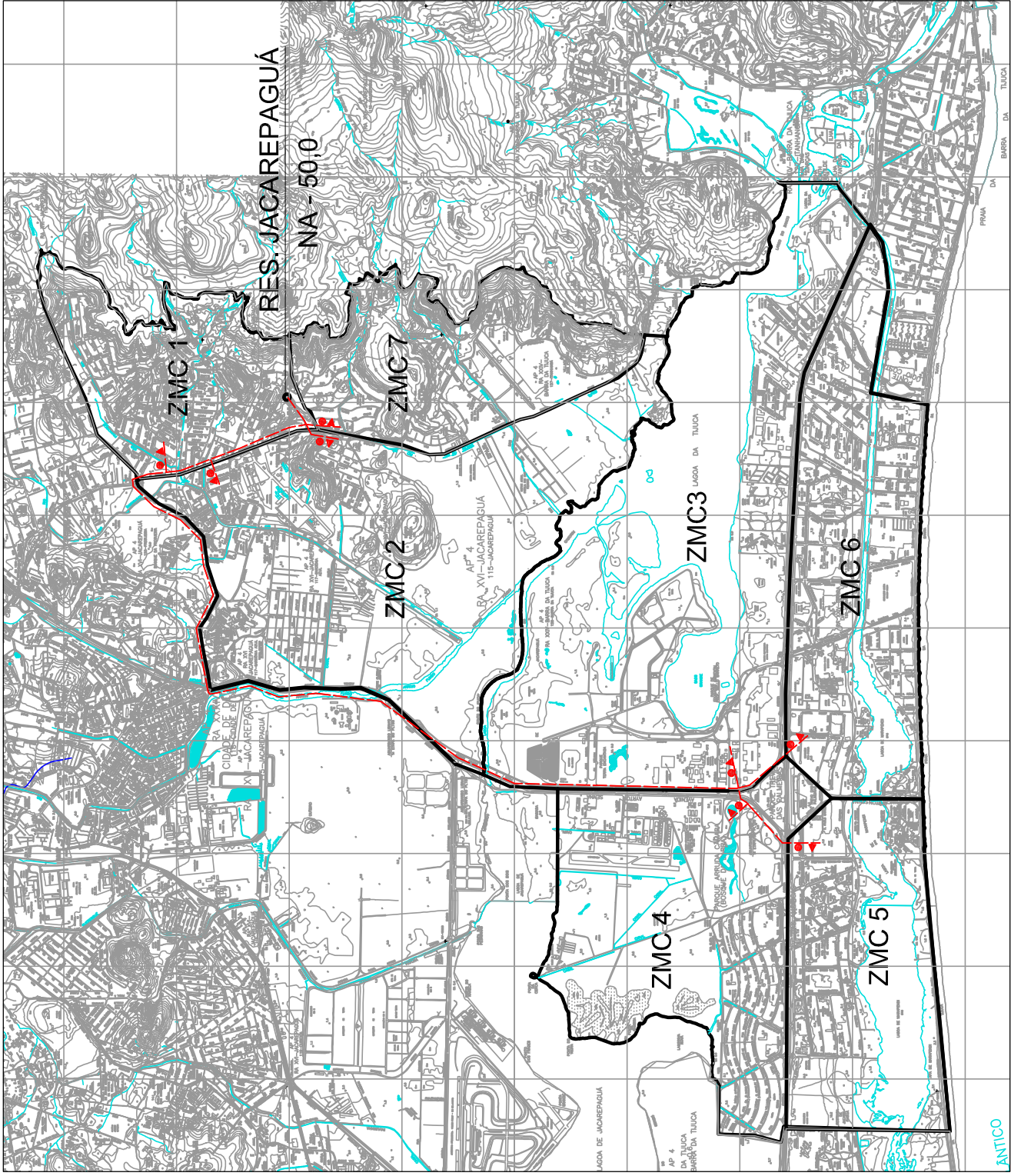
**LEGENDA:**

- TUBULAÇÃO
- MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
- ▲ VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

**ZMC CURIGICA**

Figura 5.34 - escala 1:50.000





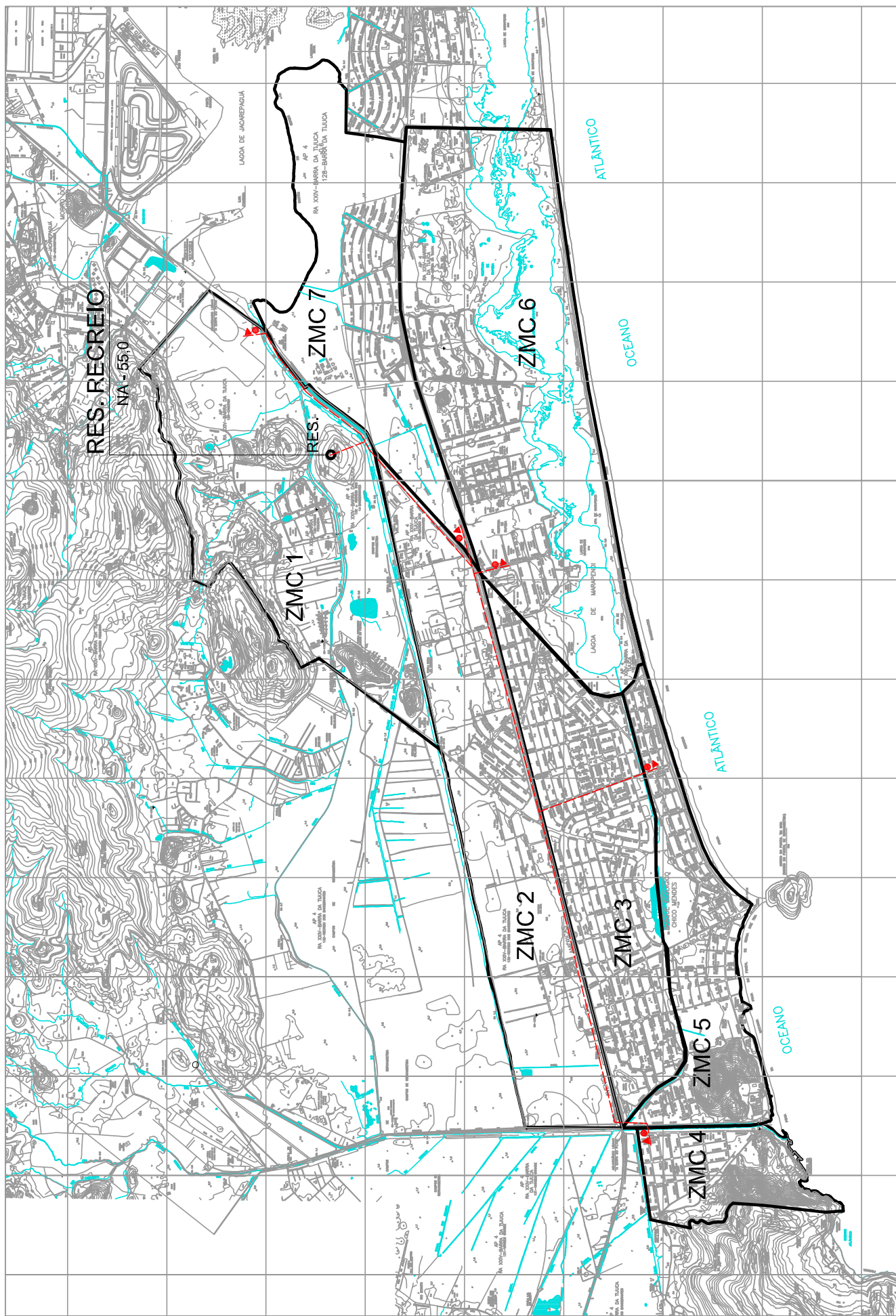
**LEGENDA:**

- TUBULAÇÃO
- MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
- VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

# ZMC JACAREPAGUÁ

Figura 5.35 - escala 1:50.000



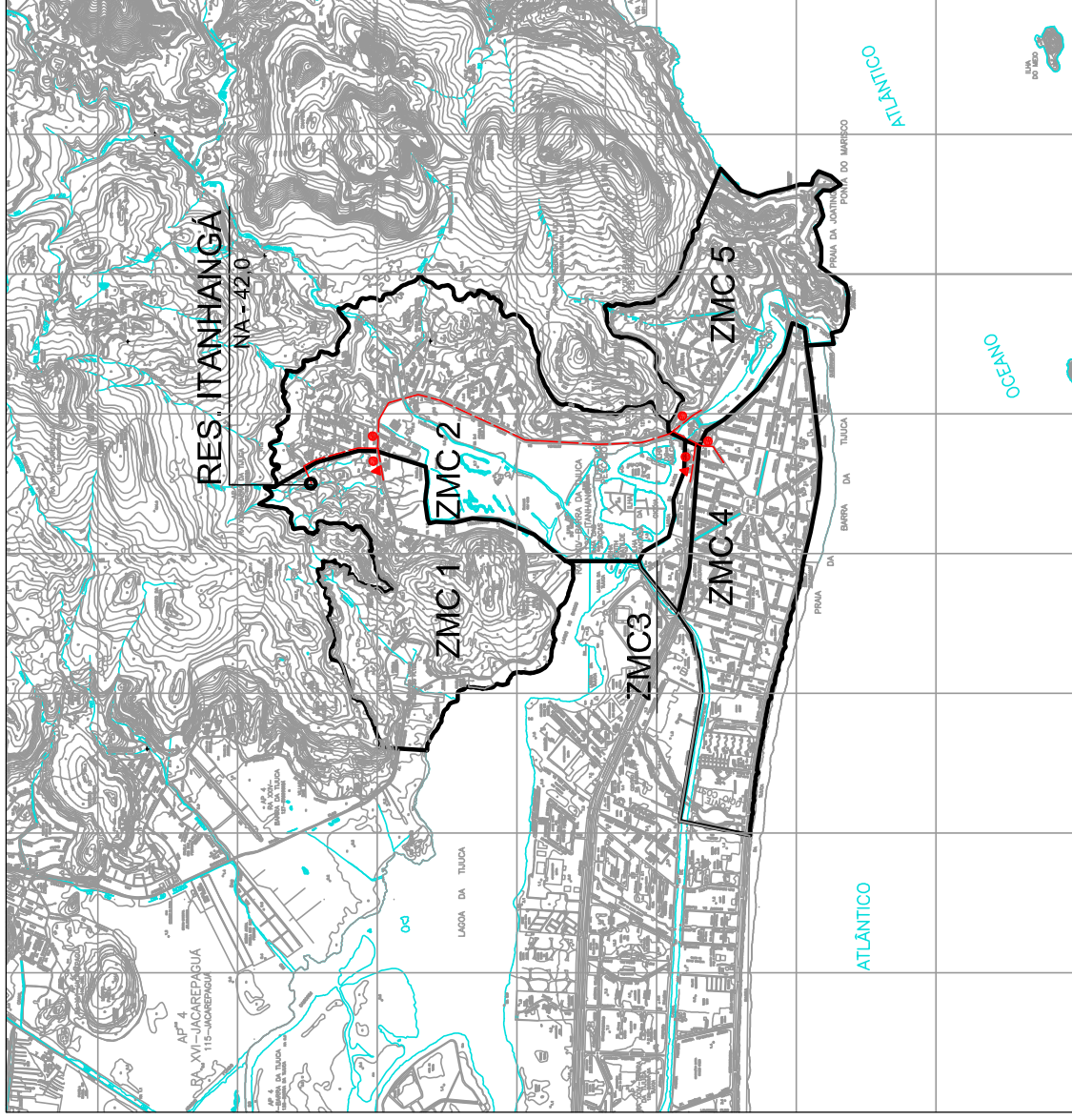


**LEGENDA:**

- TUBULAÇÃO
- MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
- ▲ VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

# ZMC RECREIO

Figura 5.36 - escala 1:50.000

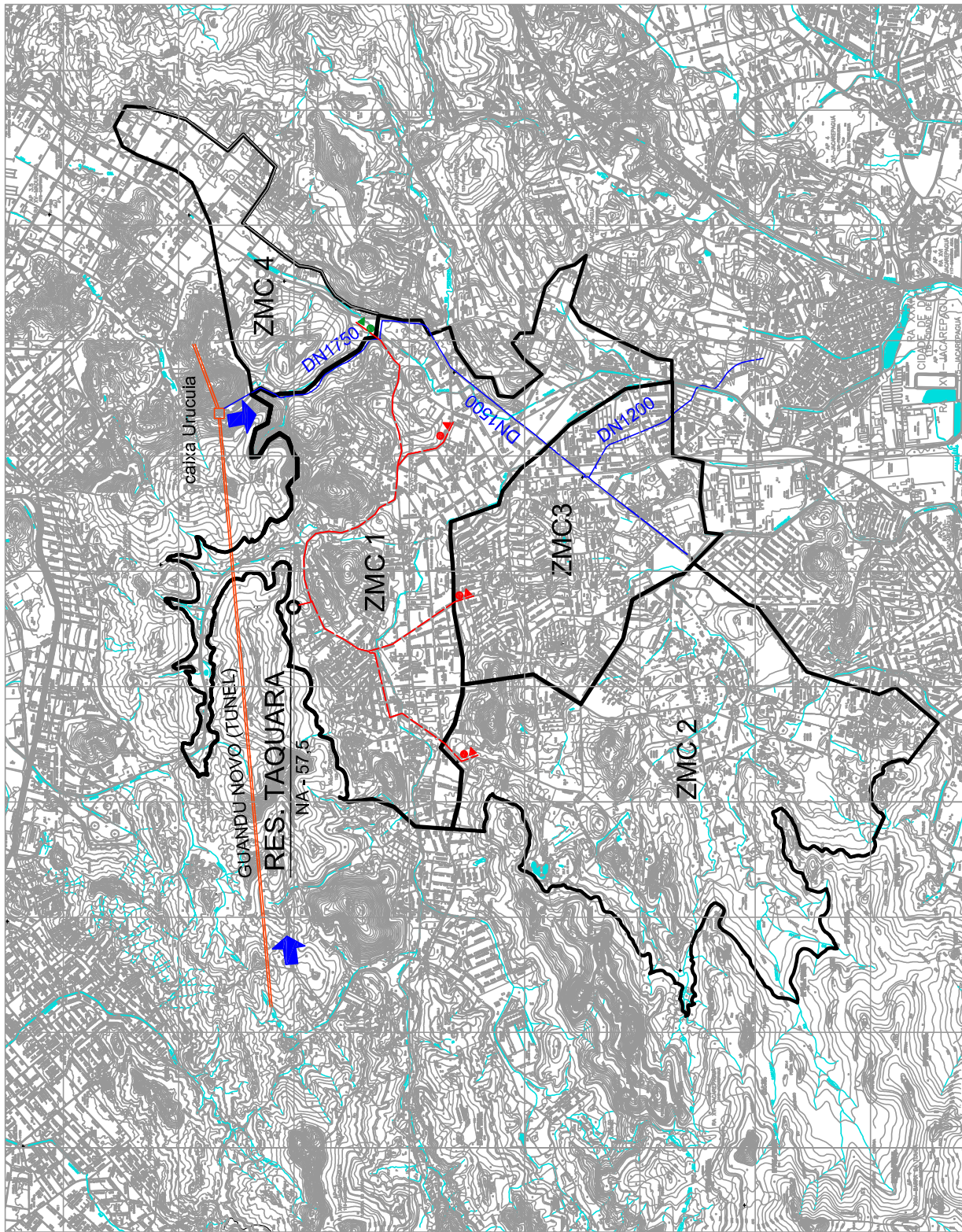


- LEGENDA:**
- TUBULAÇÃO
  - MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
  - ▲ VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

## ZMC ITANHANGÁ

Figura 5.37 - escala 1:50.000





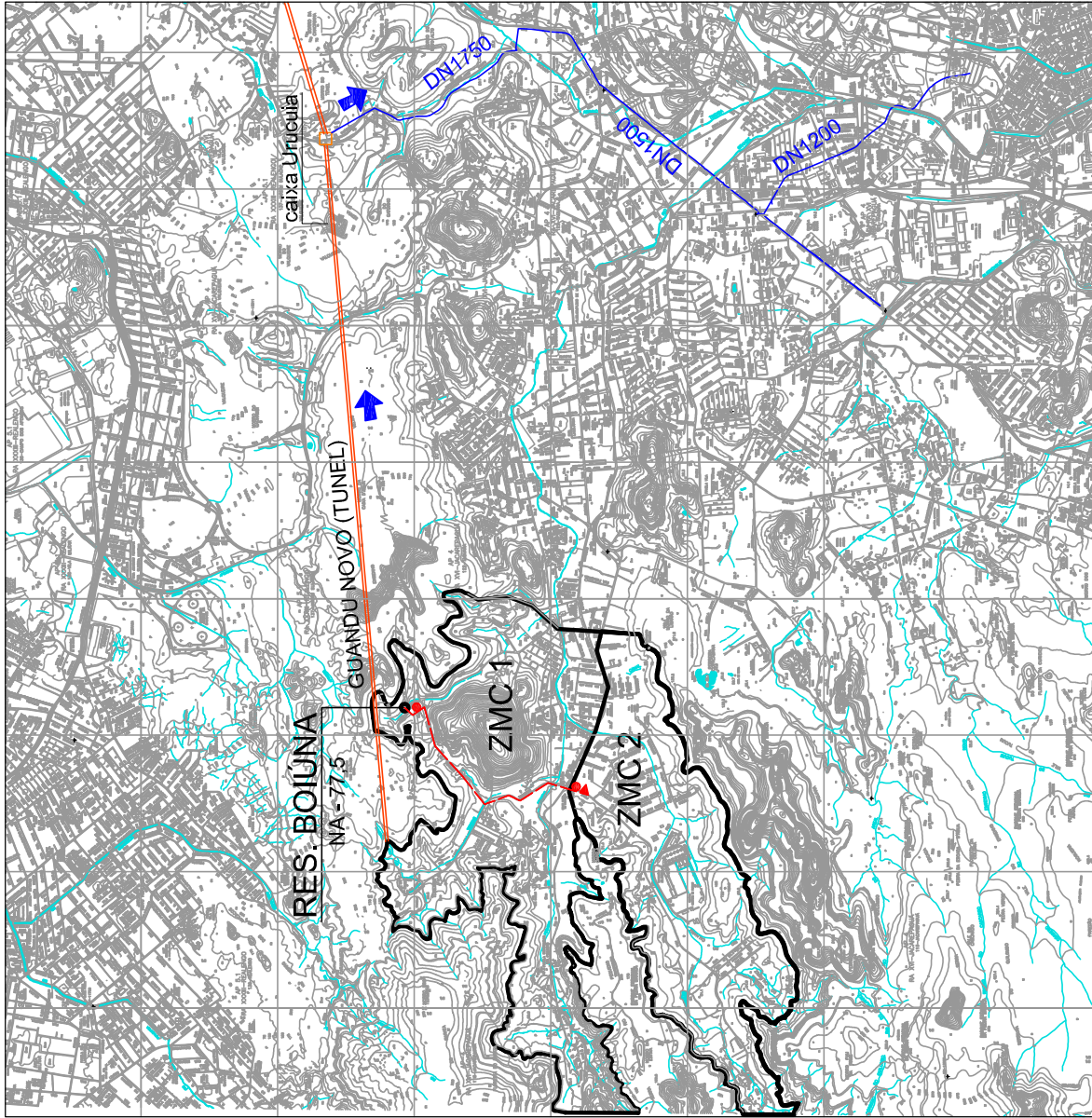
**LEGENDA:**

- TUBULAÇÃO
- MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
- ▲ VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

# ZMC TAQUARA

Figura 5.38 - escala 1:50.000

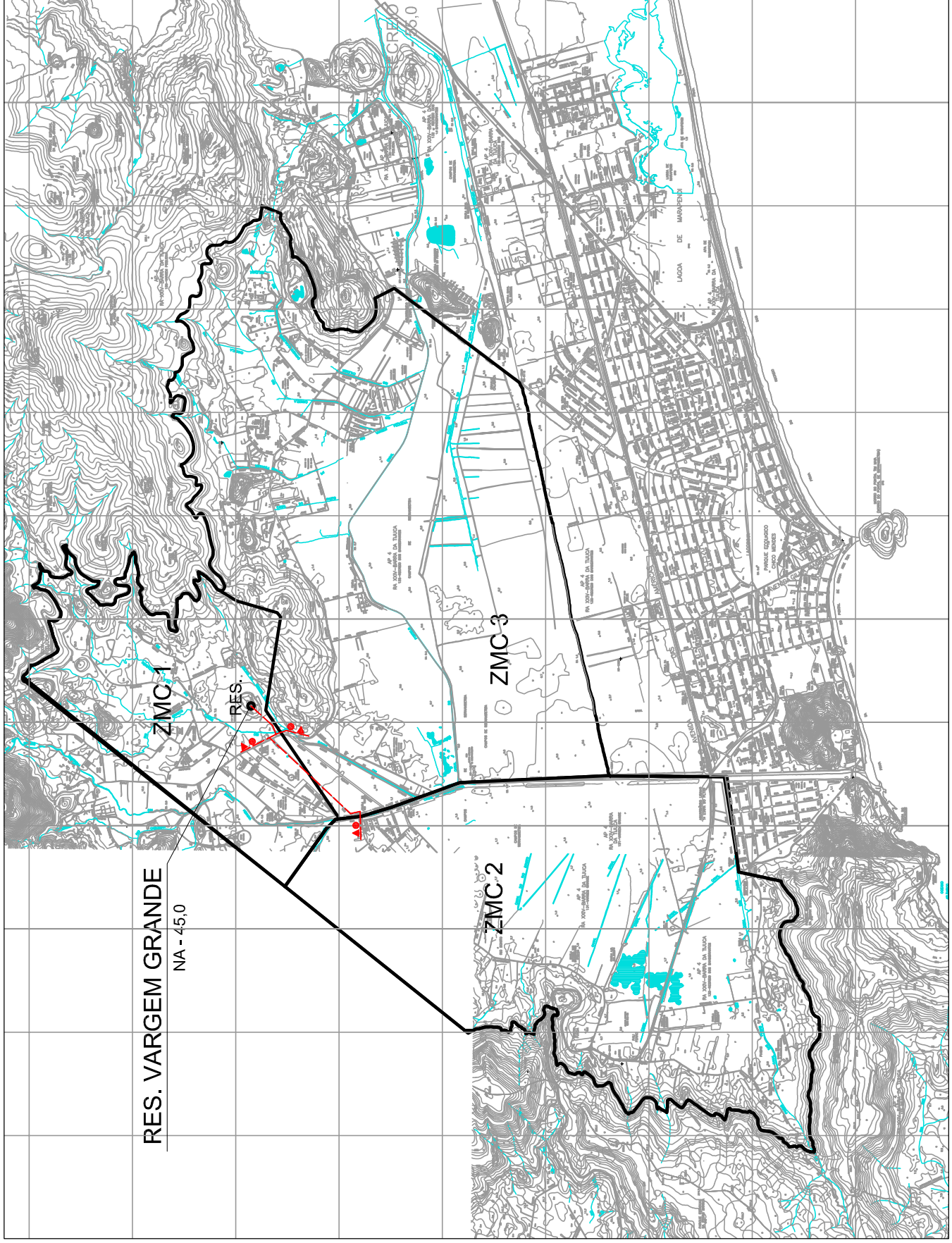




**LEGENDA:**

- TUBULAÇÃO
- MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
- ▲ VALVULA REDUTORA DE PRESSÃO

**ZMC BOIÚNA**  
 Figura 5.39 - escala 1:50.000



**LEGENDA:**

- TUBULAÇÃO
- ▲ MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO
- ▲ VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO

**ZMC VARGEM GRANDE**  
 Figura 5.40 - escala 1:50 000



### **5.11.2 Programa de Controle e Redução de Perdas**

Com a definição das 43 Zonas de Medição e Controle relativas aos nove sistemas de reservação, foram definidos os equipamentos a serem considerados no dimensionamento para a estimativa orçamentária.

A Casa dos Operadores – Controle Ativo de Vazamentos foi considerada e a ser implantada no Centro de Reservação do Outeiro. A mesma funcionará como uma central operacional das atividades de controle ativo de vazamentos, assim como para as atividades de controle de pressão, de reparos, e de gestão da infra-estrutura.

Os equipamentos considerados para o Controle Ativo de Vazamentos - pesquisas e detecção de vazamentos, foram o geofonamento eletrônico e o correlacionador de ruídos múltiplo. Considerou-se também o equipamento de monitoramento de ruídos. Em termos de instalação, esta tecnologia é relativamente nova no país. Ela auxilia no monitoramento da ocorrência do vazamento através da detecção de ruídos oriundos dos vazamentos nas tubulações. A sua aplicação não é vital para o controle, todavia, considerou-se de forma pesar no orçamento. O equipamento, MLOG (LAMON, 2009), foi implantado pelo DAAE de Araraquara em 2009, a cerca de um ano. Aguarda-se o fechamento do relatório com a avaliação dos dados obtidos. Sendo que, de antemão, os resultados foram satisfatórios.

No ANEXO IV estão as planilhas com o dimensionamento das varreduras – controle ativo de vazamentos.

Foi realizado o dimensionamento das tubulações de alimentação às caixas de manobra a fim de viabilizar a seleção dos equipamentos hidro-mecânicos para o levantamento de custos - medidores eletromagnéticos, VRP's, demais medidores, tubos, conexões e acessórios.

O Programa de Controle e Redução de Perdas considerou a existência dos nove sistemas de reservação e foi formulado a cobrir um período de cinco anos. O último estudo de setorização da Baixada de Jacarepaguá, o PL100 realizado pela CEDAE, prevê a implantação de nove reservatórios e respectivas redes de distribuição. Tais considerações foram levadas em conta, de forma que, os custos das tubulações consideradas no dimensionamento dos equipamentos das caixas de manobra, façam parte do orçamento da própria setorização. Na estimativa

orçamentária do programa de controle perdas proposto, considerou-se uma verba para a implantação de cap's nas extremidades da rede das áreas das ZMC's. A estimativa orçamentária do programa contempla três fases:

- obras/instalação/aquisição – primeiro ano
- implantação/manutenção – segundo ano
- manutenção – terceiro, quarto e quinto anos

No primeiro ano - obras/instalação/aquisição, além da construção da Casa dos Operadores no Centro de Reservação do Outeiro, considerou-se para as perdas reais:

- aquisição e implantação dos CAP's necessários, caixas de manobras com os equipamentos – medidores eletromagnéticos e VRP's, além das caixas de manobra para as 201 favelas.
- aquisição de uma furgão como laboratório móvel e um carro de apoio, considerou-se também o custo do combustível
- aquisição dos equipamentos para o Controle Ativo de Vazamentos – geofonamento eletrônico e correlacionador de ruídos
- aquisição do equipamento de monitoramento de ruídos tipo MLOG – 12 kits
- aquisição de sistema de geoprocessamento tipo AGUAGIS

Para as perdas aparentes considerou-se:

- para a questão da submedição adotou-se o seguinte critério: estimativa baseada na consideração dos dados referentes ao último mês do balanço hídrico, abril de 2007 (CEDAEd, 2007). Substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.498 ligações em cinco anos – totalizando 69.139 hidrômetros (considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm Qn 3,5 m<sup>3</sup>/h). O custo total obtido foi parcelado para ser aplicado a cada ano (total cinco anos)
- gestão comercial: aquisição de sistema de gestão comercial

No segundo ano - implantação/manutenção, considerou-se para as perdas reais:

- CAV – Controle Ativo de Vazamentos a ser realizado por contratação de serviços. Período necessário para a execução da varredura na área: duração de 1,5 ano. Em paralelo, técnicos do CEDAE serão treinados para realizar e



inspecionar com autonomia. Este serviço, conforme a rapidez na implantação das caixas de manobra, tubulações, definição das ZMC's e aparelhamento da Casa dos Operadores pode ser iniciado no primeiro ano. A contratação de serviços de CAV será mantido para efeito de manutenção.

- serviço de telemetria por telefonia celular para os equipamentos – medidores eletromagnéticas, VRP's, medidores de vazão
- AQUAGIS (tipo de sistema de geoprocessamento) manutenção
- equipe de quinze pessoas
- reparos
- variados
- combustível

Para as perdas aparentes considerou-se:

- para a questão da submedição adotou-se o seguinte critério: estimativa baseada na consideração dos dados referentes ao último mês do balanço hídrico, abril de 2007 (CEDAEd, 2007). Substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.498 ligações em cinco anos – totalizando 69.139 hidrômetros (considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm Qn 3,5 m<sup>3</sup>/h). O custo total obtido foi parcelado para ser aplicado a cada ano (total cinco anos)
- gestão comercial: manutenção de sistema de gestão comercial

Para o terceiro, quarto e quinto ano - manutenção, considerou-se para as perdas reais:

- CAV – Controle Ativo de Vazamentos a ser realizado por contratação de serviços para efeito de manutenção.
- serviço de telemetria por telefonia celular para os equipamentos – medidores eletromagnéticas, VRP's, medidores de vazão
- AQUAGIS manutenção
- equipe de quinze pessoas
- aquisição do equipamento de monitoramento de ruídos tipo MLOG – 23 kits (terceiro e quarto ano)
- aquisição de um carro de apoio
- reparos
- variados
- combustível

Para as perdas aparentes considerou-se:

- para a questão da submedição adotou-se o seguinte critério: estimativa baseada na consideração dos dados referentes ao último mês do balanço hídrico, abril de 2007 (CEDAEd, 2007). Substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.498 ligações em cinco anos – totalizando 69.139 hidrômetros (considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm Qn 3,5 m<sup>3</sup>/h). O custo total obtido foi parcelado para ser aplicado a cada ano (total cinco anos)
- gestão comercial: manutenção de sistema de gestão comercial

Com a estimativa orçamentária definida ano a ano e aplicando-se os parâmetros de redução de perdas – reais e aparentes, obtidos nas Metas/Cenários, pode-se obter o retorno do investimento a ser empregado no Programa de Redução e Controle de Perdas – *payback*. Os Quadros 5.10 a 5.15 apresentam a estimativa orçamentária do Programa de Controle e Redução de Perdas e respectivos *payback* por Meta/Cenário – de 01 a 06.

Programa de Controle e Redução de Perdas - Estimativa Orçamentária Resumo - considerando atingir a meta de redução de perdas reais e aparentes de 20 % META.01 - Cenário 01					
	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano
	Obras/Instalação/Aquisição	Implantação/Manutenção/ano	Manutenção/ano	Manutenção/ano	Manutenção/ano
	AQUAGIS 280.000,00	AQUAGIS manutenção 180.000,00	AQUAGIS manutenção 180.000,00	AQUAGIS manutenção 180.000,00	AQUAGIS manutenção 180.000,00
	LAMON 112.200,00	CAV <sup>1</sup> varredura 1,5 ano 2.199.487,50	CAV <sup>1</sup> manutenção 498.750,00	CAV <sup>1</sup> manutenção 498.750,00	CAV <sup>1</sup> manutenção 498.750,00
	casa do operador 75.000,00	telemetria telefonia celular 848.880,00	telemetria telefonia celular 848.880,00	telemetria telefonia celular 848.880,00	telemetria telefonia celular 848.880,00
	cx manobra c VRP 871.374,20	equipe 15 pessoas 720.000,00	equipe 15 pessoas 720.000,00	equipe 15 pessoas 720.000,00	equipe 15 pessoas 720.000,00
	cx manobra s VRP 1.570.232,14	reparos <sup>2</sup> 1.500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção 500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção 500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção 500.000,00
	cx manobra favela 346.636,52	variados <sup>2</sup> 500.000,00	variados <sup>2</sup> 500.000,00	variados <sup>2</sup> 500.000,00	variados <sup>2</sup> 500.000,00
	MLOG 12 kit's 2.460.000,00		MLOG 12 kit's 2.460.000,00	MLOG 11 kit's 2.255.000,00	
	carros (1) 40.000,00		carros (1) 40.000,00		
	gasolina 10.000,00	gasolina 10.000,00	gasolina 20.000,00	gasolina 40.000,00	gasolina 40.000,00
	caps <sup>2</sup> 2.000.000,00				
	laboratório móvel 120.000,00				
	<b>total R\$ 7.885.442,86</b>	<b>total R\$ 5.958.367,50</b>	<b>total R\$ 5.767.630,00</b>	<b>total R\$ 5.542.630,00</b>	<b>total R\$ 3.287.630,00</b>
Perdas Aparentes	submedição <sup>3</sup> 3.500.000,00	submedição <sup>3</sup> 3.500.000,00	submedição manutenção 3.500.000,00	submedição manutenção 3.500.000,00	submedição manutenção 3.500.000,00
	gestão comercial <sup>2</sup> 280.000,00	gestão comercial <sup>2</sup> 180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup> 180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup> 180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup> 180.000,00
	<b>total R\$ 3.780.000,00</b>	<b>total R\$ 3.680.000,00</b>	<b>total R\$ 3.680.000,00</b>	<b>total R\$ 3.680.000,00</b>	<b>total R\$ 3.680.000,00</b>
custo anual	<b>TOTAL R\$ 11.665.442,86</b>	<b>TOTAL R\$ 9.638.367,50</b>	<b>TOTAL R\$ 9.447.630,00</b>	<b>TOTAL R\$ 9.222.630,00</b>	<b>TOTAL R\$ 6.967.630,00</b>
	CAV <sup>1</sup> - controle ativo de vazamentos				
	<sup>2</sup> estimativas				
	<sup>3</sup> estimativa baseada na consideração da substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.498 ligações em cinco anos				
	considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm Qn 3,5 m <sup>3</sup> /h				
	<b>META01</b> - diferença entre o custo da água não faturada do Cenário Base pelo custo da água não faturada com				
	<b>20% nas reduções de perdas reais e aparentes - Cenário 01</b> , obtive-se o valor de <b>R\$ 13.061.019,00</b> como ganho anual.				
pay-back	meses 11	meses 9	meses 9	meses 8	meses 6

Quadro 5.10 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 01 - Cenário 01 – Redução de Perdas (RAp) de 20% e *payback*

Programa de Controle e Redução de Perdas - Estimativa Orçamentária Resumo - considerando atingir a meta de redução de perdas reais e aparentes de 30 %					META 02 - Cenário 02				
1º Ano		2º Ano		3º Ano		4º Ano		5º Ano	
Obras/Instalação/Aquisição		Implantação/Manutenção/ano		Manutenção/ano		Manutenção/ano		Manutenção/ano	
AQUAGIS	280.000,00	AQUAGIS manutenção	180.000,00	AQUAGIS manutenção	180.000,00	AQUAGIS manutenção	180.000,00	AQUAGIS manutenção	180.000,00
LAMON	112.200,00	CAV <sup>1</sup> varredura 1,5 ano	2.199.487,50	CAV <sup>1</sup> manutenção	498.750,00	CAV <sup>1</sup> manutenção	498.750,00	CAV <sup>1</sup> manutenção	498.750,00
casa do operador	75.000,00	telemetria telefonia celular	848.880,00	telemetria telefonia celular	848.880,00	telemetria telefonia celular	848.880,00	telemetria telefonia celular	848.880,00
cx manobra c VRP	871.374,20	equipe 15 pessoas	720.000,00	equipe 15 pessoas	720.000,00	equipe 15 pessoas	720.000,00	equipe 15 pessoas	720.000,00
cx manobra s VRP	1.570.232,14	reparos <sup>2</sup>	1.500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção	500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção	500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção	500.000,00
cx manobra favela	346.636,52	variados <sup>2</sup>	500.000,00	variados <sup>2</sup>	500.000,00	variados <sup>2</sup>	500.000,00	variados <sup>2</sup>	500.000,00
MLOG 12 kit's	2.460.000,00			MLOG 12 kit's	2.460.000,00	MLOG 11 kit's	2.255.000,00		
carros (1)	40.000,00			carros (1)	40.000,00				
gasolina	10.000,00	gasolina	10.000,00	gasolina	20.000,00	gasolina	40.000,00	gasolina	40.000,00
cap's <sup>2</sup>	2.000.000,00								
laboratório móvel	120.000,00								
<b>total R\$</b>	<b>7.885.442,86</b>	<b>total R\$</b>	<b>5.958.367,50</b>	<b>total R\$</b>	<b>5.767.630,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>5.542.630,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.287.630,00</b>
submedição <sup>3</sup>	3.500.000,00	submedição <sup>3</sup>	3.500.000,00	submedição manutenção	3.500.000,00	submedição manutenção	3.500.000,00	submedição manutenção	3.500.000,00
gestão comercial <sup>2</sup>	280.000,00	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00
<b>total R\$</b>	<b>3.780.000,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.680.000,00</b>
<b>TOTAL R\$</b>	<b>11.665.442,86</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>9.638.367,50</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>9.447.630,00</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>9.222.630,00</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>6.967.630,00</b>
CAV <sup>1</sup> - controle ativo de vazamentos									
<sup>2</sup> - estimativas									
<sup>3</sup> - estimativa baseada na consideração da substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.488 ligações em cinco anos									
considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm Qn 3,5 m <sup>3</sup> /h									
<b>META 02 - diferença entre o custo da água não faturada do Cenário Base pelo custo da água não faturada com</b>									
<b>30% nas reduções de perdas reais e aparentes - Cenário 02, obtive-se o valor de R\$ 19.591.529,00 como ganho anual.</b>									
<b>pay-back</b>	<b>meses</b>	<b>7</b>	<b>meses</b>	<b>6</b>	<b>meses</b>	<b>6</b>	<b>meses</b>	<b>6</b>	<b>meses</b>
									<b>4</b>

Quadro 5.11 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 02 - Cenário 02 – Redução de Perdas (RAp) de 30% e *payback*

Programa de Controle e Redução de Perdas - Estimativa Orçamentária Resumo - considerando atingir a meta de redução de perdas reais e aparentes de 40 % META 03 - Cenário 03					
	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano
	Obras/Instalação/Aquisição	Implantação/Manutenção/ano	Manutenção/ano	Manutenção/ano	Manutenção/ano
<b>Perdas Reais</b>	AQUAGIS	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção
	LAMON	CAV <sup>1</sup> varredura 1,5 ano	CAV <sup>1</sup> manutenção	CAV <sup>1</sup> manutenção	CAV <sup>1</sup> manutenção
	casa do operador	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular
	cx manobra c VRRP	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas
	cx manobra s VRRP	reparos <sup>2</sup>	reparos <sup>2</sup> manutenção	reparos <sup>2</sup> manutenção	reparos <sup>2</sup> manutenção
	cx manobra favela	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>
	MLOG 12 kit's		MLOG 12 kit's	MLOG 11 kit's	
	carros (1)		carros (1)		
	gasolina	gasolina	gasolina	gasolina	gasolina
	cap's <sup>2</sup>				
laboratório móvel					
<b>total R\$</b>	<b>7.885.442,86</b>	<b>5.958.367,50</b>	<b>5.767.630,00</b>	<b>5.542.630,00</b>	<b>3.287.630,00</b>
<b>Perdas</b>	submedição <sup>3</sup>	submedição <sup>3</sup>	submedição manutenção	submedição manutenção	submedição manutenção
	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>
	<b>total R\$</b>	<b>3.780.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>
<b>custo anual</b>	<b>TOTAL R\$ 11.665.442,86</b>	<b>TOTAL R\$ 9.638.367,50</b>	<b>TOTAL R\$ 9.447.630,00</b>	<b>TOTAL R\$ 9.222.630,00</b>	<b>TOTAL R\$ 6.967.630,00</b>
	CAV <sup>1</sup> - controle ativo de vazamentos				
	<sup>2</sup> estimativas				
	<sup>3</sup> estimativa baseada na consideração da substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.488 ligações em cinco anos				
	considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm Qn 3,5 m <sup>3</sup> /h				
<b>META 03 - diferença entre o custo da água não faturada do Cenário Base pelo custo da água não faturada com</b>					
<b>40% nas reduções de perdas reais e aparentes - Cenário 03, obteve-se o valor de R\$ 26.122.039,00 como ganho anual.</b>					
<b>pay-back</b>	<b>meses 5</b>	<b>meses 4</b>	<b>meses 4</b>	<b>meses 4</b>	<b>meses 3</b>

Quadro 5.12 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 03 - Cenário 03 – Redução de Perdas (RAp) de 40% e payback

Programa de Controle e Redução de Perdas - Estimativa Orçamentária Resumo - considerando atingir a meta de redução de perdas reais e aparentes de 50 % META 04 - Cenário 04						
	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	
	Obras/Instalação/Aquisição	Implantação/Manutenção/ano	Manutenção/ano	Manutenção/ano	Manutenção/ano	
<b>Perdas Reais</b>	AQUAGIS	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção	180.000,00
	LAMON	CAV <sup>1</sup> varredura 1,5 ano	CAV <sup>1</sup> manutenção	CAV <sup>1</sup> manutenção	CAV <sup>1</sup> manutenção	180.000,00
	casa do operador	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular	498.750,00
	cx manobra c VRP	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas	848.880,00
	cx manobra s VRP	reparos <sup>2</sup>	reparos <sup>2</sup> manutenção	reparos <sup>2</sup> manutenção	reparos <sup>2</sup> manutenção	720.000,00
	cx manobra favela	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>	500.000,00
	MLOG 12 kit's	MLOG 12 kit's	MLOG 12 kit's	MLOG 11 kit's	MLOG 11 kit's	500.000,00
	carros (1)	carros (1)	carros (1)			2.255.000,00
	gasolina	gasolina	gasolina	gasolina	gasolina	40.000,00
	cap's <sup>2</sup>					
laboratório móvel						
<b>total R\$</b>	<b>7.885.442,86</b>	<b>5.958.367,50</b>	<b>5.767.630,00</b>	<b>5.542.630,00</b>	<b>3.287.630,00</b>	<b>total R\$</b>
<b>Perdas Aparentes</b>	submedição <sup>3</sup>	submedição <sup>3</sup>	submedição manutenção	submedição manutenção	submedição manutenção	3.500.000,00
	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00
<b>total R\$</b>	<b>3.780.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>total R\$</b>
<b>custo anual</b>	<b>TOTAL R\$ 11.665.442,86</b>	<b>TOTAL R\$ 9.638.367,50</b>	<b>TOTAL R\$ 9.447.630,00</b>	<b>TOTAL R\$ 9.222.630,00</b>	<b>TOTAL R\$ 6.967.630,00</b>	<b>TOTAL R\$</b>
	CAV <sup>1</sup> - controle ativo de vazamentos					
	<sup>2</sup> estimativas					
	<sup>3</sup> estimativa baseada na consideração da substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.498 ligações em cinco anos					
	considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm Qn 3,5 m <sup>3</sup> /h					
	<b>META 04 - diferença entre o custo da água não faturada do Cenário Base pelo custo da água não faturada com</b>					
	<b>50% nas reduções de perdas reais e aparentes - Cenário 04, obtive-se o valor de R\$ 32.652.549,00 como ganho anual.</b>					
<b>pay-back</b>	<b>4 meses</b>	<b>4 meses</b>	<b>4 meses</b>	<b>3 meses</b>	<b>3 meses</b>	<b>3 meses</b>

Quadro 5.13 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 04 - Cenário 04 – Redução de Perdas (RAp) de 50% e *payback*

Programa de Controle e Redução de Perdas - Estimativa Orçamentária Resumo - considerando atingir a meta de redução de perdas reais e aparentes de 60 %						META 05 - Cenário 05			
1º Ano		2º Ano		3º Ano		4º Ano		5º Ano	
Obras/Instalação/Aquisição		Implantação/Manutenção/ano		Manutenção/ano		Manutenção/ano		Manutenção/ano	
AQUAGIS	280.000,00	AQUAGIS manutenção	180.000,00	AQUAGIS manutenção	180.000,00	AQUAGIS manutenção	180.000,00	AQUAGIS manutenção	180.000,00
LAMON	112.200,00	CAV <sup>1</sup> varredura 1,5 ano	2.199.487,50	CAV <sup>1</sup> manutenção	498.750,00	CAV <sup>1</sup> manutenção	498.750,00	CAV <sup>1</sup> manutenção	498.750,00
casa do operador	75.000,00	telemetria telefonia celular	848.880,00	telemetria telefonia celular	848.880,00	telemetria telefonia celular	848.880,00	telemetria telefonia celular	848.880,00
cx manobra c VRP	871.374,20	equipe 15 pessoas	720.000,00	equipe 15 pessoas	720.000,00	equipe 15 pessoas	720.000,00	equipe 15 pessoas	720.000,00
cx manobra s VRP	1.570.232,14	reparos <sup>2</sup>	1.500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção	500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção	500.000,00	reparos <sup>2</sup> manutenção	500.000,00
cx manobra favela	346.636,52	variados <sup>2</sup>	500.000,00	variados <sup>2</sup>	500.000,00	variados <sup>2</sup>	500.000,00	variados <sup>2</sup>	500.000,00
MLOG 12 kit's	2.460.000,00			MLOG 12 kit's	2.460.000,00	MLOG 11 kit's	2.255.000,00		
carros (1)	40.000,00			carros (1)	40.000,00				
gasolina	10.000,00	gasolina	10.000,00	gasolina	20.000,00	gasolina	40.000,00	gasolina	40.000,00
cap's <sup>2</sup>	2.000.000,00								
laboratório móvel	120.000,00								
<b>total R\$</b>	<b>7.885.442,86</b>	<b>total R\$</b>	<b>5.958.367,50</b>	<b>total R\$</b>	<b>5.767.630,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>5.542.630,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.287.630,00</b>
submedição <sup>3</sup>	3.500.000,00	submedição <sup>3</sup>	3.500.000,00	submedição manutenção	3.500.000,00	submedição manutenção	3.500.000,00	submedição manutenção	3.500.000,00
gestão comercial <sup>2</sup>	280.000,00	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00	gestão comercial <sup>2</sup>	180.000,00
<b>total R\$</b>	<b>3.780.000,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>total R\$</b>	<b>3.680.000,00</b>
<b>TOTAL R\$</b>	<b>11.665.442,86</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>9.638.367,50</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>9.447.630,00</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>9.222.630,00</b>	<b>TOTAL R\$</b>	<b>6.967.630,00</b>
CAV <sup>1</sup> - controle ativo de vazamentos									
estimativas									
<sup>3</sup> estimativa baseada na consideração da substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.498 ligações em cinco anos considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm Qn 3,5 m <sup>3</sup> /h									
<b>META 05 - diferença entre o custo da água não faturada do Cenário Base pelo custo da água não faturada com</b>									
<b>60% nas reduções de perdas reais e aparentes - Cenário 05, obtive-se o valor de R\$ 39.183.058,00 como ganho anual.</b>									
<b>pay-back</b>	<b>meses</b>	<b>4</b>	<b>meses</b>	<b>3</b>	<b>meses</b>	<b>3</b>	<b>meses</b>	<b>3</b>	<b>meses</b>

Quadro 5.14 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 05 - Cenário 05 – Redução de Perdas (RAP) de 60% e payback



Programa de Controle e Redução de Perdas - Estimativa Orçamentária Resumo - considerando atingir a meta de redução de perdas reais e aparentes de 70 % META 06 - Cenário 06					
	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano
	Obras/Instalação/Aquisição	Implantação/Manutenção/ano	Manutenção/ano	Manutenção/ano	Manutenção/ano
Perdas Reais	AQUAGIS	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção	AQUAGIS manutenção
	LAMON	CAV <sup>1</sup> varredura 1,5 ano	CAV* manutenção	CAV* manutenção	CAV* manutenção
	casa do operador	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular	telemetria telefonia celular
	cx manobra c VRRP	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas	equipe 15 pessoas
	cx manobra s VRRP	reparos <sup>2</sup>	reparos <sup>2</sup> manutenção	reparos <sup>2</sup> manutenção	reparos <sup>2</sup> manutenção
	cx manobra favela	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>	variados <sup>2</sup>
	MLOG 12 kit's		MLOG 12 kit's	MLOG 11 kit's	
	carros (1)		carros (1)		
	gasolina	gasolina	gasolina	gasolina	gasolina
	cap's <sup>2</sup>				
laboratório móvel					
<b>total R\$</b>	<b>7.885.442,86</b>	<b>5.958.367,50</b>	<b>5.767.630,00</b>	<b>5.542.630,00</b>	<b>3.287.630,00</b>
Perdas Aparentes	submedição <sup>3</sup>	submedição <sup>3</sup>	submedição manutenção	submedição manutenção	submedição manutenção
	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>	gestão comercial <sup>2</sup>
	<b>total R\$</b>	<b>3.780.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>	<b>3.680.000,00</b>
<b>custo anual</b>	<b>TOTAL R\$ 11.665.442,86</b>	<b>TOTAL R\$ 9.638.367,50</b>	<b>TOTAL R\$ 9.447.630,00</b>	<b>TOTAL R\$ 9.222.630,00</b>	<b>TOTAL R\$ 6.967.630,00</b>
	CAV <sup>1</sup> - controle ativo de vazamentos				
	<sup>2</sup> estimativas				
	<sup>3</sup> estimativa baseada na consideração da substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e instalação de hidrômetros em 13.498 ligações em cinco anos				
	considerou-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm em 3,5 m <sup>3</sup> /h				
<b>META 06</b> - diferença entre o custo da água não faturada do Cenário Base pelo custo da água não faturada com					
<b>70% nas reduções de perdas reais e aparentes</b> - Cenário 06, obteve-se o valor de <b>R\$ 45.713.565,00</b> como ganho anual.					
<b>pay-back</b>	<b>meses 3</b>	<b>meses 3</b>	<b>meses 2</b>	<b>meses 2</b>	<b>meses 2</b>

Quadro 5.15 – Programa de Controle e Redução de Perdas – Estimativa Orçamentária – META 06 - Cenário 06 – Redução de Perdas (RAp) de 70% e payback



Com os valores de *payback* obtidos observa-se que a condição mais desfavorável do ponto de vista econômico – financeiro é o Cenário 01, que mesmo com uma redução de perdas reais e aparentes na ordem de 20% o programa de controle e redução de perdas se mostra sustentável. A Figura 5.41 demonstra de forma gráfica os *paybacks* anuais obtidos por cenário.

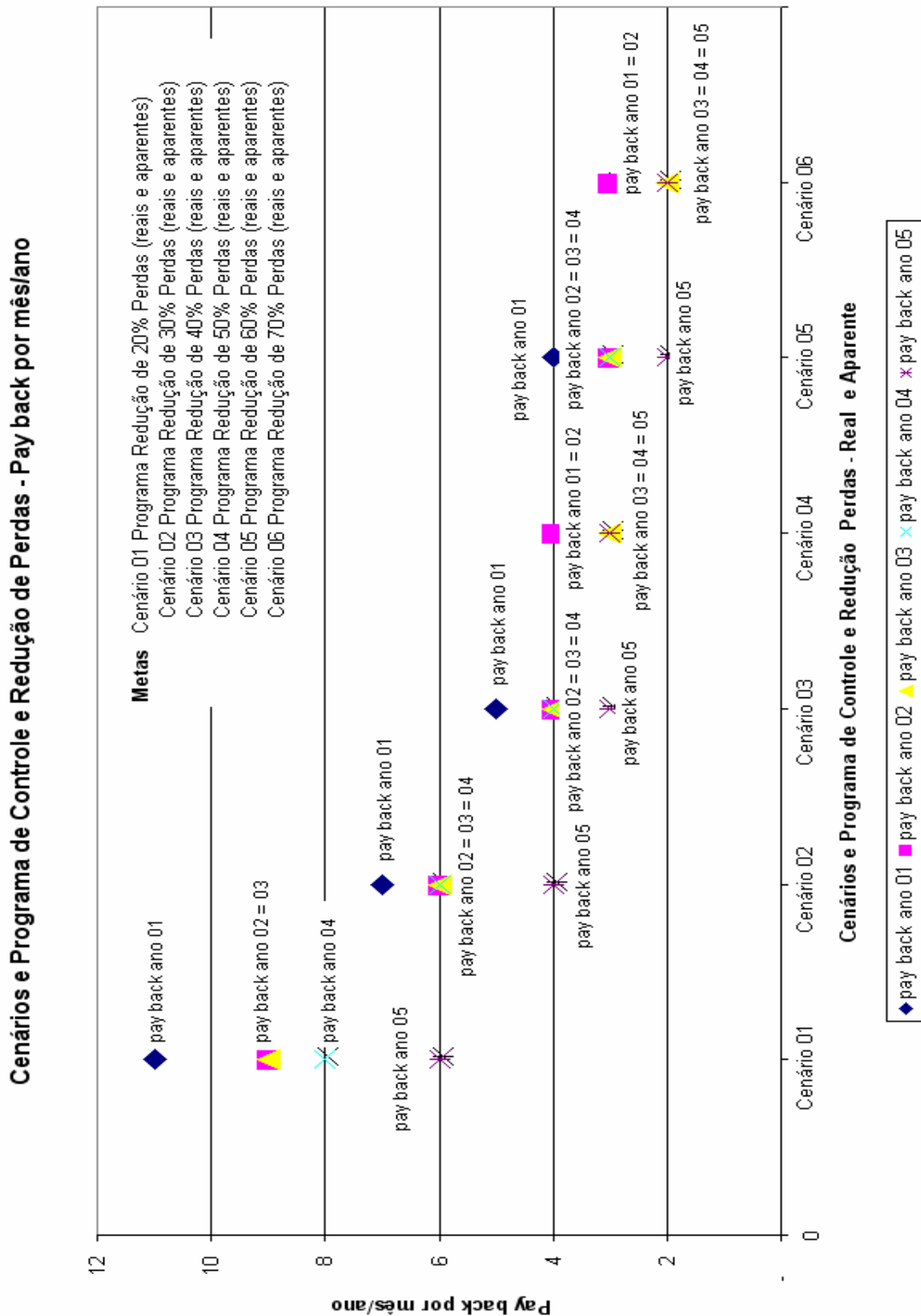


Figura 5.41 – Cenários e Programa de Controle e Redução de Perdas – *Paybacks* por mês/ano

## 5. 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se fazer uma comparação entre um prestador que não imprime um programa de perdas (principalmente referente a perdas reais), como a CEDAE, e outros que definem estratégias para o controle de perdas.

Os prestadores de serviço, as companhias estaduais de São Paulo – SABESP, do Distrito Federal – CAESB, do Paraná – SANEPAR, do Espírito Santo – CESAN e de Minas Gerais – COPASA, têm aplicado as premissas da IWA na gestão de perdas.

Os indicadores obtidos no estudo do Cenário Base – Baixada de Jacarepaguá apresentam valores de:

- índice de água não faturada de 46%;
- perda aparente 26% (do volume consumido autorizado faturado);
- volume de uso social (favela) 18% (do volume consumido autorizado: faturado + não faturado);
- perda real 60% (do volume perdido);
- perda aparente 40% (do volume perdido);
- submedição 20 % (do volume consumido autorizado faturado);
- fraudes, ligações clandestinas e gestão comercial 6% (do volume consumido autorizado faturado); no caso, aplicou-se 3% do volume de água de entrada no sistema;

Os indicadores de perda total de 1.404 l/lig.dia e a perda real no valor de 840 l/lig.dia indicam uma situação de perdas excessivas. Assim como o valor de IVI de 23, considerando a pressão média na área no valor de 26 mca, obteve-se PRAC = 840 l/lig.dia e PRAI = 36 l/lig.dia. Segundo a AWWA (2009) e em consonância com as premissas da IWA, um valor de IVI maior que 8,0, indica uma utilização ineficaz da água como recurso.

Para efeito de comparação, segundo valores atuais obtidos nas Regiões Metropolitanas (SABESPd, 2009; CAESB, 2009; SANEPAR, 2009) indicam:

- RM de São Paulo IVI = 7; PRAC = 280 l/lig.dia; PRAI = 40 l/lig.dia
- Distrito Federal perda total = 379 l/lig.dia; IVI = 5,9; pressão méd = 38

- mca;
- perda real 62% (do volume perdido),
- perda aparente 38% (do volume perdido);
- submedição 14 % (do volume consumido);
- fraudes e ligações clandestinas 2% (do volume consumido)
- RM de Curitiba    perda de faturamento = 31%; perda total = 374 l/lig.dia;
- IVI = 5,6; PRAI = 33,2 l/lig.dia;
- perda real 50% (do volume perdido),
- perda aparente 50% (do volume perdido);

Outros valores de perdas nos municípios – Figura 3.66 (SNIS, 2007):

- Rio de Janeiro – CEDAE    = 1.615 l/lig.dia
- São Paulo – SABESP        = 468 l/lig.dia
- Vitória – CESAN            = 596 l/lig.dia
- Belo Horizonte – COPASA = 256 l/lig.dia
- Curitiba – SANEPAR        = 241 l/lig.dia
- Brasília – CAESB           = 385 l/lig.dia

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A preocupação com o controle e a redução de perdas em sistemas de abastecimento de água tem sido assunto recorrente no processo operacional e de gestão dos prestadores de serviços de água. Apresentando um caráter de inter-setorialidade na empresa – permeando todos os setores, o controle de perdas depende, na grande maioria das vezes, de uma política demandada pela diretoria ou presidência da empresa.

O presente trabalho analisou a viabilidade e a sustentabilidade técnico-econômica-financeira de um programa de controle e redução de perdas na Baixada de Jacarepaguá, área do município do Rio de Janeiro, através de simulação de seis cenários hipotéticos de eficiência na redução de perdas, e na identificação de tempo de retorno do investimento – *payback*, na proposição de um programa de controle e redução de perdas. No estudo foram aplicadas as premissas da metodologia IWA, parâmetros relatados na literatura e obtidos através da experiência de outros prestadores. A gestão do controle e redução de perdas visa contribuir na eficiência do sistema de abastecimento, principalmente, no sistema de distribuição. Visa também contribuir, no processo de universalização do atendimento em outras áreas do Sistema Produtor Guandu, a partir do momento em que se confirme o sucesso na obtenção de eficiência nas reduções de perdas na Baixada de Jacarepaguá propostas nos Cenários e Metas - de 01 a 06. Desta forma, o prestador obteria 'ganhos' de oferta para seu sistema produtor proporcionando água tratada para outras áreas. Tais atividades contribuem para a sustentabilidade ambiental, visto do aspecto de recursos hídricos, assim como na sustentabilidade econômica e social do programa e para a própria empresa.

O último estudo de setorização para a Baixada de Jacarepaguá, realizado pela CEDAE, com a previsão da implantação de nove reservatórios e rede de distribuição foi utilizado como base de trabalho.

De forma simplificada e, para a análise do *payback*, a área de estudo foi considerada contemplando os nove sistemas de reservação em um único programa de controle e redução de perdas.

Os cenários contemplam valores recuperáveis em volumes de reduções de perdas - reais e aparentes nos valores percentuais de 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70%, respectivamente.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, tendo como referência a literatura e a experiência de prestadores, que reportam valores de redução em volume de perdas reais da ordem de 63% (vazamentos não-visíveis, detectáveis 50% e visíveis 13%) na RM de São Paulo (SABESPd, 2009), de 60% (reais e aparentes) (SNIS, 2007) e de 50% pelo SAAE de Volta Redonda. Assim, considera-se que o Cenário 04 (admitindo-se que 50% das perdas reais e aparentes são recuperáveis, indicando um valor anual de R\$ 32.652.549,00), venha a traduzir esta realidade. O *payback* anual do Cenário 04 foi de 4 meses no primeiro e segundo anos e de 3 meses no terceiro, quarto e quinto anos.

O *payback* anual menos favorável foi referente à Meta 01 (admitindo-se que 20% das perdas reais e aparentes são recuperáveis, indicando um valor anual de R\$ 13.061.019,00) - 11 meses no primeiro ano, 9 meses no segundo e terceiros anos, 8 meses no quarto ano e de seis meses no quinto ano, e que mesmo com uma redução de apenas 20%, se mostra econômico-financeiramente sustentável para os cinco anos de programa. O *payback* anual mais favorável foi o referente à Meta 06 (admitindo-se que 70% das perdas reais e aparentes são recuperáveis, indicando um valor anual de R\$ 45.713.568,00) – 3 meses no primeiro e segundo anos, 2 meses no terceiro, quarto e quinto anos.

O estudo sugere que os investimentos para a metodologia do programa proposta venham a ser pagos com a economia proveniente da redução do desperdício da água. O programa foi definido com ações e intervenções para um prazo de cinco anos.

A metodologia do estudo realizado e preconizada pela IWA, se mostrou viável de ser aplicada. É um passo inicial para o reconhecimento dos indicadores básico (%) e (l/lig.dia) e avançado (IVI). O Balanço Hídrico traduz de forma adequada, mesmo sem a realização de ensaios em campo, um patamar de partida para a definição de metas e na identificação de tempo de retorno de investimento – *paybacks*, na proposição de um programa de controle e redução de perdas.

Os indicadores obtidos no estudo do Cenário Base apresentam valores de:

- índice de água não faturada de 46%;
- perda aparente 26% (do volume consumido autorizado faturado);
- volume de uso social (favela) 18% (do volume consumido autorizado: faturado + não faturado);
- perda real 60% (do volume perdido);
- perda aparente 40% (do volume perdido);
- submedição 20 % (do volume consumido autorizado faturado);
- fraudes, ligações clandestinas e gestão comercial 6% (do volume consumido autorizado faturado); no caso, aplicou-se 3% do volume de água de entrada no sistema;

Os indicadores de perda total de 1.404 l/lig.dia e a perda real no valor de 840 l/lig.dia indicam uma situação de perdas excessivas. Assim como o valor de IVI de 23, considerando a pressão média na área no valor de 26 mca, obteve-se PRAC = 840 l/lig.dia e PRAI = 36 l/lig.dia. Segundo a AWWA (2009) e em consonância com as premissas da IWA, um valor de IVI maior que 8,0, indica uma utilização ineficaz da água como recurso.

O assunto perdas reais – técnicas e componentes deve as primeiras contribuições aos ingleses, que apresentam o conceito da definição das zonas de medição de controle como a forma mais racional e objetiva para o seu monitoramento e controle. Em sistemas de maior porte, é fundamental sua divisão em setores de abastecimento menores, que viabilizem uma gestão eficaz de sua operação. Por conseguinte, as ZMC's também se encontram como a melhor abordagem para o gerenciamento das perdas aparentes. O controle e redução de pressões excessivas podem ser obtidos através da instalação de VRP's - caso realmente seja necessário. No estudo, das 43 ZMC's propostas, em 18 ZMC's foram identificadas a possibilidade de aplicação e implantação de VRP's. É um tipo de tecnologia e procedimento aplicado com comprovado e significativo sucesso internacional. Está clara a implicação de pressões altas com a ocorrência de vazamentos. Todavia, a necessidade da busca de redução de perdas através do controle de pressões identificada nos países europeus, da América do Norte e Japão vêm em decorrência dos sistemas existentes – que são por alimentação direta, onde a presença de valores muito altos de pressão é uma constante.

As técnicas na gestão de perdas também têm sido aplicadas e consagradas em regiões fora da Europa e América do Norte. Resultados mais recentes em países africanos, asiáticos e na própria América Latina - incluso o Brasil demonstram sucesso na aplicação da metodologia da IWA. Isto, na consideração que, anteriormente, os dados e resultados eram predominantemente oriundos da Inglaterra e de países europeus, onde a maioria dos sistemas apresenta alimentação direta, que se caracteriza por outro perfil operacional de prestador. Uma análise histórica indica que, até a consolidação de resultados mais satisfatórios no processo de seleção de indicadores de desempenho aplicados a perdas pela IWA, levaram-se alguns anos. Teoricamente, os conceitos são de fácil compreensão, porém, como tudo em saneamento, a conceituação prevalece, principalmente embasada por boas práticas e bom senso. Cada caso é um caso, devendo-se melhor investigar as peculiaridades locais e do prestador. Conforme a disponibilidade dos dados e possibilidade de aproximação ao problema, estratégias podem ser definidas e tipos de abordagem podem ser planejados. A metodologia da IWA é universal, contudo alguns aspectos são diferenciados e pertinentes a uma avaliação local.

Pela ótica empresarial, identificam-se as técnicas e procedimentos de planejamento estratégico, gestão da qualidade e ambiental. Dados devem ser coletados, indicadores de desempenho gerados, e leituras comparativas realizadas em projetos de *benchmarking*. Ajustes e correções nas técnicas e procedimentos devem ser procedidos para o alcance de metas de redução das perdas com a aplicação do Ciclo PDCA. Um maior foco no consumidor e no patrimônio referente à infra-estrutura como bem público deve ser impresso pelo prestador de serviço de abastecimento de água. Controle e redução de perdas dependem, fundamentalmente, de uma gestão integrada dos serviços.

Pela ótica ambiental e de recursos hídricos, a água captada atende a uma demanda existente. O crescimento populacional e o comportamento no consumo geram e estabelecem um fator de pressão à capacidade de oferta do manancial. O controle de desperdícios de água no consumo proporciona uma gestão por demanda. O controle de perdas reais no sistema de abastecimento de água favorece uma gestão racional e sustentada.

As novas Normas Série ISO 24500, com diretrizes e orientações sobre as atividades relativas aos serviços de abastecimento de água, não possuem

responsabilidades gestoras, todavia podem vir a colaborar no entendimento das boas práticas de gestão dos prestadores de serviços de saneamento, preenchendo uma necessidade de melhor atendimento ao consumidor.

Vislumbrando a obtenção de bons resultados na gestão de perdas no Rio de Janeiro, a atuação da agência reguladora seria o instrumento de maior valorização e de melhor incentivo ao processo de controle e redução de perdas. O monitoramento do desempenho do prestador de serviço e de boas práticas traria um maior atendimento nas demais dimensões - ambiental e social e não somente a econômica. Em consonância com a Lei 11.445/07, a relevância da regulação, apresenta a expectativa em maximizar a qualidade dos serviços e incentivar novos investimentos com vistas à modernização e garantir a universalização do setor, favorecer a adoção de gestão profissional, coibir tarifas excessivas pelos serviços prestados, desvincular a interferência política no setor independentemente do ciclo eleitoral. Sendo o governo do estado do Rio de Janeiro o atual titular da prestação dos serviços de saneamento básico, cabe ao mesmo a definição da agência reguladora. A existência da agência reguladora estadual do Rio de Janeiro, a AGENERSA, poderia auxiliar no processo de monitoramento de perdas.

. Face ao contingente significativo e identificado no estudo de caso 18% do volume consumido autorizado: faturado + não faturado, referente à demanda da população carente/favela, tal volume anual deve ser considerado como um dos componentes do consumo autorizado não-faturado na elaboração de Balanços Hídricos em áreas do Rio de Janeiro, de forma isolada. Sem dúvida, se torna imprescindível a medição permanente da demanda da população carente/favela através da instalação de medidores localizados nos pontos de alimentação a tais comunidades. Somente desta forma obter-se-á o monitoramento dos componentes de consumo permitindo efetuar de forma satisfatória o programa de controle de perdas. A utilização do SIG ArcView alimentado pelos dados dos setores censitários do IBGE é uma ferramenta de grande valia na quantificação e localização das comunidades carentes/favelas.

Sem dúvida, encontra-se atualmente uma relação dualista com o uso da água - a universalização do atendimento e, ao mesmo tempo, promover a sustentabilidade dos recursos hídricos. Dois elementos de pressão ao prestador de serviços. Dentro deste contexto, releva-se a questão da conservação da água, especificamente gestão de perdas, como significativa e necessária ao prestador.



Outro aspecto identificado em relação a população carente/favelas, é que a questão da habitação, ou melhor, do desenvolvimento urbano, precede na problemática da universalização dos serviços de saneamento básico, devendo assumir suas responsabilidades. Uma política de desenvolvimento urbano com planejamento habitacional promovendo a universalização do acesso à moradia, deve ser o objeto de meta do governo – federal, estadual ou municipal, visto que saneamento básico e equipamentos de infra-estrutura são medidas visando atender condições saudáveis e de salubridade. Sendo assim, para a obtenção exitosa da universalização dos serviços de saneamento básico – segundo o princípio da Lei 11.445/07, projetos e ações para a área de desenvolvimento urbano devem preceder e estar interligados ao de saneamento básico. Outro aspecto, vislumbrado na Lei de Saneamento, diz respeito aos Fundos de Universalização.

A eficiência, outro dos princípios da Lei 11.445/07, tem grande importância para maximizar os resultados de desempenho. Aplicada ao uso racional da água, um recurso natural nobre, essencial e cada dia mais escasso, colabora para a dinâmica de crescimento das cidades. Como indicador de desempenho, ressalta-se a importância da atuação do grupo de pesquisa da IWA que vêm atuando à frente dos trabalhos sobre indicadores de perdas.

O setor de saneamento, no âmbito federal, tem apresentado ações referentes à questão de controle de perdas nas últimas décadas, através da formulação de programas e eventos, tendo privilegiado as companhias estaduais de saneamento, sobretudo pela sua capacidade técnica e organizacional. É fato que, no país, ainda são poucos os prestadores que institucionalizaram o Balanço Hídrico como ferramenta para o gerenciamento das perdas. Com este foco, seria extremamente adequado, que o SNIS incorporasse os indicadores de perdas reais por ligação, o de perdas aparentes por percentagem do consumo autorizado, assim como o IVI. Neste aspecto, a Lei 11.445/07 institui o SINISA, que irá institucionalizar o atual sistema SNIS e, ao mesmo tempo, dando a ele maior envergadura em termos de abrangência e escopo.

Um fato observado até a data de fechamento desta tese, é que não foi lançado pelo SNIS, o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos de 2008 – ano de referência 2007. Vale salientar a relevância do trabalho realizado pelo SNIS para o setor de saneamento.

As dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho dizem respeito à não obtenção de alguns dados do prestador de serviços, especificamente, de medições de pressão na área de estudo, e de uma maior aproximação à equipe de operação distrital - informações operacionais e de manutenção do sistema. Estas últimas informações, referentes a localização e peculiaridades das ocorrências de vazamentos e manutenções na rede e ligações, proporcionariam uma base para estudos de gestão da infra-estrutura.

Assim, medições em campo de pressões devem ser realizadas visando aferir o IVI calculado e a determinação do Nível Econômico de Perdas. Investigar com mais profundidade o assunto sobre reabilitação (gestão) de infra-estruturas (quarto componente da gestão de perdas - IWA), identificando uma abordagem para a Baixada de Jacarepaguá.

Em continuidade ao trabalho realizado na Baixada de Jacarepaguá - Jacarepaguá, Barra e Recreio, outras análises, com a aplicação da metodologia da IWA, podem ser realizadas nas demais áreas do Sistema Produtor Guandu, com a seguinte sugestão: Ilha do Governador e Fundão; Centro, Flamengo, Catete, Laranjeiras, Urca e Botafogo; Zona Sul, Lagoa e Gávea; São Cristóvão, Maracanã, Tijuca, Méier, Grajaú e Alto da Boa Vista; Leopoldina; Acari, Engenho de Dentro, Anchieta, Vila Militar, Bangu e Senador Camará; Campo Grande e Santa Cruz; Baixada Fluminense; Itaguaí, Seropédica e Paracambi.

A Ilha do Governador, pela sua configuração geográfica, que estabelece limites no sistema de abastecimento de forma natural, seria uma área possível de estudo de forma imediata e tecnicamente viável para a aplicação da metodologia IWA, cenários e metas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICALIL M. T.. A Natureza Econômica dos Serviços de Abastecimento de Água e esgotamento Sanitário. Curso de Gestão Urbana e de Cidades. Belo Horizonte. EG/FJP, WBI, PBH, ESAF, IPEA, 2000.

ADASA. **Agência Reguladora: instrumento de modernização do Estado**. Agencia Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Paulo César Ávila. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br>. Acesso em: setembro de 2009.

ADERASA. **Evaluación de desempeño**. Asociacion de Entes Reguladores de Água Potable y Saneamiento de las Americas. Alejo Molinari, Coordenador do GRTBmk. Apresentação evento em São Paulo, ARSESP, 2007. Disponível em: <http://www.aderasa.org>. Acesso em: setembro de 2009

AEA. **Panorama da utilização da água na Europa**. Agência Européia do Ambiente (ou EEA). Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/pt/pressroom/newsreleases/seca-e-sobreutilizacao-de-agua-na-europa>. Acesso em: outubro de 2009.

AEA. **Recursos hídricos na Europa: uma utilização sustentável? Situação, perspectivas e questões**. Agência Européia do Ambiente, 2000. Disponível em: [http://www.eea.europa.eu/pt/publications/water\\_assmnt07](http://www.eea.europa.eu/pt/publications/water_assmnt07). Acesso em: setembro de 2009.

AFONSO, C. M.. Sustentabilidade: caminho ou Utopia? Editora Annablume, São Paulo, 2006.

AIDIS. O desafio do combate às perdas – A visão institucional. *Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Carlos Alberto Rosito, Presidente da AIDIS. Apresentação realizada no **Seminário Encontro das Águas**. Rio de Janeiro, abril de 2009.

ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J. M.; PARENA, R.. **Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água**. IWA, IRAR, LNEC. Lisboa, Portugal, 2004.

\_\_\_\_\_; COELHO, S. T.; ALMEIDA, M. C.; VIEIRA, P.. **Controlo de Perdas de Água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição** IRAR, INAG, LNEC. Lisboa, Portugal, 2005.

\_\_\_\_\_; SILVA, C.; ROSA, M. J.; VIEIRA, P.. **Indicadores de Desempenho para ETA – Teste e Validação de um Caso de Estudo**. 13º Encontro Nacional de Saneamento Básico, Covilhã, outubro de 2008. Disponível em: [http://www-ext.lnec.pt/LNEC/bibliografia/DHA/10\\_Vieira\\_et\\_al\\_2008\\_ENaSB\\_art\\_089\\_ADG.pdf](http://www-ext.lnec.pt/LNEC/bibliografia/DHA/10_Vieira_et_al_2008_ENaSB_art_089_ADG.pdf). Acesso em: setembro de 2009.

ALMEIDA JR., J. M. G. A.. **Um Novo Paradigma de Desenvolvimento Sustentável**. Consultoria Legislativa. Câmara dos Deputados Brasília – DF. Setembro, 2000. Disponível em: [http://www.asfagro.org.br/sitet/trabalhos\\_tecnicos/agricultura\\_e\\_desenvolvimento\\_sustentavel/artigo22.pdf](http://www.asfagro.org.br/sitet/trabalhos_tecnicos/agricultura_e_desenvolvimento_sustentavel/artigo22.pdf). Acesso em: agosto de 2009.

ALTAFIN, I. G.. **Abordagem de Avaliação da Sustentabilidade dos Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário, Aplicada ao Distrito Federal**. Tese de doutorado. COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008.

ANA. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim - PERH**. RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO – FINAL. GDU-30-0003 RE. Agência Nacional de Águas, 2006.

AQUALIBRE (2004). LIEMBERGER R. e MCKENZIE, R. 'Aqualibre: A New Innovative Water Balance Software' IWA & AWWA Conference on Efficient Management of Urban Water Supply, 2003.

ARIKAWA, K. C. O.. **Perdas Reais em Sistemas de Distribuição de água- proposta de metodologia para Avaliação de Perdas reais de Definição das Ações de Controle**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. USP, São Paulo, SP, Brasil, 2005.

ASEAC. **COMPERJ, O desafio de atender a demanda da Petrobrás**. Jornal da ASEAC. Informativo da Associação dos Empregados de Nível Universitário da CEDAE. Ano XIII Janeiro, 2008.

AWWA. **Water Audits and Loss Control Programs, Manual of Water Supply Practices, M36**. 3 ed. Denver, American Water Works Association, USA, 2009.

BANERJEE, S. B. **Who Sustains Whose Development? Sustainable Development and the Reinvention of Nature**. Organization Studies. European Group for Organizational Studies. 2003. Disponível em: <http://oss.sagepub.com>. Acesso em: janeiro, 2010.

BELLEN, H. M.. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. 1 ed. Rio de Janeiro. Editora FGV, 2005.

BENCHLEAK (2000). **'Development of a simple and pragmatic approach to benchmark real losses in potable water distribution systems in South Africa': BENCHLEAK Report TT159/01**. MCKENZIE, R. e LAMBERT A.; South African Water Research Commission, 2002.

BENCHLOSS (2000). **'Benchmark of Water Losses in Australia': BENCHLOSS User Guide'**. MCKENZIE, R. e LAMBERT A. Water Services Association of Australia, 2000.

BENCHLOSS NZ (2002). **'Benchmarking of Water Losses in New Zealand'**. MCKENZIE, R. e LAMBERT A. New Zealand Water & Wastes Association, 2002.

BERG, C.. "IBNET: A tool to improve utilities performance". **IWA Conference on Benchmarking**. 2006. Disponível em: [http://www.ib-net.org/en/texts.php?folder\\_id=138&mat\\_id=114&L=&S=&ss=](http://www.ib-net.org/en/texts.php?folder_id=138&mat_id=114&L=&S=&ss=). Acesso em: novembro de 2008.

BIANCHINI A. – "O desafio do combate às perdas". Alexandre Bianchini. MASPP I - Método de Análise e Solução de Problemas de Perdas D' Água e de Faturamento, ref. eng. Mario Augusto Baggio. Águas de Niterói, **Seminário Encontro das Águas**. Rio de Janeiro, abril de 2009.

BOSSSEL, H.. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications**. A Report to the Balaton Group. International Institute for Sustainable Development - IISD, Winnipeg, Canadá, 1999.

BRITTO A. L. "Gestão de serviços de saneamento em áreas metropolitanas: as alternativas existentes diante da necessidade da universalização dos serviços e preservação da qualidade ambiental". **II Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – ANPPAS**. São Paulo, maio de 2004. Disponível em: [http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro2/GT/GT11/ana\\_britto.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT11/ana_britto.pdf). Acesso em janeiro de 2010.

CAESB. Dados obtidos com eng. Elton Gonçalves. Gerência de Controle e Redução de Perdas, em 2009.

CAMPOS, V. F. TQC - Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês). Qfco - Ufmg, 1994.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da Rotina de Trabalho do Dia-a-Dia. Indg, 2004.

CARRERA-FERNANDEZ, J. e GARRIDO, R. J.. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: Edufba, 2002.

CE. **Directiva 2000/60/CE**. COUNCIL OF EUROPE. Disponível em: [https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=231615&Site=COE#P115\\_11683](https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=231615&Site=COE#P115_11683). Acesso em: novembro 2009.

CEDAE. Companhia Estadual Águas e Esgotos - RJ. **Plano diretor de abastecimento de água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro; critérios para fixação da capacidade dos reservatórios de distribuição de água de abastecimento de cidades**. ENGEVIX, Rio de Janeiro, 1984.

CEDAE. Companhia Estadual Águas e Esgotos - RJ. Medições de vazões, ponto a montante e jusante da Favela do Rio das Pedras no período de 16 a 22 abril de 1998. Divisão de Medição, Serviço de Pitometria. 1998.

CEDAEa. Companhia Estadual Águas e Esgotos – RJ. **Serviços de Revisão do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Relativamente aos Municípios Atendidos pelos Sistemas Guandu, Ribeirão das Lajes e Acari.** CNEC, 2005.

CEDAEb. **Sistema Baixada de Jacarepaguá.** Desenho com traçado esquemático – apresentação dos diâmetros e reservatórios em CoreIDRAW, 2005.

CEDAEa. Site Companhia Estadual Águas e Esgotos. Disponível em <http://www.cedae.com.br/> Acesso em: junho de 2007.

CEDAEb. Estudo de Setorização Baixada de Jacarepaguá. Desenho: **Reforço ao Abastecimento de água para Jacarepaguá, Barra, Reunião e Vargem Grande – 1ª Etapa.** PL 100/2007. Outubro de 2007.

CEDAEc, Dados de medições de vazão e pressão. Localização dos medidores Caixa de Urucuia e Ayrton Senna. Gerência de Operação. Companhia Estadual Águas e Esgotos. 2007.

CEDAEed, Dados de volume faturado, ligações e economias ativas. Gerência de Arrecadação, Faturamento e Micromedição. Companhia Estadual Águas e Esgotos. 2007.

CEDAE. Companhia Estadual Águas e Esgotos. Guia do Usuário 2009. pág. 10. Outubro de 2008.

CEDAEa. Companhia Estadual Águas e Esgotos. Estrutura Tarifária de Agosto de 2009. Tarifa 1 – Área B (Zona Oeste) com ou sem cobrança de esgoto. Categoria: Domiciliar (conta mínima). <http://www.cedae.com.br/> Acesso em: agosto de 2009.

CEDAEb. Companhia Estadual Águas e Esgotos. Consulta sobre a aplicação da Taxa de Ocupação (TO) Domiciliar para habitação de baixa renda – tarifa social. Consulta telefônica em: agosto de 2009.

CNQA. Comitê Nacional da Qualidade da ABES. Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento - PNQS, “Seminário de Desenvolvimento de Gestores de Programas e projetos”. 2007. Disponível em: <http://www.pnqs.com.br/>. Acesso em: maio 2008.

COIMBRA, M. C. **Agencias Reguladoras**, 2000. Disponível em: <http://jusvi.com/artigos/1391>. Acesso em: agosto de 2009.

COSTA, André Monteiro. "Análise Histórica do Saneamento no Brasil", dissertação de mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, 1994.

CWCB. **Water Conservation Plan Development - Guidance Document**. Colorado Water Conservation Board. Office of Water Conservation and Drought Planning. 2005.

DAAE de Araraquara. Contato telefônico com eng. Rogério Lima – Gerente de Perdas. Aplicação e utilização do monitoramento de ruídos MLOG – fornecedor: LAMON. Contato realizado em outubro de 2009.

DALY, H.. **Sustentabilidade em um mundo lotado**. Revista Scientific American Brasil. edição 41, Outubro 2005.

Declaração sobre o meio ambiente humano. Disponível em <http://www.ufpa.br/npadc/gpeea/DocsEA/DeclaraAmbienteHumano.pdf>. Acesso em: novembro de 2009.

DOUROJEANNI, A. e JOURAVLEV, A.. **Crisis de Gobernabilidad en la Gestión del Agua: desafios que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del Programa 21**. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, 35. Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL, 2001.

EA. **What about desalination plants?** Environment Agency. Disponível em: <http://www.environment-agency.gov.uk/homeandleisure/drought/38567.aspx>. Acesso em 2007.

EA. **Questions and answers about drought**. Environment Agency. Disponível em: <http://www.environment-agency.gov.uk/homeandleisure/drought/31791.aspx>. Acesso em 2008.

EMBRAPA. **ISO 14000 – Gestão Ambiental**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: [http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/prod\\_int/iso\\_14000.html](http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/prod_int/iso_14000.html). Acesso em 2009.



EST. R. J. “**Convênio Sobre Saneamento**” - Termo de Reconhecimento Recíproco de Direitos e Obrigações que Entre Si Celebram o Estado do Rio de Janeiro, a Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) e o Município do Rio de Janeiro. fevereiro de 2007.

EU.            **Directiva**            **2000/60/CE.**            2000            Disponível            em:  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/agriculture/environment/l28002b\\_pt.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28002b_pt.htm).

Acesso em outubro 2009.

FAGANELLO, C. R. F.; FOLEGATTI, M.V.; GONÇALVES, R.A.B.; MEIRA, A. M. de. “**Fundamentos de Educação Ambiental e Efetivação do Princípio da Participação na Microbacia do Ribeirão dos Marins -Piracicaba/SP, como Ferramentas Orientadoras do Uso Racional da Água.**” Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Volume 16, 2006.

FANTOZZI, M.. **Analisi del livello di perdita degli acquedotti gestiti da IRISACQUA & azioni correttive per la loro riduzione.** *Soluzioni Innovative per Migliorare lè Performance dell'Industria dell'Acqua*, 2009.

FARLEY, M. and TROW, S.. **Losses in Water Distribution Networks. A Practitioner’s Guide to Assessment, Monitoring and Control.** 1 ed. London, IWA Publishing, 2003.

FARLEY, M.; WYETH, G.; GHAZALI, Z. B. Md.; Istandar A.; SINGH, S.. *The Manager’s Non-Revenue Water Handbook - A Guide to Understanding Water Losses.* Ranhill Utilities Berhad e United States Agency for International Development (USAID), 2008.

FASTCALC (2003). **FASTCALC: Water Balance and Pls software with 95% confidence limits.** Versões desenvolvidas a atender os dados da Austrália, Brasil, Canadá, Itália, Marrocos, Reino Unido e EUA. Para maiores detalhes contactar AOandJGLambert@aol.com.

FCM. **Developing Indicators and Benchmarks: A Best-Practice by The National Guide to Sustainable Municipal Infrastructure.** Federation of Canadian Municipalities. Canada. 2003.

GALVÃO JR, A. C.; SILVA, A. C. et al. **Regulação: Procedimentos de Fiscalização em Sistema de Abastecimento de Água**. ARCE – Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará. Fortaleza, 2006.

GALVÃO JR, A. C.; NISHIO, S. R.; BOUVIER, B. B.; TUROLLA F. A.. “Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico no Brasil”. **Revista de Administração Pública**. EBAPE/FGV. Jan/fev 2009.

GALVÃO JR, A. C., PAGANINI W. S.. “Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil”. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Jan/mar 2009.

GEO. **GEO Cidade de São Paulo: panorama do meio ambiente urbano/ SVMA/ IPT** – São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo/ /PNUMA, 2004.

GOMES, A. S.. “COM+ÁGUA Projeto Demonstrativo para o Gerenciamento Integrado das Perdas de Água e Uso Eficiente de Energia Elétrica em Operadoras de Sistemas de Abastecimento”, **Ministério das Cidades**, 2005. Disponível em: [http://www.snis.gov.br/Arquivos\\_PMSS/7\\_PUBLICACOES/7.6\\_Palestras/6com\\_agua/com+agua\\_snsa-pmss\\_27022007.pdf](http://www.snis.gov.br/Arquivos_PMSS/7_PUBLICACOES/7.6_Palestras/6com_agua/com+agua_snsa-pmss_27022007.pdf). Acesso em: março de 2008.

GONÇALVES, E.. **Metodologias para Controle de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água – Estudo de Casos da CAESB**. Dissertação de mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

GOV. BR. Governo Brasileiro. Portal Transparência e Controle Social. Disponível em: <http://www.portaltransparencia.gov.br/PortalTransparenciaParticipacaoControleSocial.asp>. Acesso em: abril de 2007.

GRANZIERA, M. L. M. “A cobrança pelo uso da água, Direito da Água”. Centro de Estudos Judiciários, Conselho da Justiça Federal. **Revista CEJ**, V. 4 n. 12 set./dez. 2000.

GRI. *Global Reporting Initiative* (2002). Disponível em: <http://www.institutoatkwvh.org.br>. Acesso em: abril de 2009.

GRI. *Global Reporting Initiative* (2006). Disponível em: [www.globalreporting.org](http://www.globalreporting.org). Acesso em: abril de 2009.

GWP. **Catalisando a Mudança: Um manual para desenvolver a gestão integrada de recursos hídricos (GIRH) e estratégias de uso eficiente da água**. Global Water Partnership, 2005. Disponível em [http://www.gwpforum.org/gwp/library/Catchange\\_Port.pdf](http://www.gwpforum.org/gwp/library/Catchange_Port.pdf). Acesso em janeiro de 2010.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. **Environmental Indicators: A Systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington, D.C.: World Resources Institute, 1995.

HSE, 2001. **A Guide to Measuring Health & Safety Performance**. Health & Safe Executive. December, 2001.

IBGE. Censo Demográfico de 2000. Arquivo Agregado por Setores Censitários dos Resultados de Universo, 2ª Edição. Rio de Janeiro, 2003. CD ROM Rio de Janeiro.

IBGEa. Censo Demográfico de 2000. Arquivo Agregado por Setores Censitários dos Resultados de Universo, 2ª Edição. Arquivo Descrição dos Setores – RJ, Descrição do Perímetro. Rio de Janeiro, 2003. CD ROM Rio de Janeiro.

IBNET. “IBNET toolkit”; **IBNET Water Benchmarking** v02. Disponível em <http://www.ib-net.org/index.php>. Acesso em setembro de 2009.

INAG. **Directiva Quadro Européia da Água**. Instituto da Água, 2009. Disponível em [http://www.senado.gov.br/web/comissoes/cma/ap/AP20090519\\_DQA\\_Borges.pdf](http://www.senado.gov.br/web/comissoes/cma/ap/AP20090519_DQA_Borges.pdf). Acesso em setembro de 2009.

INMETRO. **Responsabilidade Social, Futura ISO 26000**. Disponível em [http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade\\_social/iso26000.asp](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/iso26000.asp). Acesso em setembro de 2009.

IPEA. **Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em:

<http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/livros/estruturadinamica/Apresentacao.pdf>. Brasília, 2006. Acesso em setembro de 2008.

ISO. **COMMITTEE DRAFT ISO/CD 24510 - N 210; COMMITTEE DRAFT ISO/CD 24512 - N 212; COMMITTEE DRAFT ISO/CD 24511 - N 211.** 2005.

ISO. **Service activities relating to drinking water supply systems and wastewater systems and Sustainability.** ISO/TC/SC Chair Conference, 2008.

ISO. **ISO 14000 essentials.** Disponível em [http://www.iso.org/iso/iso\\_14000\\_essentials](http://www.iso.org/iso/iso_14000_essentials). Acesso em setembro de 2009.

ITONAGA, L. C. H.. **Estudo de Aplicação de Modelos de Rede de Água no Controle de Perdas em Casos Reais.** Dissertação de mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

KAMOGAWA, L.F.O. **Crescimento econômico, uso dos recursos naturais e degradação ambiental: uma aplicação do modelo EKC no Brasil.** Piracicaba, SP. ESALQ, Universidade de São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada).

KILLMANN, R.H.& KILLMANN, I. *Making organizations competitive: Enhancing networks and relationships across traditional boundaries.* San Francisco/Oxford, Jossey-Bass, 1991.

LAMBERT A. & HIRNER W. *“Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures”.* **The Blue Pages.** IWA – 2000.

LAMBERT, A.. (*What do we know about pressure: leakage relationships in distribution systems?* Proceedings of IWA Conference on System Approach to Leakage Control and Water Distribution Systems Management. 2001)

LANNA, A. E. L.; TAVARES, V. E. Q.; RIBEIRO, M. M. R..”*Valoração Monetária de Bens e Serviços Ambientais: Revisão do Estado-da-Arte sob a Ótica da Gestão das Águas”.* **Revista Brasileira de Recursos Hídricos RBRH**, vol 6, n.3, jul/set 1999.

LANNA, A. E.. “A inserção da gestão das águas na gestão ambiental”. **Interfaces da gestão de Recurso Hídrico. Desafios da lei de águas de 1997**. 1999.

LIEMBERGER, R. “Introduction to Water Loss Analysis and Reduction. Key Issues: Assessing and Reducing NRW”. **IWA World Water Congress and Exhibition**. Beijing, 2006.

LIEMBERGER, R. **Physical Loss Assessment Matrix**. Disponível em: [http://www.liemberger.cc/diverse\\_uploads/WBEasyCalc.xls](http://www.liemberger.cc/diverse_uploads/WBEasyCalc.xls) 2005. Acesso em: outubro de 2009.

LNEC. “EPANET 2.0 em Português Simulação hidráulica e de parâmetros de qualidade em sistemas de transporte e distribuição de água”. **Manual do Utilizador**. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LNEC - Lisboa, Março de 2002. Disponível em <http://www.dha.lnec.pt/nes/epanet>.

LNEC. “Indicadores de Desempenho de Serviços de Águas e de Águas Residuais”. **Seminário Sobre a Aplicação em Portugal e na União Européia das Directivas Incidentes no Ciclo Urbano da Água**. Rafaela Matos, LNEC, 2005.

LNEC. **Uso Eficiente da Água no Setor Urbano. Série Guias Técnicos – G8**. LNEC, INAG, IRAR. Portugal, 2006.

LNEC. Seminário “Actividade normativa nacional e europeia relevante para a qualidade das infra-estruturas de saneamento básico”. 2008. Disponível em [https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/172723/1/GAvSistAbAqua\\_SeminNormalizacao%20Slide%2045%20a%2066.pdf](https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/172723/1/GAvSistAbAqua_SeminNormalizacao%20Slide%2045%20a%2066.pdf). Acesso em março de 2009.

LONGO, R. M. J. “Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação”. **TEXTO PARA DISCUSSÃO NO 397. Coordenação de Qualidade e Produtividade da Diretoria de Política Social do IPEA**. IPEA, 1996.

LOTH, G. S.. “Sistema Nacional de Defesa da Concorrência”. Definições e apontamentos acerca do SBDC. Sistema Brasileiro de Defesa da Concorrência. Jun, 2002. Disponível em: <http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/761/Sistema-Nacional-de-Defesa-da-Concorrencia>. Acesso em: setembro de 2008.

LUZATTI T. *El Desarrollo Ecocompatible: la Actualidad de la Contribucion de Karl William Kapp - Los Precursores de la Economia Ecológica*. Ecologia Política. Editora: Icaria, Barcelona, 2005.

MAGALHÃES, M. T. Q. **Metodologia para Desenvolvimento de Sistemas de Indicadores: Uma Aplicação no Planejamento e Gestão da Política Nacional de Transportes**. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

MARANHÃO, N. **Sistema de Indicadores para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de bacias Hidrográficas**. Tese de doutorado, PEC/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MENDONÇA, R. A. O. *Gestão da Qualidade Total*. Notas de aula. 2001.

M. CIDADES. **Compêndio. Sistematização das metodologias empregadas**. Projeto COM + ÁGUA, 2008.

MIRANDA E. C. **Avaliação de perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas e Metodologias para a Análise de Confiabilidade**. Dissertação de mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

MIRANDA E. C. “Indicadores de Perdas de Água: o que de fato, eles indicam? I-207”; **22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES, 2003.

MOTTA, R. S.. **Economia Ambiental**. Utilização de Critérios Econômicos para a Valorização da Água no Brasil. 1 ed., Rio de Janeiro, FGV, 2006.

NIELSEN, J. T.; SACHET, M. A. C.; BONATO, A.. *Medição de Água – Estratégias e Experimentações*. SANEPAR, Curitiba, 2003.

OECD. **Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews, A synthesis report by the Group on the State of the Environment**. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris, OECD, 1993.

PARACAMPOS, F.. **Encontro Técnico sobre Redução e Controle de Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento de Água**, Salvador. PMSS/BIRD, 2002.

PENA. M. M.. **O saneamento na cidade do Rio de Janeiro: uma abordagem histórica e perspectivas..** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.

PMSS. **Diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei 11.445/2007)**  
Disponível em:  
[http://www.snis.gov.br/Arquivos\\_PMSS/7\\_PUBLICACOES/7.6\\_Palestras/1pnsa/pnsa\\_1\\_ei\\_11445\\_natal\\_08112007.pdf](http://www.snis.gov.br/Arquivos_PMSS/7_PUBLICACOES/7.6_Palestras/1pnsa/pnsa_1_ei_11445_natal_08112007.pdf). Acesso em: novembro de 2008.

PNCDA. **Documento Técnico de Apoio, DTA A1. Apresentação do Programa.** Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA. 1998.

PNCDA. **Documento Técnico de Apoio, DTA A5. Planos Regionais e Locais de Combate ao Desperdício de Água. Diretrizes.** Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA, 2004.

PNRH. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Bacia Atlântico Sudeste/LT\_RJ. Disponível em: <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/> Acesso em: novembro de 2009.

PNUD. **Coleção de Estudos Temáticos sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Sustentabilidade Ambiental: Objetivo 7: Garantir a Sustentabilidade Ambiental.** UnB/PUCMInas/PNUD/IDHS, 2004.

PRJ. “Tendências Demográficas do Município do Rio de Janeiro”. **Coleção Estudos da Cidade.** Ana Amélia Camarano; Solange Kanso; Kaizô Iwakami Beltrão; Sonoe Sugahara. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Urbanismo, Instituto Pereira Passos - IPP.  
[http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/arquivos/50\\_tendencias\\_demograficas\\_do\\_municipio\\_do\\_rio\\_de\\_janeiro.ZIP](http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/arquivos/50_tendencias_demograficas_do_municipio_do_rio_de_janeiro.ZIP) **Tabela 697** - Projeção da população, segundo as Regiões Administrativas - Hipótese 1 - 2001-2020. Projeção para os anos 2006 e 2007; ano base IBGE 2000. Março, 2004.

PRJ. Prefeitura do Rio de Janeiro. Armazém de Dados, Portal Geo. Disponível em: <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/> >>

<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/portalgeo/index.asp>. MOREI 2000. Acesso em 2007.

PRJa. Prefeitura do Rio de Janeiro. Armazém de Dados. PortalGeo. Disponível em: [http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bairros Cariocas/index\\_bairro.htm](http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bairros Cariocas/index_bairro.htm) Acesso em: outubro, 2008.

PRJb. Prefeitura do Rio de Janeiro. Instituto Pereira Passos – IPP. Armazém de Dados/Cadastro SABREN - Informações Favela Rio das Pedras. Contato e consulta arq. Adriana Vial. Setembro, 2008.

PRO-REG. **Programa de Fortalecimento da Capacidade Institucional para Gestão em Regulação**. Disponível em: <http://www.regulacao.gov.br/> Acesso em : novembro de 2009.

REAGUA. **Edital do Programa REÁGUA – Programa Estadual de Apoio à Recuperação das Águas**. Secretaria de Estado de Saneamento e Energia de São Paulo. São Paulo, novembro de 2008.

REIS, L. F. R.; SILVA, F. G. B.; KEPLER, A. *et al.* Modelo de Calibração de Rede de Distribuição de Água Considerando Fugas: Estudo de Caso do Setor Real Monte Carlo. **XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2003. Disponível em: [http://www.bwd.com.br/geasd/fotos/gea\\_publicacoes16.pdf](http://www.bwd.com.br/geasd/fotos/gea_publicacoes16.pdf). Acesso em: setembro de 2007.

REPORT 26. *Leakage Control Policy and Practice*, Standing Technical Committee Report 26, Technical Group on Waste Water (1985 [1980]), 1985.

REVISTA ÁGUA. “Gestão e Sustentabilidade”. Revista Água. Edição 9, 2009.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Leo. "O Saneamento no Brasil - Políticas e Interfaces", Escola de Engenharia da UFMG - Editora UFMG (2002).

RGSA. Análise de Relatórios de Sustentabilidade, com ênfase na GRI: Comparação entre Empresas do Setor de Papel e Celulose dos EUA e Brasil. Revista de Gestão Social e Ambiental. V.1, N.1. [WWW.rgsa.com.br](http://WWW.rgsa.com.br). Jan-abr 2007.



RIBEIRO, M. M. R.; GUEDES, M. J. F.. “Avaliação de Alternativas de Gerenciamento da Demanda Urbana de Água na Escala de um Bairro”. **Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande**, PIBIC/CNPq/UFCG, 2004.

RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. C. L.. “Gestão de Recursos Hídricos”. Notas de aula. Universidade Federal de Campina Grande, 2006 Disponível em <http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/GestaoRH>. Acesso em: outubro de 2009.

ROGERS, P.; RADHIKA, S.; BHATIA R.. **Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability**. Water Policy 4. Elsevier, 2002.

RUTHERFORD, I.. *Use of models to link indicators of Sustainable Development*. In: MOLDAN, B. BILHARZ, S. (eds.) Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons, 1997. Disponível em: <http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope58/box1e.html>. Acesso em: setembro de 2009.

SABESP. “Especificação e Inspeção de Materiais para Rede de Distribuição”, Américo de Oliveira Sampaio. **Seminário Internacional de Eficiência Operacional em Sistemas de Águas**. SABESP, São Paulo, 2006.

SABESP. **Relatório de Sustentabilidade 2007**. SABESP, São Paulo, 2007. Disponível em: [www.sabesp.com.br/sustentabilidade2007](http://www.sabesp.com.br/sustentabilidade2007). Acesso em: abril de 2009.

SABESPa. “Controle e Redução de Perdas”. Paulo Massato. **Seminário Encontro das Águas**. Rio de Janeiro, abril de 2009.

SABESPB. “Programa de Redução de Perdas de Água e Eficiência Energética”. Cecília Hasegawa. **I Encontro Técnico da Baixada Santista**. SABESP, Santos, 2009.

SABESPC. “Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água”. Jairo Tardelli Filho. **CONASA BRASIL**. SABESP, São Paulo, 2009.

SABESPd. Programa de Controle de Perdas da SABESP. Informações obtida via email. Engenheiro Jairo Tardelli Filho, Gerente de Departamento MPI, Superintendência de Planejamento e Apoio da Metropolitana. SABESP, São Paulo, 2009.

SACHS, I.. Caminhos para o desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, Editora Garamond, 2002.

SANEAS. “Controle e Redução de Perdas”. **Revista SANEAS** - Associação dos Engenheiros da SABESP. Nº 27, setembro/outubro 2007.

SANEPAR. Dados obtidos com os eng. Kazushi Shimizu e eng. Marcelo Depexe. Gerência de Controle e Redução de Perdas, em 2009.

SEGNSTAM, L. **Indicators of Environmental and Sustainable Development: Theories and Practical Experiences**. World Bank, Washington DC. 2002.

SILVA, S. S.. **Indicadores para a Gestão e Regulação dos Serviços Públicos de Infraestrutura**. ARCE - Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará, Ceará, 2009.

SILVA, S. S.; BOTELHO, D. O.; LEITE, E. T.; LOURENÇO, C. D S. “Influência de Diferentes Perspectivas Ambientais sobre a Política de Cobrança pelo Uso da Água no Brasil”, **XXXII Encontro da ANPAD**, 2008.

SNIS. **Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgotos – 2007**, Parte 1 – Texto, Visão Geral da Prestação dos Serviços. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. PMSS/Ministério das Cidades, 2007.

SOARES, S. R. A., NETTO, O. M. C., BERNARDES, R. S. “Avaliação de aspectos políticos institucionais e econômico-financeiros do setor de saneamento no Brasil com vistas à definição de elementos para um modelo conceitual”. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, volume 8, jan/jun 2003.

STAHRÉ, P.; ADAMSSON, J.. **Performance Benchmarking, A Powerful Management Tool for Water and Wastewater Utilities**. 2002.

TARDELLI, J.. “Controle e Redução de Perdas”. **Abastecimento de Água**. 3 ed. Cap. 10. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TAYRA, F. e RIBEIRO, H.. “Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências”. **Saúde e Sociedade**. v.15, n.1, p.84-95, jan-abr 2006.

THORTON, J.. “*Managing Pressure to reduce new breaks*”. **IWA Journal Water** **21**, December, 2006.

THORTON, J.; STURM, R.; KUNKEL, G.. **Water Loss Control**. 2 ed, USA, McGraw-Hill, 2008.

TSUTIYA, M. T.. **Abastecimento de Água**. 3 ed. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

UM. “Dublin Statement on Water and Sustainable Development”, **International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century**, Dublin, Ireland (1992). Human Rights Library, University of Minnesota. Disponível em: <http://www1.umn.edu/humanrts/instree/dublinwater1992.html>. Acesso em dezembro 2009.

URBAGUA. **Instrumentos de gestão integrada da água em áreas urbanas. Subsídios ao Programa Nacional de Despoluição das Bacias Hidrográficas e estudo exploratório de um programa nacional de apoio à gestão integrada**. MF4-1 Histórico. Evolução institucional dos sistemas de gestão integrada. Núcleo de Pesquisa em Informações Urbanas. USP/FAU, 2003.

US EPA. **Water Conservation Planning Guidelines EPA-832-D-98-001** U.S. Environmental Protection Agency EPA, 1998. Disponível em: <http://www.epa.gov/WaterSense/pubs/guide.htm>. Acesso em: janeiro 2010.

VEIGA, J. E.. **Desenvolvimento Sustentável – o desafio do século XXI**. 1 ed. Rio de Janeiro, Edit. Garamond, 2006.

WORLD BANK. **The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting**. Water Supply and Sanitation Board Discussion. Paper Series, Paper No 8. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Dezembro, 2006.

WORLD BANK. The World Bank; Energy and Water Department. *Water Sanitation Program* - IBNET. Disponível em: <http://www.ib-net.org/> . Acesso em janeiro de 2007.

WORLD BANK. **Reducing levels of Non-Revenue Water**. World Bank Institute. 2007. Disponível em: [http://www.findmoreleaks.com/case\\_studies.php](http://www.findmoreleaks.com/case_studies.php). Acesso em: agosto de 2009.

WORLD WATCH. State of the World 2004: Special Focus: The Consumer Society, 2004. Disponível em: <http://www.worldwatch.org/node/1043>. Acesso em: agosto de 2009.

WT. “Peristaltic Pumps Drive the UK’s Move Towards Desalination”. **Water Technology**. Março de 2009. Disponível em [http://www.water-technology.net/contractors/equipment/watson\\_marlow/press21.html](http://www.water-technology.net/contractors/equipment/watson_marlow/press21.html). Acesso em: janeiro de 2010.

**ANEXO I**

**PLANILHAS – MODELAGEM HIDRÁULICA EPANET**

\*\*\*\*\*

```

*           E P A N E T           *
*           Hydráulica e Qualidade da Água           *
*           Simulação da Rede           *
*           Versão 2.0           *
*****
    
```

Ficheiro de Rede: barjacar3280corelentradacoef70 2009.NET

Tabela de Troço - Nó:

Troço: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm
1	1	509	600	1750
2	2	600	230	900
4	2	426	3230	700
5	426	424	1030	700
6	424	425	1580	500
7	423	424	1800	400
8	507	501	1800	500
9	508	502	3560	500
10	502	503	2840	500
11	504	503	1220	250
12	419	504	630	400
13	418	419	1230	400
14	410	418	3690	400
18	209	208	1800	200
21	2	311	2720	1500
23	311	302	790	1200
22	311	313	2400	900
24	302	427	740	1200
25	427	401	1130	1200
26	401	402	900	1200
27	423	425	2000	400
29	402	403	930	1200
33	405	408	2950	700
35	408	409	460	900
36	409	410	720	600
38	408	414	1270	400
39	414	415	2950	400
40	415	416	930	400
41	416	503	1240	400
43	417	416	1390	300
44	417	415	590	200
45	417	418	500	200
46	420	417	2360	400
47	414	420	580	400
48	408	421	960	500
49	421	213	1820	400
50	220	213	3500	400

Troço: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento Diâmetro	
			m	mm
51	210	211	2050	400
52	203	210	790	400
53	203	108	3090	400
55	311	301	2000	400
56	301	312	4180	400
57	312	305	320	400
58	310	305	1100	400
59	304	310	1300	400
60	303	304	1770	400
61	302	303	2130	400
62	304	308	1800	300
69	308	307	940	600
71	307	216	600	400
72	216	218	1350	400
73	218	211	2340	400
74	211	212	900	300
75	212	209	2180	300
78	409	422	920	400
80	306	217	600	150
81	217	202	3600	150
82	202	201	540	400
83	201	203	2320	400
84	202	101	4760	150
97	206	108	670	200
98	108	207	1410	200
99	206	207	740	200
100	205	206	1830	300
101	210	205	3000	400
102	205	208	1160	200
103	313	304	1500	600
106	221	220	500	400
107	211	221	700	400
120	304	308	1800	600
123	402	423	520	800
124	425	506	3000	700
126	425	507	3000	500
128	101	202	4760	400
129	202	217	3600	600
130	217	306	600	600
131	306	216	900	600
132	420	416	3750	500
133	506	508	2200	600
134	506	507	800	200
135	501	508	1200	500
136	509	2	1100	1750
31	405	403	1580	700
32	402	403	930	1200

Tabela de Troço - Nó: (continuação)

Troço: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm
137	101	108	4500	400

Resultados nos Nós:

Nó ID	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m	Qualidade
2	14.51	90.95	66.95	0.00
101	54.35	0.43	-8.57	0.00
108	11.02	-1.06	-6.06	0.00
202	58.08	6.87	3.87	0.00
203	0.00	-0.81	-7.81	0.00
205	44.51	-5.44	-9.44	0.00
206	44.51	-5.57	-11.57	0.00
207	11.94	-5.21	-10.21	0.00
208	11.13	-8.82	-14.82	0.00
209	49.56	-9.84	-15.84	0.00
210	0.00	-2.01	-10.01	0.00
211	10.93	-2.10	-8.10	0.00
212	27.31	-6.06	-12.06	0.00
213	27.31	-9.95	-12.95	0.00
216	27.31	17.99	12.99	0.00
217	0.00	11.61	9.61	0.00
218	0.00	10.64	8.64	0.00
302	83.81	69.29	58.29	0.00
303	100.59	57.93	52.93	0.00
304	74.59	56.78	51.78	0.00
305	0.00	53.91	48.91	0.00
306	4.66	14.04	8.04	0.00
307	27.31	37.99	30.99	0.00
308	27.31	43.65	38.65	0.00
310	0.00	55.22	49.22	0.00
311	235.23	75.20	64.20	0.00
312	90.14	53.53	46.53	0.00
401	203.67	59.79	52.79	0.00
402	0.00	56.77	49.77	0.00
403	88.14	56.10	53.10	0.00
408	481.20	-12.00	-18.00	0.00
409	0.00	-12.08	-19.08	0.00
410	81.94	-12.67	-19.67	0.00
414	0.00	-11.82	-18.82	0.00
415	27.31	-11.71	-19.71	0.00
416	0.00	-11.21	-16.21	0.00
417	0.00	-11.86	-14.86	0.00
418	27.31	-14.34	-21.34	0.00
419	0.00	-14.74	-18.74	0.00
420	27.31	-11.80	-16.80	0.00



Nó ID	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Hidráulica m	Pressão Qualidade
421	0.00	-11.69	-14.69	0.00
422	27.31	-12.49	-15.49	0.00
423	0.00	56.67	46.67	0.00
424	60.36	60.02	48.02	0.00
425	103.43	31.47	19.47	0.00
426	70.66	66.15	50.15	0.00
427	14.78	65.47	58.47	0.00
501	25.84	22.21	19.21	0.00
502	103.35	-1.00	-9.00	0.00
503	33.06	-7.88	-10.88	0.00
504	54.63	-14.95	-18.95	0.00
600	459.78	90.57	9.57	0.00
220	27.32	-5.51	-9.51	0.00
221	16.39	-4.32	-9.32	0.00
301	90.14	58.06	48.06	0.00
201	11.13	5.18	2.18	0.00
313	0.00	71.85	46.85	0.00
506	136.48	23.49	20.49	0.00
507	0.00	25.27	18.27	0.00
508	0.00	21.03	18.03	0.00
509	0.00	93.60	40.60	0.00
405	72.38	11.57	4.57	0.00
1	-3280.03	94.00	0.00	0.00 RNF

Resultados nos Troços:

Troço: ID	Caudal LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
1	3280.03	1.36	0.67	Open
2	459.78	0.72	1.62	Open
4	550.40	1.43	7.68	Open
5	479.74	1.25	5.95	Open
6	360.66	1.84	18.07	Open
7	-58.72	0.47	1.86	Open
8	100.65	0.51	1.70	Open
9	260.00	1.32	6.19	Open
10	156.65	0.80	2.42	Open
11	-31.53	0.64	5.80	Open
12	23.10	0.18	0.33	Open
13	23.10	0.18	0.33	Open
14	27.39	0.22	0.45	Open
18	-7.87	0.25	0.57	Open
21	2255.34	1.28	5.79	Open
23	1279.81	1.13	7.48	Open
22	606.26	0.95	1.39	Open
24	1047.76	0.93	5.16	Open

Troço: ID	Caudal LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
25	1032.98	0.91	5.03	Open
26	829.31	0.73	3.35	Open
27	165.09	1.31	12.60	Open
29	361.47	0.32	0.72	Open
33	562.42	1.46	7.99	Open
35	136.64	0.21	0.17	Open
36	109.33	0.39	0.82	Open
38	-14.42	0.11	0.14	Open
39	-7.16	0.06	0.04	Open
40	-38.97	0.31	0.55	Open
41	-92.07	0.73	2.68	Open
43	-13.08	0.19	0.47	Open
44	-4.50	0.14	0.24	Open
45	23.02	0.73	4.96	Open
46	5.44	0.04	0.02	Open
47	-7.26	0.06	0.04	Open
48	-41.00	0.21	0.32	Open
49	-41.00	0.33	0.96	Open
50	68.31	0.54	1.27	Open
51	12.08	0.10	0.04	Open
52	83.04	0.66	1.53	Open
53	17.10	0.14	0.08	Open
55	134.04	1.07	8.57	Open
56	43.90	0.35	1.08	Open
57	-46.24	0.37	1.19	Open
58	46.24	0.37	1.19	Open
59	46.24	0.37	1.19	Open
60	47.65	0.38	0.65	Open
61	148.24	1.18	5.33	Open
62	74.13	1.05	7.29	Open
69	505.77	1.79	6.02	Open
71	478.46	3.81	33.33	Open
72	179.87	1.43	5.44	Open
73	179.87	1.43	5.44	Open
74	69.00	0.98	4.40	Open
75	41.69	0.59	1.73	Open
78	27.31	0.22	0.45	Open
80	6.78	0.38	4.05	Open
81	3.69	0.21	1.32	Open
82	111.27	0.89	3.14	Open
83	100.14	0.80	2.58	Open
84	5.36	0.30	1.35	Open
97	-29.87	0.95	6.73	Open
98	19.12	0.61	2.95	Open
99	-7.18	0.23	0.48	Open
100	7.45	0.11	0.07	Open
101	70.96	0.56	1.14	Open

Página 6

Resultados nos Troços: (continuação)

---

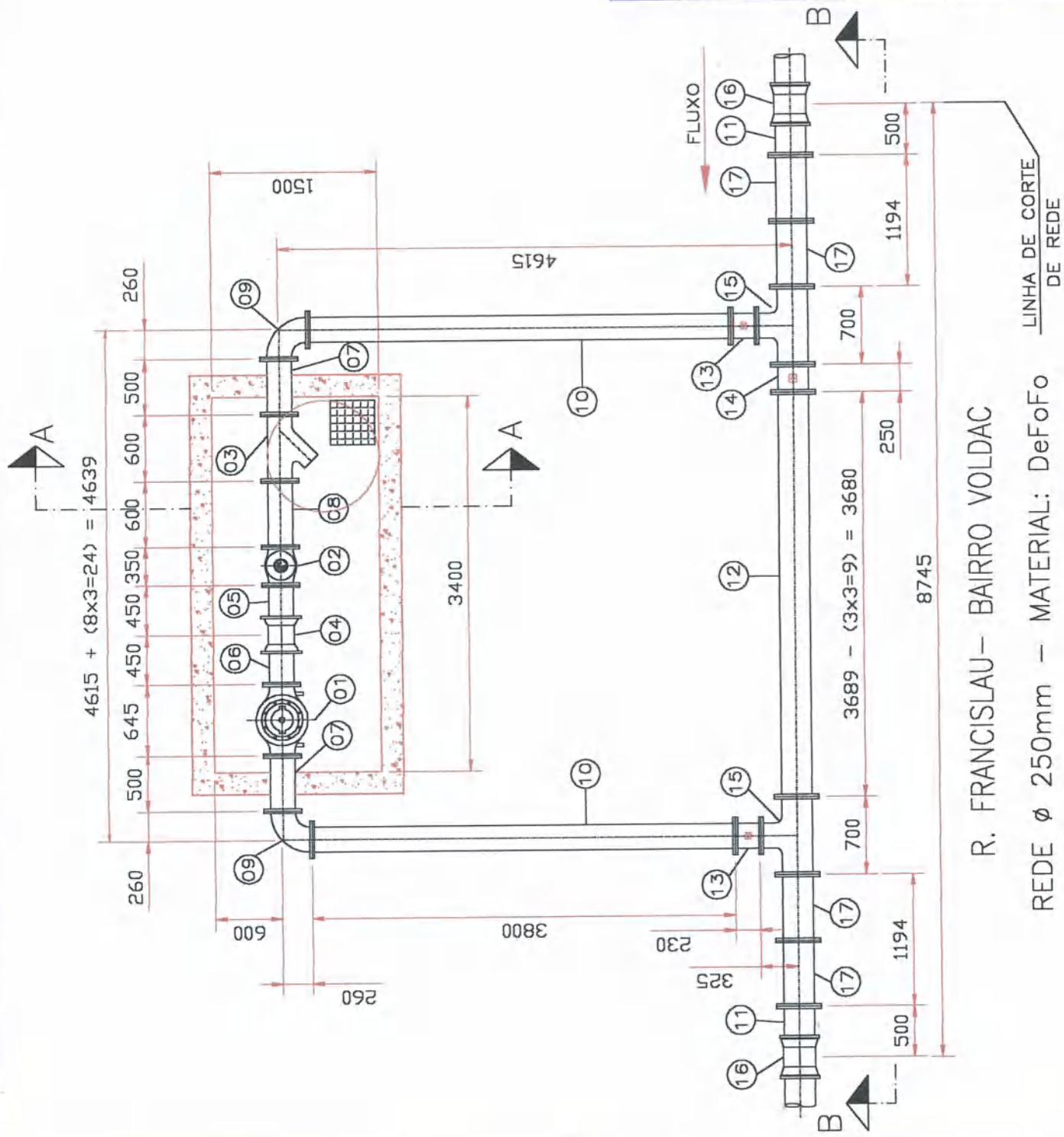
Troço: Caudal Velocidade Perda de Carga Estado

ID	LPS	m/s	m/km	
102	19.00	0.60	2.91	Open
103	606.26	2.14	10.05	Open
106	95.63	0.76	2.37	Open
107	112.02	0.89	3.17	Open
120	458.94	1.62	7.29	Open
123	106.37	0.21	0.19	Open
124	310.47	0.81	2.66	Open
126	111.85	0.57	2.07	Open
128	-91.91	0.73	1.35	Open
129	-262.92	0.93	1.32	Open
130	-259.84	0.92	4.05	Open
131	-271.28	0.96	4.39	Open
132	-40.01	0.20	0.16	Open
133	185.19	0.65	1.12	Open
134	-11.20	0.36	2.22	Open
135	74.81	0.38	0.98	Open
136	3280.03	1.36	2.41	Open
31	-634.80	1.65	28.19	Open
32	361.47	0.32	0.72	Open
137	42.92	0.34	0.33	Open

**ANEXO II**

**MODELO – CAIXAS DE MANOBRA**

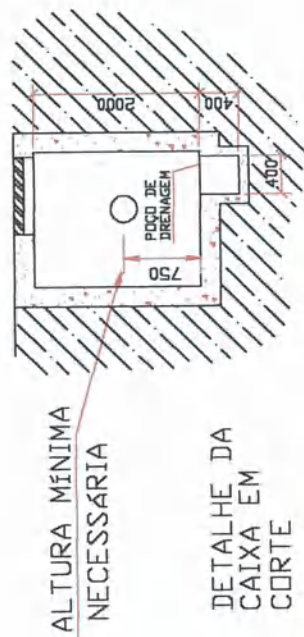




R. FRANCISLAU - BAIRRO VOLDAC

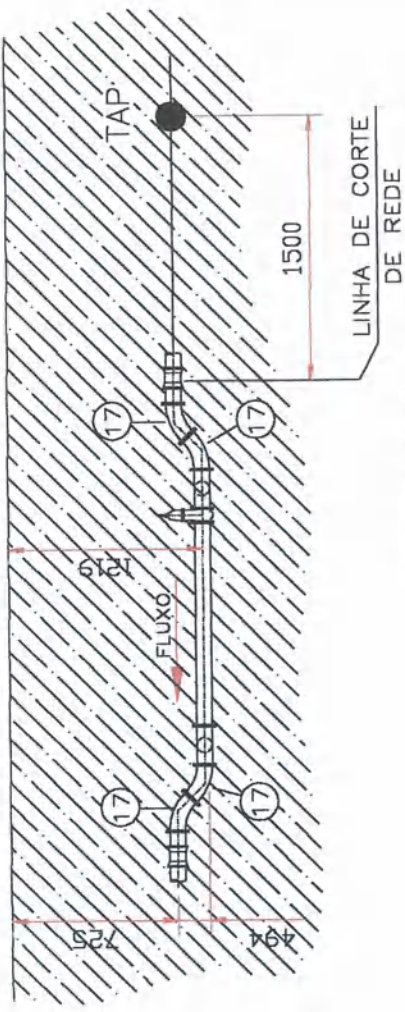
REDE  $\phi$  250mm - MATERIAL: DeFoFo

LINHA DE CORTE DE REDE



CORTE A-A

VISTA B-B



POS.	QUANT.	DISCRIMINAÇÃO	MAT.	CLASSE	OBS.
20	16-pçs	ABF (JUNTA DE VEDAÇÃO) $\phi$ 200	Borr.	PN-10	
19	12-pçs	ABF (JUNTA DE VEDAÇÃO) $\phi$ 250	Borr.	PN-10	
18	230-pçs	PARAFUSO $\phi$ 3/4"x3 1/2" C/ PORCAS E ARRUELAS	Galv.	PN-10	
17	04-pçs	CURVA 45° $\phi$ 250 FLANGEADO	F.F.	PN-10	
16	02-pçs	LUVA DE CORRER JUNTA MECÂNICA $\phi$ 250	F.F.	-	
15	02-pçs	TE DEREDEÇÃO $\phi$ 250x200 FLANGEADO	F.F.	PN-10	
14	01-pç	REGISTRO GAVETA CHATO C/ CABEÇOTE $\phi$ 250 FLANGEADO	F.F.	PN-10	
13	02-pçs	REGISTRO GAVETA CHATO C/ CABEÇOTE $\phi$ 200 FLANGEADO	F.F.	PN-10	
12	01-pç	TUBO $\phi$ 250X3680 FLANGEADO	F.F.	PN-10	
11	02-pçs	TUBO $\phi$ 250X500 PONTA/FLANGE	F.F.	PN-10	
10	02-pçs	TUBO $\phi$ 200X3800 FLANGEADO	F.F.	PN-10	
09	02-pçs	CURVA 90° $\phi$ 200 FLANGEADO	F.F.	PN-10	
08	01-pç	TUBO $\phi$ 200X600 FLANGEADO	F.F.	PN-16/ANSI	
07	02-pçs	TUBO $\phi$ 200X500 FLANGEADO	F.F.	PN-10/ANSI	
06	01-pç	TUBO $\phi$ 200X450 PONTA/FLANGE	F.F.	ANSI	
05	01-pç	TUBO $\phi$ 200x450 PONTA/FLANGE	F.F.	PN-16	
04	01-pç	LUVA DE CORRER JUNTA MECÂNICA $\phi$ 200mm	F.F.	-	
03	01-pç	FILTRO "Y" $\phi$ 8" FLANGEADO	F.F.	ANSI	
02	01-pçs	HIDRÔMETRO $\phi$ 8" MEINECKE FLANGEADO	F.F.	PN-16	
01	01-pç	VRP $\phi$ 8" FLANGEADO	F.F.	ANSI	

TÍTULO :

Esquema Hidr. com Hidrometro  
R. FRANCISLAU - VOLTA REDONDA



RESPONSÁVEL :  
DESENHO :  
PROJETO :  
APROVADO :  
LGB  
WM  
18/05/00  
18/05/00

CLIENTE : SAAE - VOLTA REDONDA  
CONTRATO :  
ACEITO :

ESCALA :  
S/E  
VR/01-01

DESENHO N°

REV.

ARG.: Francislau-Bairro Voldac-01.DWG

NOTAS

APROV.

REVISÃO

DATA

**ANEXO III**

**PLANILHAS – DEFINIÇÃO DAS ZMC'S POR SISTEMA DE RESERVAÇÃO/  
DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS**

## Reservatório Reunião 2006/2007

Bairro Freguesia 100%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
FR I	0,1	1.824	5.870
FR II	0,1	1.824	5.870
FR III	0,2	3.648	11.741
FR IV	0,6	10.943	35.222
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>18238</b>	<b>58703</b>

Bairro Cidade de Deus 85%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
CD II	0,70	7.189	25.153
CD III	0,05	514	1.797
CD IV	0,10	1.027	3.593
<b>Total</b>	<b>0,85</b>	<b>8.730</b>	<b>30.543</b>

Bairro Taquara 3%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
TA II	0,03	923	3.057
<b>Total</b>	<b>0,03</b>	<b>923</b>	<b>3057</b>

Bairro Pechincha 95%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
PE I	0,50	5.501	17.181
PE II	0,45	4.951	15.463
<b>Total</b>	<b>0,95</b>	<b>10451</b>	<b>32644</b>

Bairro Tanque 50%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
TE I	0,50	5.426	17.641
<b>Total</b>	<b>0,50</b>	<b>5426</b>	<b>17641</b>

Bairro Praça Seca 40%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
PS I	0,40	8.093	25.936
<b>Total</b>	<b>0,40</b>	<b>8093</b>	<b>25936</b>

## Reservatório Reunião 2006/2007

NA 83,50 m

Bairro	população	Q (l/s)	dom
Freguesia 100%	58.703	252,34	18.238
Cidade de Deus 85%	30.543	131,29	8.730
Taquara 3%	3.057	13,14	923
Pechincha 95%	32644	140,32	10.451
Tanque 50%	17641	75,83	5.426
Praça Seca 40%	25936	111,49	8.093
<b>total</b>	<b>168524</b>	<b>724,42</b>	<b>51.862</b>

ZMC	áreas	dom	ligação	rede (m)
ZMC 1	FR I + TE I + PE I =	12.751	4120	55
ZMC 2	PE II + CD IV + TA II + FR II =	8.725	3500	50
ZMC 3	CD III + FR III =	4.161	3400	50
ZMC 4	FR IV =	10.943	4120	55
ZMC 5	PS I =	8.093	690	20
ZMC 6	CD II =	7.189	700	50
<b>total</b>		<b>51.862</b>	<b>16.530</b>	<b>280</b>

ZMC 1 - MQ=612,93 l/s	Ø VRP	P = 82 mca
ZMC 2 - MQ=228,41 l/s	VRP	P = 65 P = 55 Δ P = 10 mca CT <sub>min</sub> = 6,0
ZMC 3 - MQ=58,19 l/s	Ø VRP	P = 65 mca
ZMC 4 - MQ= Ø	Ø VRP	P = 65 mca
ZMC 5 - MQ=111,49 l/s	Ø VRP	P = 82 mca
ZMC 6 - MQ=108,12 l/s	VRP	P = 58 P = 22 Δ P = 36 mca CT <sub>min</sub> = 6,0

Tubulação DN 700 mm  
DN 450 mm

L = 4.200 m  
L = 1.600 m

vazões ZMC reserv. Outeiro

### Reservatório Outeiro 2006/2007

Bairro Camorim		5%	
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
CA III	0,05	16	0,24
<b>Total</b>	<b>0,05</b>	<b>16</b>	<b>0,24</b>

### Bairro Jacarepaguá 20%

Bairro Jacarepaguá		20%	
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
JA II	0,08	2.672	8.767
JA III	0,10	3.340	10.958
JA XI	0,02	668	2.192
<b>Total</b>	<b>0,20</b>	<b>6.679</b>	<b>21.916</b>

### Bairro Barra da Tijuca 5%

Bairro Barra da Tijuca		5%	
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
BA I	0,05	2.218	6.641
<b>Total</b>	<b>0,05</b>	<b>2.218</b>	<b>6.641</b>

### Reservatório Outeiro 2006/2007

NA 50,00 m

Bairro	população	Q (l/s)	domicílio
Camorim 5%	57	0,24	16
Jacarepaguá 20%	21.916	94,21	6.679
Barra da Tijuca 5%	6.641	28,55	2.218
<b>total</b>	<b>28.614</b>	<b>123,00</b>	<b>8.914</b>

ZMC	áreas	Q (l/s)	domicílio	ligação	rede (m)
ZMC 1	CA III + JA XI =	9,66	684	900	45
ZMC 2	JA II + BA I =	66,23	4.890	825	45
ZMC 3	JA III =	47,11	3.340	830	50
<b>total</b>		<b>123,00</b>	<b>8.914</b>	<b>2.555</b>	<b>140</b>

ZMC 1 - MQ=9,66 l/s VRP P= 47 P= 20 Δ P = 27 mca CT<sub>min</sub> = 3,0  
 ZMC 2 - MQ=113,34 l/s Ø VRP P = 47 mca  
 ZMC 3 - MQ=47,11 l/s VRP P= 36 P= 33 Δ P = 3 mca CT<sub>min</sub> = 2,0

Tubulação DN 350 mm L = 3.000 m  
 DN 75 mm L = 100 m



cap 6 vazões ZMCreserv Curicica

**Reservatório Curicica 2006/2007**

**Bairro Curicica 100%**

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
CU I	0,4	3.095	10.799	46,42
CU II	0,5	3.869	13.499	58,03
CU III	0,1	774	2.700	11,61
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>7.738</b>	<b>26.997</b>	<b>116,05</b>

**Bairro Jacarepaguá 12%**

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
JA I	0,10	3.340	10.958	47,11
JA IV	0,02	668	2.192	9,42
<b>Total</b>	<b>0,12</b>	<b>4.008</b>	<b>13.150</b>	<b>56,53</b>

**Bairro Taquara 6%**

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
TA I	0,06	1.846	6.113	26,28
<b>Total</b>	<b>0,06</b>	<b>1.846</b>	<b>6.113</b>	<b>26,28</b>

**Bairro Camorim 50%**

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
CA I	0,50	159	566	2,43
<b>Total</b>	<b>0,50</b>	<b>159</b>	<b>566</b>	<b>2,43</b>

**Bairro Cidade de Deus 15%**

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
CD I	0,15	1.541	5.390	23,17
<b>Total</b>	<b>0,15</b>	<b>1.541</b>	<b>5.390</b>	<b>23,17</b>

**Reservatório Curicica 2006/2007**

NA 52,50 m

Bairro	população	Q (l/s)	domicílio
Curicica 100%	26.997	116,05	7.738
Jacarepaguá 12%	13.150	56,53	4.008
Taquara 6%	6.113	26,28	1.846
Camorim 50%	566	2,43	159
Cidade de Deus 15%	5390	23,17	1.541
<b>total</b>	<b>52.216</b>	<b>224,46</b>	<b>15.291</b>

ZMC	áreas	Q (l/s)	domicílio	ligação	rede (m)
ZMC 1 - CU I =		46,42	3.095	809	53
ZMC 2 - CU II =		58,03	3.869	809	53
ZMC 3 - JA IV + CD I + TA I =		58,87	4.055	809	53
ZMC 4 - JA I + CU III + CA I =		61,14	4.273	1618	31
<b>total</b>		<b>224,46</b>	<b>15.291</b>	<b>4.045</b>	<b>190</b>

ZMC 1 - MQ=37,14 l/s VRP P<sub>r</sub> = 50 P<sub>r</sub> = 27 Δ P = 23 mca CT<sub>min</sub> = 10,0  
 ZMC 2 - MQ=119,17 l/s Ø VRP P = 49 mca  
 ZMC 3 - MQ=58,87 l/s VRP P<sub>r</sub> = 47 P<sub>r</sub> = 32 Δ P = 15 mca CT<sub>min</sub> = 8,0  
 ZMC 4 - MQ=61,14 l/s VRP P<sub>r</sub> = 44 P<sub>r</sub> = 34 Δ P = 10 mca CT<sub>min</sub> = 8,0

Tubulação DN 450 mm L = 500 m  
 DN 400 mm L = 200 m  
 DN 350 mm L = 1.800 m  
 DN 250 mm L = 750 m

Booster Q = 5 a 10 l/s Δ P = 10 a 15 mca  
 Q = 5 a 10 l/s Δ P = 10 a 15 mca

### Reservatório Jacarepaguá 2006/2007

Bairro Anil 100%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
AN I	0,5	3.448	11.712
AN II	0,5	3.448	11.712
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>6.896</b>	<b>23.423</b>
			<b>100,69</b>

Bairro Jacarepaguá 25%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
JA V	0,07	2.338	7.671
JA VI	0,10	3.340	10.958
JA VII	0,08	2.672	8.767
<b>Total</b>	<b>0,25</b>	<b>8.349</b>	<b>27.396</b>
			<b>117,76</b>

Bairro Gardênia Azul 100%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
GA	1	6.007	20.942
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>6007</b>	<b>20942</b>
			<b>90,02</b>

Bairro Itanhangá 30%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
IT I	0,15	1.393	4.712
IT II	0,15	1.393	4.712
<b>Total</b>	<b>0,30</b>	<b>2786</b>	<b>9424</b>
			<b>40,51</b>

Bairro Barra da Tijuca 60%			
Área %	domicílio	população	Q (l/s)
BA II	0,12	5.324	15.939
BA III	0,18	7.986	23.908
BA IV	0,18	7.986	23.908
BA V	0,12	5.324	15.939
<b>Total</b>	<b>0,60</b>	<b>26.620</b>	<b>79.694</b>
			<b>342,57</b>

### Reservatório Jacarepaguá 2006/2007

NA 50,00 m

Bairro	população	Q (l/s)	domicílio
Anil 100%	23.423	100,69	6.896
Jacarepaguá 25%	27.396	117,76	8.349
Gard Azul 100%	20.942	90,02	6.007
Itanhangá 30%	9424	40,51	2.786
Barra da Tijuca 60%	79694	342,57	26.620
<b>total</b>	<b>160879</b>	<b>691,56</b>	<b>50.659</b>

ZMC	áreas	Q (l/s)	domicílio	ligação	rede (m)
ZMC 1	- AN II + JA VII =	88,03	6.120	1300	92
ZMC 2	- AN I + GA + JA V + IT I =	193,60	13.186	1850	90
ZMC 3	- BA V =	68,51	5.324	1600	75
ZMC 4	- BA II =	68,51	5.324	1300	75
ZMC 5	- BA III =	102,77	7.986	1550	75
ZMC 6	- BA IV =	102,77	7.986	1600	80
ZMC 7	- IT II + JA VI =	67,36	4.733	1547	91
<b>total</b>		<b>691,56</b>	<b>50.659</b>	<b>10.747</b>	<b>578</b>

ZMC 1 - MQ=88,03 l/s	VRP	P <sub>i</sub> = 43 P <sub>r</sub> = 33 Δ P = 10 mca	CT <sub>min</sub> = 14,0
ZMC 2 - MQ=90,00 l/s	VRP	P <sub>i</sub> = 49 P <sub>r</sub> = 29 Δ P = 20 mca	CT <sub>min</sub> = 5,0
ZMC 2.1 - MQ=103,60 l/s	VRP	P <sub>i</sub> = 44 P <sub>r</sub> = 29 Δ P = 15 mca	CT <sub>min</sub> = 3,0
ZMC 3 - MQ=68,51 l/s	Ø VRP	P = 15 mca	
ZMC 4 - MQ=68,51 l/s	Ø VRP	P = 15 mca	
ZMC 5 - MQ=102,77 l/s	Ø VRP	P = 15 mca	
ZMC 6 - MQ=102,77 l/s	Ø VRP	P = 15 mca	
ZMC 7 - MQ=67,36 l/s	Ø VRP	P = 48 mca	

Tubulação DN 700 mm	L = 200 m	Booster Q = 10 l/s Δ P = 15 mca
DN 650 mm	L = 1000 m	Q = 10 l/s Δ P = 15 mca
DN 600 mm	L = 300 m	Q = 5 l/s Δ P = 10 mca
DN 550 mm	L = 8.000 m	Q = 5 l/s Δ P = 10 mca

## Reservatório Recreio 2006/2007

### Bairro Camorim 45%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
CA II 0,45	143	509	2,19
<b>Total 0,45</b>	<b>143</b>	<b>509</b>	<b>2,19</b>

### Bairro Vargem Pequena 10%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
VP II 0,1	464	1.661	7,14
<b>Total 0,10</b>	<b>464</b>	<b>1661</b>	<b>7,14</b>

### Bairro Barra da Tijuca 25%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
BA IX 0,15	6.655	19.923	85,64
BA X 0,1	4.437	13.282	57,10
<b>Total 0,25</b>	<b>11092</b>	<b>33206</b>	<b>142,74</b>

### Bairro Recreio Bandeirantes 90%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
RB III 0,1	1.667	5.411	23,26
RB IV 0,23	3.835	12.445	53,49
RB V 0,45	7.503	24.348	104,66
RB VI 0,1	1.667	5.411	23,26
RB VII 0,02	333	1.082	4,65
<b>Total 0,90</b>	<b>15.006</b>	<b>48.696</b>	<b>209,33</b>

## Reservatório Recreio 2006/2007

NA 55,00 m

Bairro	população	Q (l/s)	domicílio
Camorim 45%	509	2,19	143
Vargem Pequena 10%	1.661	7,14	464
Barra da Tijuca 25%	33.206	142,74	11.092
Recreio Band 90%	48.696	209,33	15.006
<b>total</b>	<b>84072</b>	<b>361,40</b>	<b>26.705</b>

ZMC	áreas	Q (l/s)	domicílio	ligação	rede (m)
ZMC 1 - CA II + VP II + RB VII =		13,98	941	1015	20
ZMC 2 - RB VI =		23,26	1.667	972	25
ZMC 3 - RB V =		104,66	7.503	1886	67
ZMC 4 - RB III =		23,26	1.667	297	20
ZMC 5 - RB IV =		53,49	3.835	1596	35
ZMC 6 - BA IX =		85,64	6.655	1306	40
ZMC 7 - BA X =		57,10	4.437	969	30
<b>total</b>		<b>361,40</b>	<b>26.705</b>	<b>8.041</b>	<b>237</b>

ZMC 1 - MQ=13,98 l/s	VRP	P <sub>f</sub> = 46 P <sub>f</sub> = 36	Δ P = 10 mca	CT <sub>min</sub> = 4,0
ZMC 2 - MQ=23,26 l/s	VRP	P <sub>f</sub> = 33 P <sub>f</sub> = 23	Δ P = 10 mca	CT <sub>min</sub> = 2,0
ZMC 3 - MQ=104,66 l/s	VRP	P <sub>f</sub> = 33 P <sub>f</sub> = 28	Δ P = 5 mca	CT <sub>min</sub> = 4,0
ZMC 4 - MQ=23,26 l/s	Ø VRP	P = 17 mca		
ZMC 5 - MQ=53,49 l/s	Ø VRP	P = 27 mca		
ZMC 6 - MQ=85,64 l/s	VRP	P <sub>f</sub> = 46 P <sub>f</sub> = 36	Δ P = 10 mca	CT <sub>min</sub> = 4,0
ZMC 7 - MQ=57,10 l/s	VRP	P <sub>f</sub> = 46 P <sub>f</sub> = 36	Δ P = 10 mca	CT <sub>min</sub> = 4,0

Tubulação DN 550 mm	L = 2000 m
DN 450 mm	L = 2600 m
DN 250 mm	L = 1200 m
DN 200 mm	L = 3200 m
DN 150 mm	L = 6000 m

### Reservatório Itanhangá 2006/2007

#### Bairro Itanhangá 70%

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
IT III	0,15	1.393	4.712	20,25
IT IV	0,55	5.108	17.277	74,27
<b>Total</b>	<b>0,70</b>	<b>6.501</b>	<b>21.989</b>	<b>94,52</b>

### Reservatório Itanhangá 2006/2007

NA 42,00 m

Bairro	população	Q (l/s)	domicílio
Itanhangá 70%	21.989	94,52	6.501
Barra da Tijuca 10%	13.282	57,10	4.437
Joá 100%	1.398	6,01	385
<b>total</b>	<b>36669</b>	<b>157,63</b>	<b>11.322</b>

#### Bairro Barra da Tijuca 10%

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
BA VI	0,08	3.549	10.626	45,68
BA VII	0,01	444	1.328	5,71
BA VIII	0,01	444	1.328	5,71
<b>Total</b>	<b>0,10</b>	<b>4.437</b>	<b>13.282</b>	<b>57,10</b>

#### Bairro Joá 100%

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
JO	1	385	1.398	6,01
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>385</b>	<b>1398</b>	<b>6,01</b>

ZMC	áreas	Q (l/s)	domicílio	ligação	rede (m)
ZMC 1 - IT III =		20,25	1.393	450	20
ZMC 2 - IT IV =		74,27	5.108	600	35
ZMC 3 - BA VII =		5,71	444	50	8
ZMC 4 - BA VI =		45,68	3.549	700	45
ZMC 5 - BA VIII + JO =		11,72	828	292	32
<b>total</b>		<b>157,63</b>	<b>11.322</b>	<b>2.092</b>	<b>140</b>

ZMC 1 - MQ=20,25 l/s	Ø VRP	P = 37 mca
ZMC 2 - MQ=137,40 l/s	Ø VRP	P = 37 mca
ZMC 3 - MQ=5,71 l/s	VRP	P <sub>f</sub> = 27 P <sub>r</sub> = 17 Δ P = 10 mca CT <sub>min</sub> = 4,0
ZMC 4 - MQ=45,68 l/s	Ø VRP	P = 27 mca
ZMC 5 - MQ=11,72 l/s	VRP	P <sub>f</sub> = 27 P <sub>r</sub> = 12 Δ P = 15 mca CT <sub>min</sub> = 4,0

Tubulação DN 400 mm L = 3200 m  
DN 250 mm L = 200 m

Booster Q = 10 l/s Δ P = 15 mca  
Q = 10 l/s Δ P = 15 mca

### Reservatório Taquara 2006/2007

#### Bairro Taquara 83%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
TA IV 0,38	11.693	38.717	166,43
TA V 0,45	13.846	45.849	197,09
<b>Total 0,83</b>	<b>25.539</b>	<b>84.565</b>	<b>363,52</b>

#### Bairro Tanque 50%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
TE II 0,5	5.426	17.641	75,83
<b>Total 0,5</b>	<b>5.426</b>	<b>17.641</b>	<b>75,83</b>

#### Bairro Jacarepaguá 30%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
JA VIII 0,3	10.019	32.875	141,32
<b>Total 0,30</b>	<b>10019</b>	<b>32875</b>	<b>141,32</b>

#### Bairro Praça Seca 60%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
PS II 0,6	12.140	38.904	167,24
<b>Total 0,60</b>	<b>12140</b>	<b>38904</b>	<b>167,24</b>

#### Bairro Pechincha 5%

Área %	domicílio	população	Q (l/s)
PE III 0,05	550	1.718	7,39
<b>Total 0,05</b>	<b>550</b>	<b>1718</b>	<b>7,39</b>

### Reservatório Taquara 2006/2007

NA 57,50 m

Bairro	população	Q (l/s)	domicílio
Taquara 83%	84.565	363,52	25.539
Tanque 50%	17.641	75,83	5.426
Jacarepaguá 30%	32.875	141,32	10.019
Praça Seca 60%	38.904	167,24	12.140
Pechincha 5%	1.718	7,39	550
<b>total</b>	<b>175703</b>	<b>755,28</b>	<b>53674</b>

ZMC	áreas	Q (l/s)	domicílio	ligação	rede (m)
ZMC 1 - TA IV + TE II + PE III =		249,65	17.669	8133	140
ZMC 2 - JA VIII =		141,32	10.019	5810	100
ZMC 3 - TA V =		197,09	13.846	5810	110
ZMC 4 - PS II =		167,24	12.140	3485	30
<b>total</b>		<b>755,28</b>	<b>53.674</b>	<b>23.238</b>	<b>380</b>

ZMC 1 - MQ=316,89 l/s	Ø VRP	P = 56,5 mca
ZMC 1.1 - MQ=438,41 l/s	Ø VRP	P = 56,5 mca
ZMC 2 - MQ=141,32 l/s	Ø VRP	P = 47 mca
ZMC 3 - MQ=197,09 l/s	Ø VRP	P = 48 mca
ZMC 4 - MQ=167,24 l/s	Ø VRP	P = 44 mca

Tubulação DN 750 mm	L = 100 m
DN 550 mm	L = 1000 m
DN 500 mm	L = 3000 m
DN 450 mm	L = 1000 m
DN 400 mm	L = 1500 m

Booster Q = 30 l/s Δ P = 20 mca

### Reservatório Boiúna 2006/2007

#### Bairro Taquara 8%

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
TA III	0,08	2.462	8.151	35,04
<b>Total</b>	<b>0,08</b>	<b>2.462</b>	<b>8.151</b>	<b>35,04</b>

#### Bairro Jacarepaguá 13%

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
JA IX	0,09	3.006	9.862	42,39
JA X	0,04	1.336	4.383	18,84
<b>Total</b>	<b>0,13</b>	<b>4.342</b>	<b>14.246</b>	<b>61,24</b>

### Reservatório Boiúna 2006/2007

NA 77,50 m

Bairro	população	Q (l/s)	domicílio	ligação
Taquara 8%	8.151	35,04	2.462	652
Jacarepaguá 13%	14.246	61,24	4.342	652
<b>total</b>	<b>22.397</b>	<b>96,27</b>	<b>6.803</b>	<b>1.304</b>

ZMC	áreas	Q (l/s)	domicílio
ZMC 1 - TA III + JA X =		53,88	3.797
ZMC 2 - JA IX =		42,39	3.006
<b>total</b>		<b>96,27</b>	<b>6.803</b>

ZMC 1 - MQ=96,27 l/s      Ø VRP      P = 77 mca  
ZMC 2 - MQ=42,39 l/s      Ø VRP      P = 67 mca

Tubulação DN 350 mm

L = 1700 m

### Reservatório Vargem Grande 2006/2007

#### Bairro Vargem Grande 100%

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
VG I	0,75	2.912	10.051	43,21
VG II	0,25	971	3.350	14,40
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>3.882</b>	<b>13.401</b>	<b>57,61</b>

#### Bairro Recreio Band 10%

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
RB I	0,08	1.334	4.329	18,61
RB II	0,02	333	1.082	4,65
<b>Total</b>	<b>0,1</b>	<b>1.667</b>	<b>5.411</b>	<b>23,26</b>

#### Bairro Vargem Pequena 90%

Área	%	domicílio	população	Q (l/s)
VPI	0,9	4.180	14.951	64,27
<b>Total</b>	<b>0,9</b>	<b>4.180</b>	<b>14.951</b>	<b>64,27</b>

### Reservatório Vargem Grande 2006/2007

NA 45,00 m

Bairro	população	Q (l/s)	domicílio	ligação	rede (m)
Vargem Grande 100%	13.401	57,61	3.882	158	40
Recreio Band 10%	5.411	23,26	1.667	237	50
Vargem Pequena 90%	14.951	64,27	4.180	207	50
<b>total</b>	<b>33764</b>	<b>145,14</b>	<b>9.730</b>	<b>602</b>	<b>140</b>

ZMC	áreas	Q (l/s)	domicílio
ZMC 1 - VG I =		43,21	2.912
ZMC 2 - VG II + RB I =		33,01	2.304
ZMC 3 - RB II + VP I =		68,92	4.513
<b>total</b>		<b>145,14</b>	<b>9.730</b>

ZMC 1 - MQ=43,21 l/s VRP P<sub>p</sub>= 42 P<sub>r</sub>= 32 Δ P = 10 mca C<sub>T\_min</sub> = 15,0  
 ZMC 2 - MQ=33,01 l/s Ø VRP P = 36 mca  
 ZMC 3 - MQ=68,92 l/s Ø VRP P = 42 mca

Tubulação DN 400 mm L = 500 m  
 DN 250 mm L = 1200 m

Booster Q = 10 l/s Δ P = 15 mca  
 Q = 10 l/s Δ P = 15 mca

## Reservatórios/Bairros 2006/2007

Bairro	Reservatório										total %
	Reunião	Curíca	Outeiro	Jacarepaguá	Itanhangá	Recreio	Taquara	Boiúna	Vargem Grande		
Freguesia	252,34										252,34
Cidade de Deus	131,29	23,17									154,46
Taquara	13,14	26,28					363,52	35,04			437,98
Pechincha	140,32						7,39				147,71
Tanque	75,83						75,83				151,66
Praça Seca*	111,49						167,24				278,73
Jacarepaguá		56,53	94,21	117,76			141,32	61,24			471,06
Barra da Tijuca			28,55	342,57	57,10	142,74					570,96
Curíca		116,05									116,05
Camorim		2,43	0,24			2,19					4,86
Anil				100,69							100,69
Gardênia Azul				90,02							90,02
Itanhangá				40,51	94,52						135,03
Joá					6,01						6,01
Vargem Pequena						7,14			64,27		71,41
Recreio Bandeirantes						209,33			23,26		232,59
Vargem Grande									57,61		57,61
<b>Vazões (l/s)</b>	<b>724,41</b>	<b>224,46</b>	<b>123,00</b>	<b>691,55</b>	<b>157,63</b>	<b>361,40</b>	<b>755,30</b>	<b>96,28</b>	<b>145,14</b>		<b>3.279</b>

\* em imagem aérea é 10% Reunião e 30% Taquara



**ANEXO IV**

**PLANILHAS – DIMENSIONAMENTO DO CONTROLE ATIVO DE VAZAMENTOS**

**Reservatório Reunião 2006/2007**

			Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
ZMC	Ligação	Rede (km)	varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	4120	55	30.470,00	6.105,00	2,1
ZMC 2	3500	50	27.700,00	5.550,00	1,8
ZMC 3	3400	50	27.700,00	5.550,00	1,7
ZMC 4	4120	55	30.470,00	6.105,00	2,1
ZMC 5	690	20	11.080,00	2.220,00	0,3
ZMC 6	700	50	27.700,00	5.550,00	0,4
<b>Total</b>	<b>16.530</b>	<b>280</b>	<b>155.120,00</b>	<b>31.080,00</b>	<b>8,3</b>

**Reservatório Taquara 2006/2007**

			Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
ZMC	Ligação	Rede (km)	varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	8133	140	77.560,00	15.540,00	4,1
ZMC 2	5810	100	55.400,00	11.100,00	2,9
ZMC 3	5810	110	60.940,00	12.210,00	2,9
ZMC 4	3485	30	16.620,00	3.330,00	1,7
<b>Total</b>	<b>23238</b>	<b>380</b>	<b>210.520,00</b>	<b>42.180,00</b>	<b>11,6</b>

**Reservatório Boiúna 2006/2007**

			Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
ZMC	Ligação	Rede (km)	varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	652	60	33.240,00	6.660,00	0,3
ZMC 2	652	60	33.240,00	6.660,00	0,3
<b>Total</b>	<b>1304</b>	<b>120</b>	<b>66.480,00</b>	<b>13.320,00</b>	<b>0,7</b>

**Reservatório Curicica 2006/2007**

			Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
ZMC	Ligação	Rede (km)	varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	809	53	29.362,00	5.883,00	0,4
ZMC 2	809	53	29.362,00	5.883,00	0,4
ZMC 3	809	53	29.362,00	5.883,00	0,4
ZMC 4	1618	31	17.174,00	3.441,00	0,8
<b>Total</b>	<b>4045</b>	<b>190</b>	<b>105.260,00</b>	<b>21.090,00</b>	<b>2,0</b>

			2 Equipes Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
ZMC	Ligação	Rede (km)	varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
	<b>45.117</b>	<b>970</b>	<b>537.380,00</b>	<b>107.670,00</b>	<b>10</b>
			<b>806.070,00</b>	<b>161.505,00</b>	<b>2.050.000,00</b>
				<b>967.575,00</b>	

**Reservatório Jacarepaguá 2006/2007**

			Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
ZMC	Ligação	Rede (km)	varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	1300	92	50.968,00	10.212,00	0,7
ZMC 2	1850	90	49.860,00	9.990,00	0,9
ZMC 3	1600	75	41.550,00	8.325,00	0,8
ZMC 4	1300	75	41.550,00	8.325,00	0,7

critério final

ZMC 5	1550	75	41.550,00	8.325,00	0,8
ZMC 6	1600	80	44.320,00	8.880,00	0,8
ZMC 7	1547	91	50.414,00	10.101,00	0,8
<b>Total</b>	<b>10747</b>	<b>578</b>	<b>320.212,00</b>	<b>64.158,00</b>	<b>5,4</b>

**Reservatório Itanhangá 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	450	20	11.080,00	2.220,00	0,2
ZMC 2	600	35	19.390,00	3.885,00	0,3
ZMC 3	50	8	4.432,00	888,00	0,0
ZMC 4	700	45	24.930,00	4.995,00	0,4
ZMC 5	292	32	17.728,00	3.552,00	0,1
<b>Total</b>	<b>2092</b>	<b>140</b>	<b>77.560,00</b>	<b>15.540,00</b>	<b>1,0</b>

**Reservatório Recreio 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	1015	20	11.080,00	2.220,00	0,5
ZMC 2	972	25	13.850,00	2.775,00	0,5
ZMC 3	1886	67	37.118,00	7.437,00	0,9
ZMC 4	297	20	11.080,00	2.220,00	0,1
ZMC 5	1596	35	19.390,00	3.885,00	0,8
ZMC 6	1306	40	22.160,00	4.440,00	0,7
ZMC 7	969	30	16.620,00	3.330,00	0,5
<b>Total</b>	<b>8041</b>	<b>237</b>	<b>131.298,00</b>	<b>26.307,00</b>	<b>4,0</b>

**Reservatório Vargem Grande 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	158	40	22.160,00	4.440,00	0,1
ZMC 2	237	50	27.700,00	5.550,00	0,1
ZMC 3	207	50	27.700,00	5.550,00	0,1
<b>Total</b>	<b>602</b>	<b>140</b>	<b>77.560,00</b>	<b>15.540,00</b>	<b>0,3</b>

**Reservatório Outeiro 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	900	45	24.930,00	4.995,00	0,5
ZMC 2	825	45	24.930,00	4.995,00	0,4
ZMC 3	830	50	27.700,00	5.550,00	0,4
<b>Total</b>	<b>2555</b>	<b>140</b>	<b>77.560,00</b>	<b>15.540,00</b>	<b>1,3</b>

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
	24.037	1.235	684.190	137.085	2
			1.026.285,00	205.627,50	410.000,00
				1.231.912,50	

<b>total</b>	<b>69.154</b>	<b>2.205</b>	<b>R\$ 2.199.487,50</b>	<b>2.460.000,00</b>	R\$205.000,00 por kit
--------------	---------------	--------------	-------------------------	---------------------	-----------------------

**Reservatório Reunião 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	4120	55			2,1
ZMC 2	3500	50			1,8
ZMC 3	3400	50			1,7
ZMC 4	4120	55			2,1
ZMC 5	690	20			0,3
ZMC 6	700	50			0,4
<b>Total</b>	<b>16.530</b>	<b>280</b>	-	-	<b>8,3</b>

**Reservatório Taquara 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	8133	140			4,1
ZMC 2	5810	100			2,9
ZMC 3	5810	110			2,9
ZMC 4	3485	30			1,7
<b>Total</b>	<b>23238</b>	<b>380</b>	-	-	<b>11,6</b>

**Reservatório Boiúna 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	652	60			0,3
ZMC 2	652	60			0,3
<b>Total</b>	<b>1304</b>	<b>120</b>	-	-	<b>0,7</b>

**Reservatório Curicica 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	809	53			0,4
ZMC 2	809	53			0,4
ZMC 3	809	53			0,4
ZMC 4	1618	31			0,8
<b>Total</b>	<b>4045</b>	<b>190</b>	-	-	<b>2,0</b>

2 Equipes Pesquisa e Detecção de Vazamentos					Monitoramento de Vazão
ZMC	Ligação	Rede (km)	varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
	45.117	970	-	-	12
			-	-	2.460.000,00

**Reservatório Jacarepaguá 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	1300	92			0,7
ZMC 2	1850	90			0,9
ZMC 3	1600	75			0,8
ZMC 4	1300	75			0,7

ZMC 5	1550	75			0,8
ZMC 6	1600	80			0,8
ZMC 7	1547	91			0,8
<b>Total</b>	<b>10747</b>	<b>578</b>	-	-	<b>5,4</b>

**Reservatório Itanhangá 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	450	20			0,2
ZMC 2	600	35			0,3
ZMC 3	50	8			0,0
ZMC 4	700	45			0,4
ZMC 5	292	32			0,1
<b>Total</b>	<b>2092</b>	<b>140</b>	-	-	<b>1,0</b>

**Reservatório Recreio 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	1015	20			0,5
ZMC 2	972	25			0,5
ZMC 3	1886	67			0,9
ZMC 4	297	20			0,1
ZMC 5	1596	35			0,8
ZMC 6	1306	40			0,7
ZMC 7	969	30			0,5
<b>Total</b>	<b>8041</b>	<b>237</b>	-	-	<b>4,0</b>

**Reservatório Vargem Grande 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	158	40			0,1
ZMC 2	237	50			0,1
ZMC 3	207	50			0,1
<b>Total</b>	<b>602</b>	<b>140</b>	-	-	<b>0,3</b>

**Reservatório Outeiro 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	900	45			0,5
ZMC 2	825	45			0,4
ZMC 3	830	50			0,4
<b>Total</b>	<b>2555</b>	<b>140</b>	-	-	<b>1,3</b>

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
	24.037	1.235	-	-	-
			-	-	#VALOR!
					-

<b>total</b>	<b>69.154</b>	<b>2.205</b>	<b>R\$</b>	<b>-</b>	<b>2.460.000,00</b>
--------------	---------------	--------------	------------	----------	---------------------

**Reservatório Reunião 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	4120	55			2,1
ZMC 2	3500	50			1,8
ZMC 3	3400	50			1,7
ZMC 4	4120	55			2,1
ZMC 5	690	20			0,3
ZMC 6	700	50			0,4
<b>Total</b>	<b>16.530</b>	<b>280</b>	-	-	<b>8,3</b>

**Reservatório Taquara 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	8133	140			4,1
ZMC 2	5810	100			2,9
ZMC 3	5810	110			2,9
ZMC 4	3485	30			1,7
<b>Total</b>	<b>23238</b>	<b>380</b>	-	-	<b>11,6</b>

**Reservatório Boiúna 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	652	60			0,3
ZMC 2	652	60			0,3
<b>Total</b>	<b>1304</b>	<b>120</b>	-	-	<b>0,7</b>

**Reservatório Curicica 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	809	53			0,4
ZMC 2	809	53			0,4
ZMC 3	809	53			0,4
ZMC 4	1618	31			0,8
<b>Total</b>	<b>4045</b>	<b>190</b>	-	-	<b>2,0</b>

2 Equipes Pesquisa e Detecção de Vazamentos					Monitoramento de Vazão
ZMC	Ligação	Rede (km)	varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
	45.117	970	-	-	-
			-	-	#VALOR!
					-

**Reservatório Jacarepaguá 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	1300	92			0,7
ZMC 2	1850	90			0,9
ZMC 3	1600	75			0,8
ZMC 4	1300	75			0,7

ZMC 5	1550	75			0,8
ZMC 6	1600	80			0,8
ZMC 7	1547	91			0,8
<b>Total</b>	<b>10747</b>	<b>578</b>	-	-	<b>5,4</b>

**Reservatório Itanhangá 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	450	20			0,2
ZMC 2	600	35			0,3
ZMC 3	50	8			0,0
ZMC 4	700	45			0,4
ZMC 5	292	32			0,1
<b>Total</b>	<b>2092</b>	<b>140</b>	-	-	<b>1,0</b>

**Reservatório Recreio 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	1015	20			0,5
ZMC 2	972	25			0,5
ZMC 3	1886	67			0,9
ZMC 4	297	20			0,1
ZMC 5	1596	35			0,8
ZMC 6	1306	40			0,7
ZMC 7	969	30			0,5
<b>Total</b>	<b>8041</b>	<b>237</b>	-	-	<b>4,0</b>

**Reservatório Vargem Grande 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	158	40			0,1
ZMC 2	237	50			0,1
ZMC 3	207	50			0,1
<b>Total</b>	<b>602</b>	<b>140</b>	-	-	<b>0,3</b>

**Reservatório Outeiro 2006/2007**

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
ZMC 1	900	45			0,5
ZMC 2	825	45			0,4
ZMC 3	830	50			0,4
<b>Total</b>	<b>2555</b>	<b>140</b>	-	-	<b>1,3</b>

ZMC	Ligação	Rede (km)	Pesquisa e Detecção de Vazamentos		Monitoramento de Vazão
			varredura por 1 geofonamento eletrônico	varredura por correlação múltipla	Kit 100 loggers para 2000 lig
	24.037	1.235	-	-	11
			-	-	2.255.000,00
					-

total                    69.154            2.205            R\$                    -                    R\$205.000,00 por kit                    2.255.000,00

**APÊNDICE I**

**ACORDO DE MELHORIA DE DESEMPENHO - AMD**





## MINISTÉRIO DAS CIDADES

### INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 46 de 10 de Outubro de 2007

Regulamenta os procedimentos e as disposições relativas às operações de crédito no âmbito do programa SANEAMENTO PARA TODOS, instituído pela Resolução nº 476, de 31 de maio de 2005, modificada pela Resolução nº 491, de 14 de dezembro de 2005, ambas do Conselho Curador do FGTS.

**O MINISTRO DE ESTADO DAS CIDADES**, no uso das atribuições que lhe conferem os incisos I e II, do parágrafo único, do art. 87, da Constituição Federal, o inciso III, do art. 27, na Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, e o art. 3º do Anexo I, do Decreto nº 4.665, de 3 de abril de 2003, e;

considerando o art. 6º, da Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, e o art. 66, do Decreto nº 99.684, de 8 de novembro de 1990, que aprova o Regulamento Consolidado do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço;

considerando o disposto na Lei nº 1.628, de 20 de junho de 1952 e a Lei nº 5.662, de 21 de junho de 1971;

considerando o disposto na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007;

considerando o disposto no art. 9º-B, da Resolução nº 2.827, de 30 de março de 2001, do Conselho Monetário Nacional, suas alterações e aditamentos;

considerando o disposto nas Resoluções nºs 40, de 20 de dezembro de 2001 e 43, de 21 de dezembro de 2001, ambas do Senado Federal;

considerando o disposto na Resolução nº 460, de 14 de dezembro de 2004, suas alterações e aditamentos; na Resolução nº 476, de 31 de maio de 2005, na Resolução nº 491, de 14 de dezembro de 2005, nas Resoluções nºs 518 e 520, de 7 de novembro de 2006, nas Resoluções nºs 526 e 529, de 3 de maio de 2007, todas do Conselho Curador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço, resolve:

Art. 1º Regulamentar os procedimentos e as disposições relativas às operações de financiamento de ações no âmbito do programa SANEAMENTO PARA TODOS, instituído pela Resolução nº 476, de 31 de maio de 2005, modificada pela Resolução nº 491, de 14 de dezembro de 2005, ambas do Conselho Curador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço – CCFGTS, nos termos dos Anexos I, II e III que disciplinam respectivamente as operações com Mutuários Públicos; os procedimentos e disposições relativos ao Acordo de Melhoria de Desempenho e as Diretrizes para o Trabalho Sócio-Ambiental.

Art. 2º Os casos omissos e a revisão dos prazos estabelecidos se necessárias poderão ser solucionados pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental ou por normativos complementares.

Art. 3º Alterar os Anexos II e III da Instrução Normativa nº 36, de 31 de agosto de 2007 que passa a vigorar com a redação constante dos Anexos I e II desta Instrução Normativa, respectivamente.

Art. 4º Alterar a redação do Item 1.2 do Anexo I da Instrução Normativa nº 36, de 31 de agosto de 2007 que passa a vigorar com a seguinte redação:

“1.2. Considerados o FGTS e as demais fontes, serão habilitadas para contratação propostas de operação de crédito selecionadas até o limite de recursos disponíveis para contratação, dentro do montante autorizado pelo Conselho Monetário Nacional (CMN), identificadas em processo de consulta aos entes federados no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC , configuradas em empreendimentos de saneamento básico que tenham sido aprovadas pelo Grupo Executivo do PAC – GEPAC e objeto de Protocolo de Cooperação Federativa firmado entre a União e Estados ou Municípios para financiamento oneroso, cuja relação encontra-se no endereço eletrônico [www.cidades.gov.br](http://www.cidades.gov.br) .”

Art. 5º Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

**MARCIO FORTES DE ALMEIDA**

# PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS

## ANEXO I – MUTUÁRIOS PÚBLICOS

### 1 – OBJETO

Este Anexo I trata dos procedimentos e das disposições que regulamentam as operações de financiamento dos mutuários públicos do programa SANEAMENTO PARA TODOS instituído pela Resolução do CCFGTS nº 476, de 31 de maio de 2005, alterada pela Resolução nº 491, de 14 de dezembro de 2005. As operações de financiamento do programa SANEAMENTO PARA TODOS – Mutuários Públicos estão subordinadas às normas gerais que regem as operações do FGTS, às diretrizes da Resolução nº 460, de 14 de dezembro de 2004, suas alterações e aditamentos, às constantes deste Anexo e às normas complementares do Gestor da Aplicação e do Agente Operador.

**1.1** Não são financiáveis para mutuários públicos empreendimentos integrantes de serviço público de saneamento básico cuja prestação tenha sido delegada à empresa concessionária sob controle privado\*.

### 2 – OBJETIVO DO PROGRAMA

O programa SANEAMENTO PARA TODOS – Mutuários Públicos tem por objetivo promover a melhoria das condições de saúde e da qualidade de vida da população por meio de ações integradas e articuladas de saneamento básico em áreas urbanas. Para isso, o Programa financia empreendimentos ao setor público nas modalidades: abastecimento de água; esgotamento sanitário; saneamento integrado; desenvolvimento institucional; manejo de águas pluviais; manejo de resíduos sólidos; manejo de resíduos da construção e demolição; preservação e recuperação de mananciais; e estudos e projetos.

**2.1** Os empreendimentos para os quais sejam pleiteados financiamentos no âmbito do programa SANEAMENTO PARA TODOS devem adotar soluções técnicas que objetivem ganhos de eficiência e contribuam para a sua sustentabilidade econômica e soluções de gestão que promovam serviços eficazes e incorporem o controle social e a participação da sociedade.

### 3 – ORIGEM DE RECURSOS

Os recursos do FGTS para contratação de empreendimentos no programa SANEAMENTO PARA TODOS são os provenientes da área de Saneamento Básico – Saneamento para Todos – Setor Público, constante do Plano de Contratações e Metas Físicas que integra a Instrução Normativa nº 17, de 8 de maio de 2007 do Ministério das Cidades.

### 4 – BENEFICIÁRIOS FINAIS

Os beneficiários finais integram a população das áreas atendidas pelos empreendimentos.

### 5 – PARTICIPANTES DO PROGRAMA

São participantes do programa SANEAMENTO PARA TODOS – Mutuários Públicos:

- a) o Ministério das Cidades (MCIDADES), na qualidade de **Gestor da Aplicação**;
- b) a Caixa Econômica Federal, na qualidade de **Agente Operador**;
- c) as instituições financeiras habilitadas pelo Agente Operador na forma da regulamentação em vigor, na qualidade de **Agente Financeiro**;

---

\* Para efeito de aplicação do disposto neste normativo, considera-se privada a empresa em que o poder público não detenha a maioria das ações com direito a voto.

d) os Estados, os Municípios, o Distrito Federal e suas entidades da administração descentralizada, inclusive as empresas públicas, as sociedades de economia mista e os consórcios públicos de direito público, na qualidade de **Mutuário** e **Agente Promotor**; e

e) os Estados, os Municípios, o Distrito Federal e as empresas públicas ou sociedades de economia mista, na qualidade de **Garantidor**.

## **6 – MODALIDADES**

O programa SANEAMENTO PARA TODOS – Mutuários Públicos financia empreendimentos nas modalidades abaixo relacionadas:

- a) Abastecimento de Água;
- b) Esgotamento Sanitário;
- c) Saneamento Integrado;
- d) Desenvolvimento Institucional;
- e) Manejo de Águas Pluviais;
- f) Manejo de Resíduos Sólidos;
- g) Manejo de Resíduos da Construção e Demolição;
- h) Preservação e Recuperação de Mananciais; e
- i) Estudos e Projetos

**6.1** São pressupostos para o financiamento em qualquer modalidade:

a) a compatibilidade com o plano diretor municipal, com o plano municipal de saneamento básico ou do plano específico equivalente, assim como com os planos regionais pertinentes, inclusive com o plano da bacia hidrográfica, ou com plano estadual de recursos hídricos, quando existentes.

b) a previsão no projeto básico, no memorial descritivo, nas especificações técnicas e nas composições de custo do uso preferencial de agregados reciclados de resíduos da construção civil, atendendo o disposto nas normas da ABNT NBR 15.115 e 15.116; e

c) quando pleiteada nova unidade operacional de um sistema, a inexistência no mesmo sistema de unidades de mesmo tipo em desuso, sendo prioridade a recuperação das unidades fora de operação, salvo em razão de justificativa fundamentada em parecer técnico a ser apresentado pelo Mutuário.

## **6.2 Abastecimento de Água<sup>†</sup>**

Destina-se à promoção de ações com vistas ao aumento da cobertura ou da capacidade de produção de sistemas de abastecimento de água, sendo financiáveis os seguintes itens:

- a) elaboração de estudos complementares ao projeto básico e de projetos executivos do empreendimento objeto do financiamento;
- b) aquisição de materiais e equipamentos;
- c) execução de obras e serviços;
- d) execução de pesquisas de mananciais;
- e) execução de outros itens necessários ao adequado desempenho do empreendimento, incluindo, entre outros, eletrificação, estradas de acesso e de serviço, travessias e subestações rebaixadoras de tensão;

---

<sup>†</sup> Para municípios com população inferior a 150 mil habitantes poderão ser objeto de financiamento nesta modalidade os itens constantes da modalidade Desenvolvimento Institucional (item 6.5.2. b), exceto o subitem xii.

- f) execução de obras complementares vinculadas à segurança do empreendimento;
- g) execução de ações de preservação ambiental necessária à implantação do empreendimento;
- h) reassentamento de moradias cuja remoção se faz indispensável para a implantação do empreendimento;
- i) execução de trabalho sócio-ambiental que vise a sustentabilidade sócio-econômica e ambiental do empreendimento, incluindo ações de educação ambiental e promoção da participação comunitária; e
- j) aquisição de terreno, limitado ao valor pago atualizado ou ao valor de avaliação, o que for menor.

**6.2.1** O indicador de perdas de água do Prestador dos Serviços de abastecimento de água estabelece restrições para o financiamento dos seguintes tipos de empreendimentos:

Empreendimento	Indicador de perdas acima de 50%	Indicador de perdas entre 30% e 50%
Aumento da capacidade de produção de água	Não financiável	Financiável apenas quando acompanhadas de execução de programa de desenvolvimento institucional destinado à redução de perdas de água
Outros na modalidade abastecimento de água	Financiável apenas quando acompanhadas de execução de programa de desenvolvimento institucional destinado à redução de perdas de água	

**6.2.1.1** O indicador de perdas aqui referido será o maior dos valores percentuais obtidos por meio das seguintes fórmulas<sup>‡</sup>, considerando as informações relativas ao último exercício anual ou a conjunto contínuo de doze meses mais recentes:

$$\text{Índice de Perdas na Distribuição} = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)} - \text{Volume de Água Consumido}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$$

$$\text{Índice de Perdas de Faturamento} = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)} - \text{Volume de Água Faturado}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$$

**6.2.2** Os empreendimentos nesta modalidade devem ainda:

- a) observar as diretrizes e recomendações previstas no plano de saneamento básico ou em plano de abastecimento de água;
- b) quando da inexistência de plano de saneamento básico ou de plano de abastecimento de água, se apoiar no compromisso do Executivo Municipal de elaboração do plano de saneamento básico até 31.12.2010;

<sup>‡</sup> Para informação adicional, consultar: Programa de Modernização do Setor Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2005. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2006 ou edição mais recente.

c) ter definido o manancial abastecedor e a alternativa de tratamento que deve atender o disposto na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, em particular na exigência de tratamento adequado, no mínimo, com filtração quando o manancial for de superfície e, no mínimo, com desinfecção quando o manancial for subterrâneo;

d) apresentar outorga emitida pela autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal e informações que comprovem capacidade para atender as demandas projetadas, quando incluírem captação de água subterrânea;

e) incluir as ligações domiciliares e os hidrômetros quando se tratar de implantação ou ampliação de rede de distribuição;

f) assegurar compatibilidade com a capacidade de produção de água instalada quando se tratar de ampliação da rede de distribuição; e

g) prever o assentamento enterrado das redes de distribuição de água, observando as normas técnicas aplicáveis, exceto nos empreendimentos em áreas de favelas adensadas, instaladas em terrenos íngremes ou solo que não permita a abertura manual de valas, quando serão, excepcionalmente, admitidas apoiadas sobre o terreno ou através de outra solução tecnicamente viável, desde que assegurada a adequada proteção das instalações e a integridade física e patrimonial de terceiros.

### **6.3 Esgotamento Sanitário**

Destina-se à promoção de ações com vistas ao aumento da cobertura de sistemas de esgotamento sanitário ou da capacidade de tratamento e destinação final adequados de efluentes, sendo financiáveis os seguintes itens:

a) elaboração de estudos complementares ao projeto básico e de projetos executivos do empreendimento objeto do financiamento;

b) aquisição de materiais e equipamentos;

c) execução de obras e serviços;

d) execução de outros itens necessários ao adequado desempenho do empreendimento, incluindo, entre outros, eletrificação, estradas de acesso e de serviço, travessias e subestações rebaixadoras de tensão;

e) execução de obras complementares vinculadas à segurança do empreendimento, inclusive de manejo de águas pluviais;

f) execução de ações de preservação ambiental necessária à implantação do empreendimento;

g) reassentamento de moradias cuja remoção se faz indispensável para a implantação do empreendimento;

h) execução de trabalho sócio-ambiental que vise a sustentabilidade sócio-econômica e ambiental do empreendimento, incluindo ações de educação ambiental e promoção da participação comunitária; e

i) aquisição de terreno, limitado ao valor pago atualizado ou ao valor de avaliação, o que for menor.

#### **6.3.1 Os empreendimentos nesta modalidade devem ainda:**

a) observar as diretrizes e recomendações previstas no plano de saneamento básico ou em plano diretor de esgotamento sanitário;

b) quando da inexistência de plano de saneamento básico ou de plano de esgotamento sanitário, se apoiar no compromisso do Executivo Municipal de elaboração do plano de saneamento básico até 31.12.2010;

**PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS**  
**ANEXO II- ACORDO DE MELHORIA DE DESEMPENHO – AMD**

**1 – OBJETO**

Este Anexo trata dos procedimentos e das disposições que regulamentam o Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD) no âmbito da Resolução do CCFGTS nº 476, de 31 de maio de 2005, alterada pela Resolução nº 491, de 14 de dezembro 2005, que instituiu o programa SANEAMENTO PARA TODOS e do disposto no inciso IV, § 3º, Art. 9º B, da Resolução do Conselho Monetário Nacional nº 2.827, de 30 de março de 2001, e suas alterações.

**2 – OBJETIVO**

O objetivo do AMD é promover a eficiência, a eficácia e a qualidade na prestação dos serviços de saneamento básico.

**3 – ABRANGÊNCIA E APLICAÇÃO**

3.1 As contratações de operações de crédito para financiamento de ações de saneamento básico no âmbito do programa SANEAMENTO PARA TODOS nas modalidades abastecimento de água, esgotamento sanitário, desenvolvimento institucional e manejo de resíduos sólidos ficam sujeitas à celebração de AMD entre o Ministério das Cidades (MCIDADES) e o Prestador de Serviços, com a interveniência do Agente Financeiro.

3.2 O AMD será formalizado mediante “Termo de Compromisso”, entre o MCIDADES, representado pelo Secretário Nacional de Saneamento Ambiental e o Prestador de Serviços, representado por seu dirigente máximo, com a interveniência do representante legal do Agente Financeiro.

3.3 Fica dispensada a celebração de novo AMD, quando:

- a) já houver AMD celebrado no mesmo exercício, sendo necessário, na hipótese de Agente Financeiro diferente, apenas termo aditivo incluindo o novo interveniente;
- b) já houver AMD em vigência, celebrado em exercício anterior, sendo necessário apenas termo aditivo de modo a estabelecer metas para os cinco exercícios subsequentes e na hipótese de Agente Financeiro diferente, incluir o novo interveniente.

**4 – DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO QUADRO DE METAS**

O AMD é um instrumento pelo qual o Prestador de Serviços compromete-se a cumprir Metas de Desempenho Institucional\*\*\*\* e condições complementares que visam assegurar o acompanhamento e fiscalização das metas do Acordo.

Na elaboração do Quadro de Metas do AMD o Prestador de Serviços apresentará, para aprovação pela SNSA/MCIDADES, proposta de Metas de Desempenho Institucional, obedecendo aos seguintes critérios:

a) para empreendimentos nas modalidades **abastecimento de água, esgotamento sanitário e desenvolvimento institucional** são adotados os indicadores e respectivos parâmetros de referência constantes do Quadro de Indicadores, Parâmetros e Critérios Para Metas de Desempenho Institucional – Apêndice 1 deste Anexo; e

b) para empreendimentos nas modalidades **manejo de resíduos sólidos e desenvolvimento institucional** são adotados os indicadores e respectivos parâmetros de referência constantes do Quadro de Indicadores, Parâmetros e Critérios Para Metas de Desempenho Institucional – Apêndice 2 deste Anexo.

---

\*\*\*\* Anteriormente designadas como Metas de Desempenho Empresarial

**4.1** As Metas de Desempenho Institucional devem contemplar objetivos anuais e abranger um período de cinco anos a partir da contratação do financiamento. A definição das Metas deve observar os parâmetros constantes dos Apêndices 1 e 2 deste Anexo, conforme a modalidade.

**4.2** No caso de empreendimentos nas modalidades **abastecimento de água, esgotamento sanitário e desenvolvimento institucional** conforme Apêndice 1 devem ser observados ainda os seguintes requisitos:

a) respeitar os valores nominais mínimos de melhoria anual estabelecidos no quadro de indicadores, parâmetros e critérios, quando o indicador estiver nos níveis de desempenho “B” ou “C”; e

b) caso o indicador esteja no nível de desempenho “A” ou o atinja antes do quinto ano, as metas não observarão incrementos mínimos, cabendo ao Prestador de Serviços, livremente, a proposição da melhoria para negociação com a SNSA/MCIDADES.

**4.3** As Metas de Desempenho Institucional estabelecidas no AMD deverão ser calculadas considerando a média do desempenho do Prestador de Serviços apurado nos dois últimos anos e utilizando as informações fornecidas ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, quando disponíveis.

## **5 – CONDIÇÕES COMPLEMENTARES**

**5.1** O Prestador de Serviços que subscrever AMD deverá:

a) fornecer a SNSA/MCIDADES, nos prazos pré-estabelecidos ou quando solicitado, as informações necessárias à verificação do cumprimento das Metas de Desempenho estabelecidas no AMD;

b) disponibilizar à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - SNSA/MCIDADES, quando solicitado, o acesso às instalações e às informações necessárias à comprovação do cumprimento das Metas de Desempenho Institucional e condições complementares estabelecidas no AMD;

c) disponibilizar as informações referentes à prestação de serviços de saneamento básico sob sua responsabilidade encaminhando-as anualmente, e nos prazos regulares, para inclusão no SNIS;

d) comprovar, no caso dos Prestadores de Serviços de distribuição de água, o cumprimento do disposto no Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005.

**5.2** A SNSA/MCIDADES dará conhecimento aos intervenientes Agentes Financeiros das informações fornecidas pelo Prestador de Serviços que subscrever AMD.

## **6 – VIGÊNCIA DO ACORDO DE MELHORIA DE DESEMPENHO**

O AMD permanecerá vigente enquanto houver metas a serem cumpridas.

## **7 – REPACTUAÇÃO DE METAS E CONDIÇÕES**

Por solicitação devidamente justificada do Prestador de Serviços e a critério da SNSA/MCIDADES, as metas poderão ser revistas, mantida a vigência do AMD.

No caso de revisões de metas solicitadas pelo Prestador de Serviços, a SNSA/MCIDADES poderá estabelecer condições adicionais que considerar necessárias ao objetivo da melhoria de desempenho do prestador.

## **8 – PRORROGAÇÃO DO ACORDO DE MELHORIA DE DESEMPENHO**

O Prestador de Serviços manterá apenas um AMD em vigência, ao qual será anexado quadro de Metas de Desempenho Institucional.



No caso de nova contratação de operação de crédito, em exercício subsequente ao da celebração do AMD, o mesmo será prorrogado por meio de Termo Aditivo, estendendo-se aos 5 (cinco) anos seguintes a contar do ano da nova contratação, obedecendo aos critérios e parâmetros regulares estabelecidos para elaboração de quadros de metas, cabendo ao Prestador de Serviços a apresentação de proposta para aprovação prévia pela SNSA/MCIDADES, sendo que nesta situação, o Quadro de Metas de Desempenho Institucional deverá ser complementado e suas metas estendidas até a nova vigência do AMD..

## **9 – VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DAS CONDIÇÕES CONTRATUAIS**

A verificação do cumprimento das metas e condições do AMD será realizada pela SNSA/MCIDADES, com base nas informações fornecidas pelo Prestador de Serviços, ficando as mesmas sujeitas a auditorias periódicas a critério da referida Secretaria. Será considerado adimplente o Prestador de Serviços que:

- a) cumprir pelo menos 4(quatro) das 8 (oito) Metas de Desempenho Institucional no caso de abastecimento de água e esgotamento sanitário e de pelo menos 3(três) das 6(seis) Metas no caso de resíduos sólidos;
- b) atender as condições complementares constantes do AMD.

## **10 – PENALIDADES**

O Prestador de Serviços não adimplente será inabilitado para a participação em processo de seleção para contratação de operação de crédito e para celebração de novos contratos de financiamento de ações de saneamento básico com recursos onerosos enquanto perdurar a inadimplência e terá os desembolsos suspensos de todos os contratos financiados com recursos onerosos em que seja Mutuário, caso deixe de atender as alíneas a), b) ou c) das Condições Complementares dispostas no item 5 deste Anexo.

No caso de constatação de fraude nas informações fornecidas pelo Prestador de Serviços, ficam inabilitados os sistemas de saneamento básico sob sua gestão operacional para recebimento de novos financiamentos com recursos onerosos pelo período de dois anos a contar da data de verificação e ficará o Prestador de Serviços sujeito à adoção de medidas legais cabíveis por parte do MCIDADES.

## **11 – CADASTRO**

Com base na verificação do cumprimento de metas de desempenho e demais condições estabelecidas no AMD, a SNSA/MCIDADES manterá cadastro atualizado dos Prestadores de Serviços adimplentes e inadimplentes com o AMD.

Os governos dos Municípios e Estados em cujos territórios opere o Prestador de Serviços serão comunicados pela SNSA/MCIDADES, sempre que o mesmo esteja inadimplente e os sistemas por ele operados impossibilitados de receber novos empreendimentos financiados com recursos onerosos.

## **12 – PUBLICAÇÃO**

O MCIDADES fará publicar no Diário Oficial da União, relação dos Prestadores de Serviços que celebraram AMD com a SNSA/MCIDADES, bem como manterá no sítio do Ministério das Cidades na Internet ([www.cidades.gov.br](http://www.cidades.gov.br)) relação atualizada dos referidos Acordos.

**PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS**  
**ANEXO II – ACORDO DE MELHORIA DE DESEMPENHO – AMD**

**APÊNDICE 1 – QUADRO DE INDICADORES, PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA METAS DE DESEMPENHO INSTITUCIONAL – ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO SANITÁRIO E DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL (ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO)**

Grupo	Indicador	Definição do indicador	Equação <sup>(1)</sup>	Unidade	Nível de Desempenho					
					A		B		C	
					Faixa de referência	Melhoria nominal mínima anual	Faixa de referência	Melhoria nominal mínima anual	Faixa de referência	Melhoria nominal mínima anual
A	Indicador de Suficiência de Caixa	$\frac{\text{Arrecadação Total}}{\text{Desp. de Exploração + Serv. da Dívida (amort., juros e var. cambial) + Desp. Fiscais ou Tribut. (ref. DTS)}}$	$\frac{100 \times F06}{F15 + (F34 + F16) + F22}$	%	≥ 115%	Manter-se na faixa de referência	Entre 115% e 90%	1,5%	≤ 90%	2,5%
B	Índice de Evasão de Receitas	$\frac{\text{Receita Operacional Total} - \text{Arrecadação Total}}{\text{Receita Operacional Total}}$	$100 \times \frac{(F05 - F06)}{F05}$	%	≤ 5%	Manter-se na faixa de referência	Entre 5% e 15%	1%	≥ 15%	2%
B	Dias de Faturamento Comprometidos com Contas a Receber	$\frac{\text{SALDO DO CRÉDITO DE CONTAS A RECEBER}}{\text{Receita Operacional Total}}$	$\frac{F08 \times 360}{F02 + F03 + F07}$	dias	≤ 90	Manter-se na faixa de referência	Entre 90 e 180	5 dias	≥ 180	10 dias
C	Índice de Perdas por Ligação	$\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço) - Volume de Água Consumido}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$	$\frac{(A06 + A18 - A24) - A10}{A02^*}$	l/(dia.lig)	≤ 250	Manter-se na faixa de referência	Entre 250 e 500	15 l/(dia.lig)	≥ 500	25 l/(dia.lig)
C	Índice de Perdas de Faturamento	$\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço) - Volume de Água Faturado}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço)}}$	$100 \times \frac{[(A06 + A18 - A24) - A11]}{(A06 + A18 - A24)}$	%	≤ 25%	Manter-se na faixa de referência	Entre 25% e 40%	1,5%	≥ 40%	2,0%
D	Índice de Hidromederação	$\frac{\text{QUANTIDADE DE LIG. ATIVAS DE ÁGUA MICROMEDIDAS}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$	$\frac{100 \times A04^*}{A02^*}$	%	≥ 95%	Manter-se na faixa de referência	Entre 95% e 75%	1%	≤ 75%	2,5%
D	Índice de Macromedicação	$\frac{\text{Volume de Água Macromedido}}{\text{Volume de Água Tratada Exportado}}$	$100 \times \frac{(A12 - A19)}{(A06 + A18 - A19)}$	%	≥ 95%	Manter-se na faixa de referência	Entre 95% e 75%	1%	≤ 75%	2,5%

**APÊNDICE II**

**DEFINIÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO APLICADOS A PERDAS -SNIS**

## ANEXO A - GLOSSÁRIO

### INFORMAÇÕES OPERACIONAIS - ÁGUA

#### **AG001** População total atendida com abastecimento de água

Valor da soma das populações urbana e rural –sedes municipais e localidades– atendidas com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência.

Corresponde à população que é efetivamente servida com os serviços, ou seja, está associada à quantidade de economias residenciais ativas de água. No SNIS é adotado o valor estimado pelo próprio prestador de serviços e corresponde à soma das informações AG025 e AG026.

Não deve ser confundida com a população total dos municípios atendidos com abastecimento de água, identificada pelo código G12a. A população AG001 deve ser menor ou igual à população da informação G12a.

Unidade: habitante

Referências: AG013; AG025; AG026; X035; X040; X050; X095; X115; X125

---

#### **AG002** Quantidade de ligações ativas de água

Quantidade de ligações ativas de água à rede pública, providas ou não de hidrômetro, que contribuíram para o faturamento, no último dia do ano de referência.

Unidade: ligação

Referências: X035; X040; X090; X170

---

#### **AG003** Quantidade de economias ativas de água

Quantidade de economias ativas de água, que contribuíram para o faturamento, no último dia do ano de referência.

Unidade: economia

Referências: X035; X040; X050; X170

---

#### **AG004** Quantidade de ligações ativas de água micromedidas

Quantidade de ligações ativas de água, providas de hidrômetro em funcionamento regular, que contribuíram para o faturamento, no último dia do ano de referência.

Unidade: ligação

Referências: X035; X040; X090; X170

---

#### **AG005** Extensão da rede de água

Comprimento total da malha de distribuição de água, incluindo adutoras, subadutoras e redes distribuidoras e excluindo ramais prediais, operada pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência.

Unidade: km

Referências: X035; X115

---

#### **AG006** Volume de água produzido

Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada, que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) respectiva(s) entrada(s) do sistema de distribuição.

Unidade: 1.000 m<sup>3</sup>/ano

Referências: AG016; X065; X115; X135; X160

---

## ANEXO A - GLOSSÁRIO

### INFORMAÇÕES OPERACIONAIS - ÁGUA

#### **AG007** Volume de água tratado em ETA(s)

Volume anual de água submetido a tratamento, incluindo a água bruta captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s). Deve estar computado no volume de água produzido (AG006). Não inclui o volume de água tratada por simples desinfecção em UTS(s) e nem o volume importado de água já tratada.

Unidade: 1.000 m<sup>3</sup>/ano

Referências: AG006; AG015; AG016; AG018;  
X065; X115; X160

---

#### **AG008** Volume de água micromedido

Volume anual de água medido pelos hidrômetros instalados nos ramais prediais.

Não deve ser confundido com o volume de água consumido, identificado pelo código AG010, pois nesse último incluem-se, além dos volumes medidos, também aqueles estimados para os usuários de economias não medidas. O volume da informação AG010 deve ser maior ou igual ao volume da informação AG008.

Unidade: 1.000 m<sup>3</sup>/ano

Referências: AG002; X040; X090

---

#### **AG010** Volume de água consumido

Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido (AG008), o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado e o volume de água tratada exportado.

Não deve ser confundido com o volume de água faturada, identificado pelo código AG011, pois para o cálculo desse último, os prestadores de serviços adotam parâmetros de consumo mínimo ou médio, que podem ser superiores aos volumes efetivamente consumidos. O volume da informação AG011 deve ser maior ou igual ao volume da informação AG010.

Unidade: 1.000 m<sup>3</sup>/ano

Referências: AG008; AG019

---

#### **AG011** Volume de água faturado

Volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado.

A receita operacional correspondente deve estar computada na informação FN002.

Unidade: 1.000 m<sup>3</sup>/ano

Referências: AG008; AG019; FN002; X050; X170

---

#### **AG012** Volume de água macromedido

Valor da soma dos volumes anuais de água medidos por meio de macromedidores permanentes: na(s) saída(s) da(s) ETA(s), da(s) UTS(s) e do(s) poço(s), bem como no(s) ponto(s) de entrada de água tratada importada, se existirem.

Unidade: 1.000 m<sup>3</sup>/ano

Referências: AG006; AG007; AG015; AG018;  
X065; X160

---

#### **AG013** Quantidade de economias residenciais ativas de água

Quantidade de economias residenciais ativas de água, que contribuíram para o faturamento, no último dia do ano de referência.

Unidade: economia

Referências: X035; X040; X050; X170

---

## ANEXO A - GLOSSÁRIO

### INFORMAÇÕES OPERACIONAIS - ÁGUA

#### **AG020** Volume micromedido nas economias residenciais ativas de água

Volume anual de água apurado pelos hidrômetros, consumido nas economias residenciais ativas micromedidas. Deve estar computado no volume de água micromedido (AG008).

Unidade: 1.000 m<sup>3</sup>/ano

Referências: AG008; AG022; X040; X050

---

#### **AG021** Quantidade de ligações totais de água

Quantidade de ligações totais (ativas e inativas) de água à rede pública, providas ou não de hidrômetro, existente no último dia do ano de referência.

Unidade: ligação

Referências: X035; X040; X080; X090

---

#### **AG022** Quantidade de economias residenciais ativas de água micromedidas

Quantidade de economias residenciais ativas de água cujas respectivas ligações são providas de hidrômetro em funcionamento regular, que contribuíram para o faturamento, no último dia do ano de referência.

Unidade: economia

Referências: X035; X040; X050; X090; X170

---

#### **AG024** Volume de água de serviço

Valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais com o volume de água recuperado.

Unidade: 1.000 m<sup>3</sup>/ano

Referências: X041; X165

---

#### **AG025** População rural atendida com abastecimento de água

Valor da população rural atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população que é efetivamente servida com os serviços, ou seja, está associada à quantidade de economias residenciais ativas de água na zona rural.

No SNIS é adotado o valor estimado pelo próprio prestador de serviços, que em geral faz uma estimativa usando o produto da quantidade de economias residenciais ativas de água na zona rural multiplicada pela taxa média de habitantes por domicílio do respectivo município, obtida no último Censo ou Contagem de População do IBGE.

Unidade: habitante

Referências: AG001; AG013; AG026; X035; X040; X050; X115

---

#### **AG026** População urbana atendida com abastecimento de água

Valor da população urbana atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população que é efetivamente servida com os serviços, ou seja, está associada à quantidade de economias residenciais ativas de água na zona urbana.

No SNIS é adotado o valor estimado pelo próprio prestador de serviços, que em geral faz uma estimativa usando o produto da quantidade de economias residenciais ativas de água na zona urbana multiplicada pela taxa média de habitantes por domicílio do respectivo município, obtida no último Censo ou Contagem de População do IBGE.

Não deve ser confundida com a população urbana dos municípios atendidos com abastecimento de água, identificada pelo código G06a. A população AG026 deve ser menor ou igual à população da informação G06a.

Unidade: habitante

Referências: AG001; AG013; AG025; X035; X040; X050; X115

---

## ANEXO A - GLOSSÁRIO

### INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

**X015** Agente fornecedor

Agente (empresa, autarquia, departamento, entre outros) responsável pela produção da água ou esgoto que está sendo importada.

Unidade:

Referências:

---

**X025** Amostra para análises de qualidade

Amostra da água distribuída para o consumo humano, coletada com a finalidade de serem realizadas análises físico-químico-bacteriológicas para monitoramento da qualidade da água, nos termos da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Unidade:

Referências: X027

---

**X027** Portaria 518/04 do Ministério da Saúde

Portaria do Ministério da Saúde que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Os prestadores de serviços de abastecimento de água estão obrigados ao cumprimento da Portaria.

Unidade:

Referências:

---

**X035** Ano de referência

Ano ao qual correspondem as informações solicitadas .

Unidade:

Referências:

---

**X040** Ativa

Distinção dada às ligações e economias que estão em pleno funcionamento e que contribuem para o faturamento.

Unidade:

Referências: X035; X050; X090

---

**X041** Volume de água para atividades operacionais e especiais

Volume de água utilizado como insumo operacional para desinfecção de adutoras e redes, para testes hidráulicos de estanqueidade e para limpeza de reservatórios, de forma a assegurar o cumprimento das obrigações estatutárias do operador (particularmente aquelas relativas à qualidade da água). São volumes plenamente conhecidos do operador, que varia em função da natureza do evento e das características da parte do sistema envolvido.

Unidade:

Referências: AG024

---

**X042** Volume de água para atividades especiais

Volume de água utilizado para usos especiais, enquadrando-se nesta categoria, os consumos dos prédios próprios do operador, os volumes transportados por caminhões-pipa, os consumidos pelo corpo de bombeiros, os abastecimentos realizados a título de suprimentos sociais, como para favelas e chafarizes, por exemplo, os usos para lavagem de ruas e rega de espaços verdes públicos, e os fornecimentos para obras públicas. De preferência, os usos considerados neste item devem ser medidos e controlados.

Unidade:

Referências: AG024

---

**INDICADORES OPERACIONAIS-ÁGUA**

REF.	DEFINIÇÃO DO INDICADOR	EQUAÇÃO <sup>1</sup>	EXPRESSO EM
IN <sub>001</sub>	<b>Densidade de Economias de Água por Ligação</b> $\frac{\text{Quantidade de Economias Ativas de Água}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$	$\frac{AG003 *}{AG002 *}$	economia/ligação
IN <sub>009</sub>	<b>Índice de Hidrometração</b> $\frac{\text{Quantidade de Ligação Ativas de Água Micromedidas}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$	$\frac{AG004 *}{AG002 *}$	percentual
IN <sub>010</sub>	<b>Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado<sup>2</sup></b> $\frac{\text{Volume de Água Micromedido}}{\text{Volume de Água Disponibilizado para Distribuição (VD)}^2} - \text{Volume de Água de Serviços}$	$\frac{AG008}{VD - AG024}$	percentual
IN <sub>011</sub>	<b>Índice de Macromedição</b> $\frac{\text{Volume de Água Macromedido} - \text{Volume de Água Tratado Exportado}}{\text{Volume de Água Disponibilizado para Distribuição (VD)}^2}$	$\frac{AG012 - AG019}{VD}$	percentual
IN <sub>013</sub>	<b>Índice de Perdas de Faturamento</b> $\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço) - Volume de Água Faturado}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$	$\frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG011}{(AG006 + AG018 - AG024)}$	percentual

<sup>1</sup> As equações consideram variáveis expressas em unidades compatíveis.<sup>2</sup> VD = Volumes de água (produzido + tratado importado – tratado exportado), ou seja, AG006 + AG018 – AG019.

\* No caso dessa informação, o cálculo considera a média aritmética: (dez/ano anterior + dez/ano de referência)/2.



**INDICADORES OPERACIONAIS-ÁGUA (continuação)**

REF.	DEFINIÇÃO DO INDICADOR	EQUAÇÃO <sup>1</sup>	EXPRESSO EM
IN <sub>028</sub>	<b>Índice de Faturamento de Água</b> $\frac{\text{Volume de Água Faturado}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$	$\frac{AG011}{AG006 + AG018 - AG024}$	percentual
IN <sub>043</sub>	<b>Participação das Economias Residenciais de Água no Total das Economias de Água</b> $\frac{\text{Quantidade de Economias Residências Ativas de Água}}{\text{Quantidade de Economias Ativas de Água}}$	$\frac{AG013 *}{AG003 *}$	percentual
IN <sub>044</sub>	<b>Índice de Micromedição Relativo ao Consumo</b> $\frac{\text{Volume de Água Micromedido}}{\text{Volume de Água Consumido - Volume de Água Tratado Exportado}}$	$\frac{AG008}{AG010 - AG019}$	percentual
IN <sub>049</sub>	<b>Índice de Perdas na Distribuição</b> $\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço) - Volume de Água Consumido}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$	$\frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG010}{AG006 + AG018 - AG024}$	percentual
IN <sub>050</sub>	<b>Índice Bruto de Perdas Lineares</b> $\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço) - Volume de Água Consumido}}{\text{Extensão da Rede de Água}}$	$\frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG010}{AG005 *}$	m <sup>3</sup> /(dia.km)
IN <sub>051</sub>	<b>Índice de Perdas por Ligação</b> $\frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço) - Volume de Água Consumido}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$	$\frac{(AG006 + AG018 - AG024) - AG010}{AG002 *}$	(L/dia)/ligação

<sup>1</sup> As equações consideram variáveis expressas em unidades compatíveis.

\* No caso dessa informação, o cálculo considera a média aritmética: (dez/ano anterior + dez/ano de referência)/2.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)