



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE, ÁGUAS E SANEAMENTO**

**GESTÃO DAS PERDAS DE ÁGUA E ENERGIA EM  
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA  
EMBASA: UM ESTUDO DOS FATORES  
INTERVENIENTES NA RMS**

**RENAVAN ANDRADE SOBRINHO**

**Salvador  
2012**

**RENAVAN ANDRADE SOBRINHO**

**GESTÃO DAS PERDAS DE ÁGUA E ENERGIA EM  
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA  
EMBASA: UM ESTUDO DOS FATORES  
INTERVENIENTES NA RMS**

Dissertação apresentada a Escola Politécnica da  
Universidade Federal da Bahia como requisito para  
a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente,  
Águas e Saneamento.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Campos Borja

Salvador  
2012

---

S553 Andrade Sobrinho, Renavan

Gestão das perdas de água e energia em sistemas de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS / Renavan Andrade Sobrinho. – Salvador, 2012.

288 f. : il. color.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Patrícia Campos Borja

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2012.

1..Água- perdas. 2. Água-eficiência energética. 3. Embasa-abastecimento-Salvador I. Borja, Patrícia Campos II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDD : 628.1

---

## AGRADECIMENTOS

Desenvolver uma Dissertação de Mestrado é uma tarefa árdua, que exige empenho e dedicação, além da renúncia de diversas outras atividades que envolvem a família e os amigos, principalmente, para aquele mestrando que tem sua vida profissional. Como resultado vem um produto que me dá orgulho de contribuir com a sociedade, com a Universidade Federal da Bahia (a quem devo minha formação profissional) e com a empresa que a 14 anos de minha vida me dedico com tanto afinco que é a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A - Embasa.

Dessa forma, gostaria de agradecer a algumas pessoas que fizeram desse sonho idealizado por minha querida mãe, uma realidade:

- A minha mãe, Conceição, que é a musa inspiradora de minha vida pessoal e profissional; a ela que sempre sonhou em ter um filho seguindo sua carreira acadêmica tão vitoriosa; a ela por todo esforço de criar a mim e meus irmãos dignamente tendo o orgulho de sempre dizer "sou professora e faço o que eu amo"; a ela que me tornou a pessoa que sou hoje; a ela que me guia, me aconselha, me ama de forma indescritível, esse é o meu primeiro presente dos seus 70 anos de vida que vai se completar esse ano. Mãe, eu te amo.
- Ao meu filho, Renavan, que é a alegria de meus dias, que é a fonte inspiradora de minha vida; meu clone lindo; ao vê-lo parece que meus problemas não mais existem e que tenho força para superar todas as dificuldades do mundo. Dedico essa Dissertação a você e peço desculpas por tantos momentos que deixamos de brincar, de sair, de ver televisão, de estar juntos.
- A minha avô, Idalice, minha segunda mãe. Você estará sempre presente em minha memória e sei que no plano espiritual onde se encontra, está me apoiando e feliz com essa vitória alcançada por, como você dizia, "meu neto querido".

- A todos os meus irmãos, mais em especial a Cecinha, que apesar das nossas fortes divergências de ideologia e forma de enxergar e conduzir a vida, sempre esteve presente ao meu lado.
- A minha orientadora Professora Patrícia Borja, que em todos os momentos me incentivou a persistir, a buscar um trabalho cada vez mais com qualidade. Agradeço pela paciência, dedicação e pela amizade feita ao longo desses dois anos. A Escola Politécnica e o Departamento de Engenharia Ambiental precisam muito de pessoas como você.
- Aos professores Luís Moraes e Roque Angélico que compõem a banca examinadora, obrigado pelo apoio desde o início dessa jornada e por fazer parte desse momento especial de minha vida.
- Ao amigo Sílvio Orrico, grande incentivador para o meu crescimento profissional (desde estagiário) que com sua perspicácia me fez ver a necessidade de voltar a estudar até chegar nesse momento.
- Ao amigo Valmir, pelo apoio em todos os momentos, você é uma pessoa especial. Obrigado por tudo.
- Aos amigos e colegas da Embasa, mais especificamente da Superintendência Metropolitana (OM) e Unidades Regionais (UMB, UMC, UMF, UMJ, UML e UMS), à Ivana Borges da Coordenação Comercial (CCOM), à Iodésio Andrade e Elton Carvalho do Departamento de Política Energética (OPE) e da Unidade Setorial de Apoio Técnico da Região Metropolitana (OMT) que contribuíram para esse trabalho como entrevistados e com a disponibilização das informações necessárias. Agradecimento especial a Cristiana Villas Boas e Inês Barreto (OMT) que são grandes incentivadoras e em especial amigas que ajudaram de forma diferenciada nessa Dissertação.
- Aos colegas Eduardo Araújo (Diretor de Operações da Embasa), Carlos Ramirez (Superintendente da RMS) e Alberto Magalhães (Assessor da Diretoria de Operações) pela confiança depositada nesse trabalho.
- Ao amigo Cícero Monteiro (Secretário de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia) pela confiança e apoio nessa reta final da Dissertação.
- A Kelly Cristina minha assessora realmente especial, conselheira, amiga e disposta para resolver todos os assuntos. Obrigado pelas "seguradas de barra" e por aturar às vezes minha falta de humor.

- As estagiárias Maria Sara e Débora Cardoso por todo o apoio nessa Dissertação. Vocês foram demais!!!
- Ao "Heavy Metal" que sempre me traz a inspiração, a energia e a força (God Save the Metal).
- Ao Esporte Clube Bahia pelas alegrias ao longo desses anos de vida.
- A todos meus verdadeiros amigos e a aqueles que sempre deram um apoio.

**"O conhecimento adquirido é uma coisa  
que fará parte de você para sempre  
e nunca ninguém poderá subtrai-lo"**  
(Maria Conceição Gomes de Melo)

## RESUMO

No Brasil, apesar das experiências de diversos programas e projetos para o controle das perdas de água e de eficiência energética, os prestadores de serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário ainda apresentam números elevados em relação aos padrões internacionais de países desenvolvidos. A Embasa como um dos principais prestadores de serviços públicos do País, também apresenta essa dura realidade, principalmente considerando os seus grandes centros urbanos, e, em especial, Salvador, a capital do estado. A presente pesquisa objetivou analisar os fatores técnicos, operacionais, administrativos e gerenciais que têm influenciado na efetividade da gestão das perdas de água e energia em sistemas de abastecimento operados pela Embasa na RMS. A investigação foi guiada por um marco conceitual de referência que possibilitou a identificação de seis categorias analíticas, a saber: fatores técnicos, operacionais, administrativos, gerenciais, ambientais e sociais. Para cada categoria foram identificadas variáveis capazes de auxiliar no estudo dos fenômenos da gestão eficiente da água e energia. Para o desenvolvimento da presente pesquisa foram utilizadas técnicas de investigação tanto qualitativas como quantitativas, valendo-se das possibilidades da triangulação de informações e dados que esse procedimento possibilita. A análise documental dos programas de controle de perdas de água e eficiência energética já implementados pela Embasa na RMS permitiu entender as ações planejadas ao longo do tempo e seus reflexos na gestão das perdas. Foram avaliados durante o período de 1996-2011 todos os programas e projetos para controle das perdas de água desenvolvidos para a Região Metropolitana de Salvador e, também, o programa de efficientização energética da Estação Elevatória Teodoro Sampaio/R1 Duna. Foi avaliado o planejamento estratégico da Embasa e verificado os objetivos, metas, indicadores e iniciativas estratégicas de curto, médio e longo prazos que levem a redução gradativa e contínua das perdas de água e eficiência energética. A avaliação dos dados secundários permitiu verificar os indicadores relacionados às perdas de água extraídos do sistema de informação da Embasa (COPAE), possibilitando verificar se os programas e projetos produziram resultados para o controle das perdas de água na Embasa/RMS, mais especificamente, para o SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas. Quanto aos indicadores de eficiência energética foi avaliado o Programa Teodoro Sampaio/R1 Duna, analisando o indicador relacionado à capacidade específica ( $\text{kWh/m}^3$ ) antes e depois da implementação do mesmo. Foram avaliados os dados primários obtidos por meio dos questionários aplicados ao corpo funcional que permitiram verificar a percepção desse grupo estudado sobre o desempenho dos programas, projetos e ações implementados, sobre suas dificuldades e os possíveis ganhos alcançados. Os resultados evidenciaram que se faz necessária uma atuação da Alta Direção da Embasa, não apenas com o intuito do estabelecimento e cobrança de metas, mas também na promoção de capacitação, disponibilidade de recursos e planejamento das ações, visando desenvolver um corpo técnico específico e preparado tecnicamente para a atuação na área das perdas de água e eficiência energética, e, ainda para coordenar e disseminar as ações no seio da Empresa. Um dos desafios para os gestores que atuam no controle de perdas de água e eficiência energética é a necessidade de conhecer as tecnologias e metodologias existentes, com suas respectivas potencialidades e limitações, permitindo adequar e utilizar todos os recursos disponíveis de maneira a atingir seus objetivos e metas, visando construir uma cultura efetiva por meio de medidas continuadas para a Embasa. Como consequência desse planejamento pode-se obter resultados adequados a curto, médio e longo prazos proporcionando uma maior eficiência e eficácia da gestão dos sistemas de abastecimento de água, buscando garantir sua sustentabilidade, tendo em vista a universalização dos serviços.

Palavras-chave: Perdas de Água, Eficiência Energética, Abastecimento de Água, Embasa, Região Metropolitana de Salvador



## ABSTRACT

In Brazil, despite experience through various programs and projects for water losses control and energy efficiency, water supply operator still have high values comparing to international standards of developed countries. Embasa as one of the major public water company of the country also has this harsh reality, especially considering its large urban centers, and in particular, Salvador, the state capital. This study aimed to analyze technical, operational, administrative factors that have influenced the effectiveness of water losses management and energy supply systems at Metropolitan Regions of Salvador. Investigation was guided by a conceptual framework for reference identifying six analytical categories: technical, operational, administrative, managerial, environmental and social. For each category variables were identified. This study used techniques of both qualitative and quantitative research and triangulation of information and data. The documentary analysis of, loss control water and energy efficiency programs implemented at RMS allowed to understand the actions planned over time and its effects on loss management. Programs and projects to control water loss developed for the metropolitan region of Salvador, during the 1996-2011 and also the program on energy efficiency of the pumping station Teodoro Sampaio/R1 Dune were evaluated. It were also evaluated the strategic planning and Embasa objectives, targets and strategic initiatives for short, medium and long terms for continuous and gradual reduction of water losses and energy efficiency. Evaluation of secondary data has shown the indicators related to loss of water extracted from the system Embasa information, allowing verifying whether the programs and projects have produced results for water losses control in Embasa / RMS, more specifically, to Salvador, Simões Filho and Lauro de Freitas integrated system. As for energy efficiency indicators was rated the program Teodoro Sampaio/R1 Dune, by analyzing the indicator related to the specific capacity ( $\text{kWh/m}^3$ ) before and after implementation. Primary data obtained through questionnaires administered to the workforces helped confirm the perception of this group study on the performance of programs, projects and actions implemented on their difficulties and the possible gains achieved. Results showed that an action is required from management of Embasa, such as establishment and collection of goals, but too for training, availability of resources and action planning in order to develop a staff specific and technically prepared to work in the area of water and energy efficiency loss, and also to coordinate and disseminate actions within the Company. One of the challenges for managers who act in the control of water loss and energy efficiency is the need to know the existing technologies and methodologies with their strengths and limitations, allowing fit and use all available resources in order to achieve their goals and goals, aiming to build an effective culture through measures continued to Embasa. This planning can obtain adequate results in short, medium and long terms by providing a more efficient and effective management of water supply systems, seeking to ensure its sustainability and universal service.

Keywords: Water Loss, Energy Efficiency, Water Supply, Embasa, Metropolitan Region of Salvador

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Exemplos de interrelações entre água e energia	35
Figura 2	Tipos de perdas nos sistemas de abastecimento de água	39
Figura 3	Balço Hídrico em sistema de abastecimento de água	40
Figura 4	Ações para o controle de perdas reais	43
Figura 5	Redução de perdas de água em função da redução de pressão na rede distribuidora de água	45
Figura 6	Esquema de setorização de um sistema de abastecimento de água	45
Figura 7	Resultados da redução de pressão com a utilização de uma VRP	47
Figura 8	Esquema geral de implantação de <i>booster</i> na rede	47
Figura 9	Setorização realizada na cidade de Salvador	48
Figura 10	Síntese das ações para o controle de perdas reais	52
Figura 11	Ações para o controle de perdas aparentes	54
Figura 12	Síntese das ações para o controle de perdas aparentes	58
Figura 13	Indicador Água Não Contabilizada (ANC)	64
Figura 14	Indicador Água Não Faturada (ANF)	65
Figura 15	Ações iniciais para redução dos custos de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	72
Figura 16	Estrutura tarifária apresentada pela ANEEL	75
Figura 17	Alternativas para redução do consumo de energia elétrica	77
Figura 18	Esquemas de bombeamento-reservação para abastecimento de água	78/79
Figura 19	Redução no consumo de energia elétrica com a utilização de conversores de frequência	80
Figura 20	Esquemas de bombeamento para abastecimento de água	80/81
Figura 21	Controle do sistema de abastecimento de água por módulos	83
Figura 22	Controle integrado do sistema de abastecimento de água	83

Figura 23	Diferentes níveis de automação	84
Figura 24	Estratégia para redução dos custos com energia elétrica	86
Figura 25	Ganhos estimados na eficientização de água e energia de acordo com o modelo do gerenciamento	94
Figura 26	Sistema de gerenciamento integrado de água e energia	95
Figura 27	Etapas para abordagem de um projeto de eficientização de água e energia	97
Figura 28	Desembolsos de um projeto de redução de custo de energia elétrica utilizando contratos de performance	101
Figura 29	Croqui do sistema de abastecimento de água Teodoro Sampaio/ R1 Duna	114
Figura 30	Croqui do sistema de abastecimento de água de Camaçari	115
Figura 31	Resultado do diagnóstico global	121
Figura 32	Subsetores avaliados na Unidade Regional de Pirajá	129
Figura 33	Subsetores avaliados na zona de abastecimento 21	137
Figura 34	Subsetores avaliados na zona de abastecimento 62	138
Figura 35	Montagem de estrutura de controle de pressão na Avenida Luiz Tarquínio (Largo de Roma)	139
Figura 36	Croqui da sub-adutora R7/R15 apresentando as zonas de abastecimento e parques de reservação da Unidade Regional da Federação	174
Figura 37	Diagrama esquemático do sistema hidráulico existente no Parque da Federação	175
Figura 38	Diagrama esquemático do sistema hidráulico com alterações propostas no Parque da Federação	178
Figura 39	Mapa estratégico da Embasa para o período 2012-2015	187
Figura 40	Organograma da Diretoria Técnica e de Sustentabilidade	190
Figura 41	Organograma da Superintendência de Suporte Técnico	190
Figura 42	Evolução dos indicadores ANF, ANC e IPL na Embasa	206
Figura 43	Evolução dos indicadores ANF, ANC e IPL no SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas	209
Figura 44	Comportamento das perdas de água no SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas	212
Figura 45	Indicador de ANF nos prestadores de serviços de abrangência regional	215
Figura 46	Indicador de Água Não Faturada em algumas cidades do Brasil, do mundo e da Embasa	216

Figura 47	Consumo específico e consumo específico normalizado para o sistema EEAT Teodoro Sampaio/R1 Duna	217
Figura 48	Consumos específicos em sistemas de abastecimento de água da Embasa/RMS	218
Figura 49	Consumos específicos normalizados em sistemas de abastecimento de água da Embasa/RMS	220
Figura 50	Idade dos entrevistados	222
Figura 51	Nível de instrução dos entrevistados	222
Figura 52	Cargo dos entrevistados	222
Figura 53	Tempo de serviço dos entrevistados	222
Figura 54	Participação dos entrevistados nos projetos de efficientização de água e energia	224
Figura 55	Participação em número de projetos de perdas de água nos últimos 10 anos	224
Figura 56	Participação em números de projetos de eficiência energética nos últimos 10 anos	224
Figura 57	Participação em projetos integrados de perdas de água e eficiência energética nos últimos 10 anos	224
Figura 58	Percepção dos entrevistados do êxito dos projetos integrados de água e energia nos últimos 10 anos	224
Figura 59	Participação dos entrevistados no planejamento de projetos de perdas de água e energia	225
Figura 60	Percepção dos entrevistados sobre os mecanismos e estratégias de planejamento	225
Figura 61	Percepção dos entrevistados sobre o suporte administrativo	226
Figura 62	Percepção se a quantidade de pessoas era suficiente	228
Figura 63	Quantitativo das pessoas na execução das ações	228
Figura 64	Quantitativo das pessoas necessárias para a execução das ações	229
Figura 65	Participação das pessoas nos projetos de perdas de água e eficiência energética	229
Figura 66	Percepção dos entrevistados quanto à capacitação e conhecimento da equipe técnica envolvida	229
Figura 67	Percepção dos entrevistados quanto ao suporte econômico-financeiro das ações	230
Figura 68	Utilização de automação no controle/acompanhamento das perdas	232
Figura 69	Percepção dos entrevistados quanto à disponibilidade das informações de suporte	232
Figura 70	Percepção dos entrevistados quanto ao cadastro operacional	232

Figura 71	Percepção dos entrevistados quanto ao cadastro comercial	232
Figura 72	Percepção dos entrevistados quanto ao apoio das equipes de campo	232
Figura 73	Percepção dos entrevistados quanto ao comprometimento da equipe comercial	232
Figura 74	Percepção dos entrevistados quanto ao comprometimento da equipe operacional	232
Figura 75	Percepção dos entrevistados quanto ao envolvimento da liderança nas ações de perdas de água e energia	234
Figura 76	Foco da reunião gerencial quanto às perdas de água e energia	234
Figura 77	Periodicidade das reuniões gerenciais referentes às perdas de água e energia	234
Figura 78	Percepção dos entrevistados quanto ao cumprimento das ações desenvolvidas	237
Figura 79	Percepção dos entrevistados quanto ao resultado atingido das ações desenvolvidas	237
Figura 80	Percepção dos entrevistados quanto a qualidade dos serviços de manutenção para o controle de perdas de água	237
Figura 81	Percepção dos entrevistados quanto a qualidade dos serviços de manutenção para a eficiência energética	237
Figura 82	Percepção dos entrevistados quanto à comunicação social e educação ambiental para o controle de perdas de água e energia	238
Figura 83	Percepção dos entrevistados quanto à estrutura tarifária da Embasa relativa à capacidade de pagamento para a influência nas perdas de água	238
Figura 84	Percepção dos entrevistados sobre a relação entre o equilíbrio econômico-financeiro e perdas de água e energia	238
Figura 85	Percepção dos entrevistados quanto à política de gestão de perdas desenvolvida	238
Figura 86	Percepção dos entrevistados quanto à gestão das perdas de água	238
Figura 87	Percepção dos entrevistados quanto à gestão das perdas de energia	239
Figura 88	Percepção da necessidade de existência de equipe independente para tratar das perdas de água e eficiência energética	239
Figura 89	Percepção dos entrevistados quanto à forma de gestão de perdas de água e energia	239
Figura 90	Nota de 0 a 10 atribuída para a gestão de perdas de água na Embasa/RMS	239
Figura 91	Nota de 0 a 10 para a gestão da eficiência energética na Embasa/RMS	239
Figura 92	Nota de 0 a 10 atribuída para a gestão integrada de perdas de água e eficiência energética na Embasa/RMS	239
Figura 93	Percepção dos entrevistados sobre a gestão de perdas de água e eficiência energética na Embasa por meio do Diagrama de Pareto	243

Figura 94	Poço 01 – Vista do barrilete sem presença de macromedidor de água bruta	251
Figura 95	Poço 02 – Vista do barrilete de recalque com área devidamente cercada e protegida	251
Figura 96	Vista do barrilete do Poço 6 (Espaço Alpha 2)	252
Figura 97	Vista do macromedidor do Poço 6 (Espaço Alpha 2) totalmente encoberto por areia	252
Figura 98	Vista do macromedidor do Poço 6 (Espaço Alpha 2) em funcionamento totalmente encoberto por areia	252
Figura 99	Vista do barrilete do Poço 7 (Morro da Manteiga) com vazamento no barrilete	252
Figura 100	Vista do macromedidor do poço 7 (Morro da Manteiga) em funcionamento instalado dentro de caixa de proteção	252
Figura 101	Vista da caixa de reunião dos poços 1 a 5 (Espaço Alpha)	252
Figura 102	Vista do macromedidor de saída da EEAT	253
Figura 103	Vista geral da área do RAD de 6.000m <sup>3</sup>	253
Figura 104	Vista dos extravasores do RAD de 6.000m <sup>3</sup>	253
Figura 105	Chegada das adutoras da EEAT e Poço 07 no RAD de 6.000m <sup>3</sup>	253
Figura 106	Saída da linha de recalque para o R1 Duna	255
Figura 107	Detalhe do macromedidor tipo <i>pitot</i> capacitivo instalado na linha de recalque	255
Figura 108	Travessia da linha de recalque sobre o Rio das Pedras no Parque da Bolandeira	255
Figura 109	Vista do macromedidor de água tratada localizado na ETA Teodoro Sampaio	255
Figura 110	Vista das duas câmaras do reservatório de distribuição R1 Duna	255
Figura 111	Vista de uma das câmaras do R1 Duna	255
Figura 112	Vista do medidor de energia que totaliza todas as unidades operacionais do Espaço Alpha	257
Figura 113	Vista do medidor de energia do Poço 7 (Morro da Manteiga)	257
Figura 114	Vista do medidor de energia do Poço 6 (Espaço Alpha 2) - Detalhe para o <i>modem</i> com antena transmissora	257
Figura 115	Vista dos medidores de energia implantados para cada equipamento instalado	258
Figura 116	Módulos de bancos capacitores instalados ao lado do painel elétrico (um de cada lado) do Poço 1 Espaço Alpha	259
Figura 117	Vista dos diversos módulos de bancos capacitores instalados na EEAT Espaço Alpha com alguns módulos encontrando-se fora de operação	259

Figura 118	Vista externa da casa de bombas	261
Figura 119	Vista interna da estação elevatória	261
Figura 120	Vista do CMB instalado na posição 1, com detalhe para os vazamentos e cabos expostos	261
Figura 121	Vista dos CMBs instalados na posição 2 e 3, com detalhe para os vazamentos e cabos expostos	261
Figura 122	Vista da estação elevatória	262
Figura 123	Vista do conjunto motorbomba	262

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Perdas reais nas etapas de sistemas de abastecimento de água	42
Quadro 2	Caracterização geral das perdas em sistemas de abastecimento de água	59
Quadro 3	Indicadores monitorizados em sistemas de abastecimento de água	67
Quadro 4	Medidas para melhorar a eficiência energética no abastecimento de água com períodos de amortização ilustrativos	70
Quadro 5	Medidas para implementação da efficientização de água e energia	91
Quadro 6	Modelos de gerenciamento de efficientização de água e energia	93
Quadro 7	Variáveis necessárias a um projeto de efficientização integrada de água e energia selecionadas por categorias analíticas	104/105
Quadro 8	Variáveis apresentadas no Contrato nº 254/96 – Consórcio Lysa Engenharia/Heath/Etep/Latin Consult	124/125
Quadro 9	Variáveis apresentadas no Contrato nº 231/03 – Consórcio ENOPS/Barcino Esteve/Team	132/133
Quadro 10	Variáveis apresentadas no Contrato nº 672/08 – Consórcio Consórcio Barcino Esteve/ENOPS	144/145
Quadro 11	Características gerais dos Programas de perdas de água	149
Quadro 12	Análise global dos Programas de perdas de água	149
Quadro 13	Efetivo de pessoal disponibilizado pela GERCCASP	154
Quadro 14	Variáveis apresentadas no Convênio ECV-017/2004 - Eletrobrás	160/170
Quadro 15	Variáveis apresentadas no projeto de efficientização energética do Parque da Federação	182/183
Quadro 16	Características gerais dos Projetos de efficientização energética	185
Quadro 17	Análise global dos Projetos de efficientização energética	185
Quadro 18	Variáveis necessárias a um projeto de efficientização integrada de água e energia selecionadas por categorias analíticas, relacionadas pelos entrevistados	246/247



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Redução de perdas reais em função da redução das pressões na rede	44
Tabela 2	Classificação dos sistemas de abastecimento de água com base em indicadores percentuais de perdas	60
Tabela 3	Resultados alcançados Distrito de Paripe	120
Tabela 4	Resultados alcançados Distrito de Cosme de Farias	120
Tabela 5	Zonas de abastecimento prioritárias para o controle de perdas	128
Tabela 6	Redução da vazão média distribuída por Unidade Regional	130
Tabela 7	Redução de ANF e ANC distribuída por Unidade Regional	130
Tabela 8	Zonas de abastecimento selecionadas para o controle de perdas	136
Tabela 9	Resultados da pesquisa de fraudes	140
Tabela 10	Resultados da pesquisa de vazamentos	141
Tabela 11	Redução de ANF e ANC na ZA 21 (Cabula)	142
Tabela 12	Redução de ANF e ANC na ZA 62 (Pirajá)	142
Tabela 13	Válvulas implantadas por zona de abastecimento	147
Tabela 14	Dados apresentados pela Embasa para Embasa para realização do Convênio CV093/2004	152
Tabela 15	Custos dos serviços operacionais e comerciais por contrato da Superintendência Metropolitana	161/162/163
Tabela 16	Metas previstas e realizadas para o Convênio ECV-017/2004	167
Tabela 17	Comparativo dos consumos específicos para o Convênio ECV-017/2004	167
Tabela 18	Consumos e demandas antes e após as intervenções previstas	179
Tabela 19	Resultados após as intervenções previstas	179
Tabela 20	Metas do Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD) no período de 2009-2013	197

Tabela 21	Metas do Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD) para os indicadores de perdas de água desdobradas por Superintendência	198
Tabela 22	Evolução dos indicadores ANF, ANC e IPL na Embasa	206
Tabela 23	Perdas de água no SIAA e no Estado da Bahia	208
Tabela 24	Evolução dos indicadores ANF, ANC e IPL no SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas	209

## LISTA DE SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
AMD	Acordo de Melhoria de Desempenho
ANC	Água Não Contabilizada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANF	Água Não Faturada
ANF/C	Indicador de Águas Não faturadas em termos de Custo
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CE	Indicador Consumo Específico de Energia Elétrica
CEN	Indicador Consumo Específico Normalizado de Energia Elétrica
CMB	Conjunto Motorbomba
COELBA	Companhia de Eletricidade da Bahia
COPAE	Controle Operacional de Água e Esgoto
DN	Diâmetro Nominal
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A
EEAT	Estação Elevatória de Água Tratada
EEVAF	Energia em Excesso por Volume de Água Faturada
EEVAPR	Energia em Excesso por Volume de Água Perdida Real
ETA	Estação de Tratamento de Água
GERCCASP	Grupo Especial de Repressão a Crimes Contra a Administração e Serviços Públicos
GSM	Global System for Mobile Communications
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPER	Indicador de Perdas por Extensão de Rede

IANF/V	Indicador de Águas Não Faturadas por Volume
IP	Indicador de Perdas
IPAG	Indicador de Perdas Totais de Água
IPAG/L	Indicador de Perdas Totais de Água por Ligação
IPAP/L	Indicador de Perdas Aparentes por Ligação
IPL	Indicador de Perdas por Ligação
IPRE/L	Indicador de Perdas Reais por Ligação
IPRP	Indicador de Perdas Reais por Ligação associado à Pressão
IVIN	Indicador de Vazamentos da Infraestrutura
ONU	Organização das Nações Unidas
OM	Superintendência Metropolitana de Operação
OMCF	Unidade Especial de Combate a Fraude da Superintendência Metropolitana
ON	Superintendência Norte de Operação
OPE	Comissão Permanente de Política Energética
OS	Superintendência Sul de Operação
PCH	Pequena Central Hidroelétrica
PDO	Programa de Desenvolvimento Operacional
PMSS	Programa de Modernização do Setor Saneamento
RD	Resolução de Diretoria
RMS	Região Metropolitana de Salvador
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SCADA	Supervisão, Controle e Aquisição de Dados do Sistema
SCE	Sistema de Controle de Energia
SIME	Sistema Informatizado de Manutenção da Embasa
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SSP	Secretaria de Segurança Pública
UMB	Unidade Regional da Bolandeira

UMC	Unidade Regional de Camaçari
UMF	Unidade Regional da Federação
UMJ	Unidade Regional de Pirajá
UML	Unidade Regional do Cabula
UMS	Unidade Regional de Candeias
UTM	Unidade Terminal Mestre
UTR	Unidade Terminal Remota
VCV	Válvula Controladora de Vazão
VRP	Válvula Redutora de Pressão
VSP	Válvula Sustentadora de Pressão
VFD	Variadores de Frequência

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	27
2.	OBJETIVOS .....	33
2.1.	Objetivo Geral .....	33
2.2.	Objetivos Específicos.....	33
3.	PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO .....	34
3.1.	O uso eficiente da água e energia .....	34
3.2.	Perdas em sistemas de abastecimento de água .....	37
3.2.1.	<i>Perdas Reais</i> .....	41
3.2.2.	<i>Perdas Aparentes</i> .....	53
3.2.3.	<i>Indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água</i> .....	59
3.3.	Eficiência energética em sistemas de abastecimento de água .....	68
3.3.1.	<i>Ações para redução dos custos de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água</i> .....	69
3.3.2.	<i>Indicadores de eficiência energética em sistemas de abastecimento de água</i> .....	86
3.4.	Eficientização integrada de água e energia elétrica .....	90
3.5.	Análise final do referencial teórico .....	103
4.	METODOLOGIA .....	106
4.1.	Pesquisa documental .....	106
4.2.	Estudo de base de dados secundários.....	107
4.3.	Estudo de base de dados primários.....	108
4.4.	Inspeção de campo.....	111

4.5.	<b>Análises dos dados</b> .....	115
5.	<b>PROGRAMAS E PROJETOS DE PERDAS DE ÁGUA DESENVOLVIDOS PELA EMBASA NA RMS</b> .....	117
5.1.	<b>Contrato nº 254/1996 – Consórcio Lysa Engenharia/Heath/Etep/Latin Consult</b> .....	117
5.1.1.	<i>Considerações Gerais</i> .....	117
5.1.2.	<i>Características do Programa</i> .....	118
5.1.3.	<i>Resultados alcançados</i> .....	119
5.1.4.	<i>Análise Global do Programa</i> .....	123
5.2.	<b>Contrato nº 231/2003 – Consórcio ENOPS / BARCINO ESTEVE / TEAM</b> .....	127
5.2.1.	<i>Considerações Gerais</i> .....	127
5.2.2.	<i>Características do Programa</i> .....	127
5.2.3.	<i>Resultados alcançados</i> .....	129
5.2.4.	<i>Análise Global do Programa</i> .....	131
5.3.	<b>Contrato nº 672/2008 – Consórcio BARCINO ESTEVE/ENOPS</b> .....	135
5.3.1.	<i>Considerações Gerais</i> .....	135
5.3.2.	<i>Características do Programa</i> .....	136
5.3.3.	<i>Resultados alcançados</i> .....	140
5.3.4.	<i>Análise Global do Programa</i> .....	143
5.4.	<b>Outros contratos realizados com influência no controle de perdas de água na RMS</b> .....	150
5.4.1.	<i>Contrato de fraude</i> .....	150
5.4.2.	<i>Contratos de risco</i> .....	155
5.4.3.	<i>Contratos de manutenção de redes e ramais</i> .....	159
6.	<b>PROGRAMAS E PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA RMS</b> ....	164
6.1.	<b>Convênio ECV-017/2004 – Eletrobrás/Ministério das Cidades</b> .....	164
6.1.1.	<i>Considerações Gerais</i> .....	164
6.1.2.	<i>Características do Projeto</i> .....	165

6.1.3.	<i>Resultados alcançados</i> .....	166
6.1.4.	<i>Análise Global do Projeto</i> .....	168
6.2.	<b>Projeto de efficientização do Parque da Federação (R15)</b> .....	172
6.2.1.	<i>Considerações Gerais</i> .....	172
6.2.2.	<i>Características do Projeto</i> .....	173
6.2.3.	<i>Resultados alcançados</i> .....	179
6.2.4.	<i>Análise Global do Projeto</i> .....	181
7.	<b>POLÍTICA DA EMBASA REFERENTE ÀS PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b> .....	186
7.1.	<b>Política da Embasa referente às perdas de água</b> .....	191
7.1.1.	<i>Atuação do Grupo de Trabalho</i> .....	193
7.1.2.	<i>Ações Estratégicas (2010 - 2013)</i> .....	195
7.1.3.	<i>Acordo de Melhoria de Desempenho</i> .....	196
7.2.	<b>Política da Embasa referente à eficiência energética</b> .....	199
7.2.1.	<i>Histórico</i> .....	199
7.2.2.	<i>Discutindo a política de eficiência energética na Embasa</i> .....	201
7.2.3.	<i>Criação do Departamento de Efficientização Energética</i> .....	203
8.	<b>DISCUTINDO OS INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA RMS A PARTIR DE DADOS SECUNDÁRIOS</b> .....	205
8.1.	<b>Indicadores de perdas de água da Embasa</b> .....	205
8.2.	<b>Análise dos indicadores de perdas de água da Embasa/RMS (SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas)</b> .....	207
8.3.	<b>Avaliando os resultados dos Programas de perdas de água implementados no SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas</b> .....	211
8.4.	<b>Comparação das perdas de água com outros prestadores de serviços de abastecimento de água</b> .....	214
8.5.	<b>Análise dos indicadores de eficiência energética do SIAA Teodoro Sampaio / R1 Duna</b> .....	217
8.5.1.	<i>Análise para o Indicador de consumo específico</i> .....	218
8.5.2.	<i>Análise para o Indicador de consumo específico normalizado</i> .....	219



<b>9.</b>	<b>PROGRAMAS DE PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA RMS: A PERCEPÇÃO DE TÉCNICOS E GESTORES .....</b>	<b>221</b>
9.1.	Perfil sócio-econômico e profissional do grupo de estudo .....	221
9.2.	Programas de efficientização de água e energia na Embasa/RMS....	222
9.3.	Gestão dos projetos de perdas de água e eficiência energética na Embasa/RMS .....	225
9.3.1.	<i>Planejamento dos projetos</i> .....	225
9.3.2.	<i>Suporte administrativo para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética</i> .....	225
9.3.3.	<i>Suporte técnico para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética</i> .....	226
9.3.4.	<i>Suporte econômico-financeiro para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética</i> .....	229
9.3.5.	<i>Suporte operacional para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética</i> .....	230
9.3.6.	<i>Suporte gerencial para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética</i> .....	233
9.3.7.	<i>Aspectos à política de gestão de perdas de água e eficiência energética</i> .....	234
9.3.8.	<i>Avaliação final dos dados primários</i> .....	242
<b>10.</b>	<b>QUALIDADE E CONFIABILIDADE DAS INFORMAÇÕES GERADAS PARA A GESTÃO DAS PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA RMS .....</b>	<b>249</b>
10.1.	Existência e condições dos macromedidores de água do Sistema de Abastecimento de Água de Camaçari .....	250
10.2.	Existência e condições dos macromedidores no Sistema de Abastecimento de Água de Salvador, sistema EEAT Teodoro Sampaio/Duna (R1) .....	253
10.3.	Existência e condições dos medidores de energia elétrica (consumo e demanda) do SAA Camaçari .....	256
10.4.	Existência e condições dos medidores de energia elétrica (consumo e demanda) do SAA EEAT Teodoro Sampaio / Duna (R1).....	257
10.5.	Existência e condições dos equipamentos para controle de consumos reativos no SAA Camaçari e no SAA EEAT Teodoro Sampaio / Duna (R1).....	258
10.6.	Condições físicas e operacionais dos equipamentos instalados na EEAT do SAA Camaçari .....	259
10.7.	Condições físicas e operacionais dos equipamentos instalados no SIAA EEAT Teodoro Sampaio/Duna (R1).....	261
10.8.	Análise final da inspeção de campo .....	262

<b>11.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>265</b>
<b>12.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>272</b>
<b>13.</b>	<b>APÊNDICE A</b>	
<b>14.</b>	<b>APÊNDICE B</b>	
<b>15.</b>	<b>ANEXO A</b>	
<b>16.</b>	<b>AUTORIZAÇÃO</b>	

## 1. INTRODUÇÃO

A água, elemento essencial à vida e às atividades humanas, tornou-se ao longo da última década um dos principais temas de discussão e interesse da humanidade. Se por um lado o acesso à água potável ainda não é universal, por outro, os níveis de desperdício e poluição são crescentes. Atualmente, no mundo, aproximadamente 1 bilhão de pessoas têm dificuldade de acesso à água potável e os mananciais vêm sendo alvo de intensa exploração e degradação. Além disso, cerca de 2,6 bilhões de pessoas não têm um acesso a solução adequada para os excretas/esgotos sanitários (UN-HABITAT, 2011). Foi diante da importância da água para os povos do mundo, principalmente os pobres, que recentemente, a Organização das Nações Unidas definiu o acesso à água potável como um direito humano fundamental.

Os recursos hídricos estão sendo comprometidos pela degradação urbana, industrial e agrícola e por desequilíbrios ambientais resultantes do desmatamento e uso indevido do solo. A cada dia cresce a disputa entre os setores da agricultura, indústria e abastecimento humano, o que tem gerado sérios conflitos entre estes usuários.

Atualmente, há uma grande quantidade de centros urbanos e localidades rurais que enfrentam graves problemas de abastecimento de água. Entre os fatores concorrentes para essa situação estão: a carência de políticas públicas e correspondentes investimentos; o aumento dos grandes períodos de estiagens; o uso irracional da água e seu conseqüente desperdício; a carência de manutenção e a inadequada operação nos sistemas de abastecimento de água, dentre outros.

As alterações climáticas têm potencial de reduzir a disponibilidade de água nos mananciais subterrâneos e superficiais e como conseqüência poderão prejudicar o abastecimento em várias localidades, desencadeando impactos negativos na saúde da população e aumentando os custos da produção nos sistemas de abastecimento.

No Brasil, ainda são necessários esforços para a universalização do acesso à água potável. Atualmente, 83% dos domicílios são atendidos com rede geral de abastecimento de água (IBGE, 2010). Os déficits em termo de contingente populacional se concentram nas periferias urbanas (marcadas por carências de infraestrutura e serviços públicos) e nas zonas rurais. Tal realidade possui vínculo com o processo de urbanização brasileiro, considerado acelerado e desigual.

Atualmente, mais de 84% da população brasileira vive em área urbana (IBGE, 2010), o que evidencia a necessidade de uma atenção particular para as populações das cidades quanto à garantia ao abastecimento humano. A urbanização teve início em meados da década de 50, no século XX, consequência de um modelo de desenvolvimento pautado na industrialização, gerando um crescimento acelerado das cidades, desacompanhado da implementação dos serviços de infraestrutura urbana, notadamente nas áreas de periferia. Os municípios das regiões metropolitanas do Brasil cresceram sem um planejamento do uso e ocupação do solo e carentes de infraestrutura e serviços públicos como abastecimento de água, esgotamento sanitário, saúde, educação, segurança pública, entre outros. O problema do abastecimento de água potável é maior na periferia das cidades, pois essa, muitas vezes, sofre com a falta total ou a intermitência na prestação do serviço.

A crescente demanda por água para os diversos usos e a intensificação da degradação do meio ambiente fez emergir no Brasil uma série de políticas e programas para a adoção de tecnologias e práticas de uso racional da água e controle de perdas em sistemas de abastecimento. Em termos qualitativos, exige-se a preservação dos mananciais e o controle da qualidade da água para consumo humano. O atendimento a esses requisitos visa proporcionar uma maior eficiência e eficácia dos sistemas de abastecimento de água, garantindo, assim, o direito social à água.

Um dos principais problemas enfrentados pelos prestadores de serviços públicos de abrangência regional no Brasil são as questões das elevadas perdas. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2011), dentro da amostra de sistemas pesquisados, são perdidos cerca de 43% do volume da água distribuído em relação à água captada, sendo então fundamental estabelecer estratégias de controle das perdas de água, principalmente, em regiões com

escassez e conflitos pelo seu uso. No caso do estado da Bahia e dos municípios atendidos pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A (Embasa) o volume de água não contabilizada assumiu um percentual em torno de 38% no ano de 2009 (SNIS, 2011).

Também, os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário têm demandado consumo crescente de energia, ampliando os custos de operação. Dados da ASE (2002), revelam que entre 2 a 3% do consumo de energia mundial é usado no bombeamento e tratamento de água para residências e indústrias. No Brasil, os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário operados pelos prestadores públicos regionais consomem, aproximadamente, 7,8 bilhões de kWh por ano, segundo dados de 2009 do SNIS. Esse montante representa um gasto anual com energia elétrica da ordem de R\$ 2 bilhões (SNIS, 2011). Mais de 2% do consumo total de energia elétrica do Brasil, o equivalente a 8,3 bilhões de kWh/ano, são utilizados por prestadores de serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em todo o País. Vale destacar que os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, com destaque para os conjuntos motorbombas, são responsáveis por 90% do consumo (ReCESA, 2008).

As despesas totais dos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário com energia elétrica no Brasil, variam entre 6,5% a 23,8%, com média de 12,2%, para os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário operados por companhias estaduais (ELETROBRÁS, 2005).

Estima-se que a ineficiência energética na área de saneamento básico seja de 25% a 30% (GOMES *et al.*, 2009). Considerando uma margem estimada, possível de economia mínima, de cerca de 25%, o custo anual da ineficiência energética representa um gasto adicional de cerca de R\$ 475 milhões (ELETROBRÁS, 2005), que poderia ser evitado. Essa despesa gerada pelo desperdício normalmente é repassada ao consumidor por meio da tarifa.

De acordo com Tsutiya (2001), o consumo de energia tem relação direta com as perdas de água, pois é necessário cerca de 0,6 a 0,7 kWh para produzir 1m<sup>3</sup> de água potável. Dessa forma, fica estabelecida uma relação direta entre a necessidade de uma eficiência hidráulica e energética para o bom gerenciamento dos sistemas de abastecimento de água (CHEUNG *et al.*, 2009).

A Embasa, prestadora de serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no estado da Bahia, tem um gasto anual de, aproximadamente, 123 milhões de reais com o insumo energia elétrica para uso nos seus mais diversos sistemas. Atualmente, esse insumo representa o 2º maior custo da Empresa, sendo o primeiro os custos com a folha de pagamento de pessoal (EMBASA, 2011a).

Além do constante aumento dos custos com energia elétrica ao longo dos anos, seja pelos aumentos de tarifas, seja pelo crescimento dos sistemas existentes ou incorporação de novos sistemas, observa-se um elevado percentual nas perdas totais de água na distribuição, índices estes que em alguns municípios e na capital do Estado alcançam patamares acima de 40% (EMBASA, 2012a).

Dessa forma, o gerenciamento integrado das perdas de água e eficiência energética nos sistemas é hoje um imperativo, devendo esse esforço ser adicionado ao escopo dos projetos, por razões de caráter ambiental, social e econômico, de forma a garantir o direito universal à água de qualidade.

A Embasa ao longo dos últimos quinze anos tem tido como um dos seus maiores desafios de gestão atuar nas vertentes de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica. No que diz respeito às perdas de água, a Empresa, principalmente em grandes centros urbanos, como Salvador, Feira de Santana, Ilhéus e algumas cidades da Região Metropolitana de Salvador tem enfrentado, desde a década de 90, percentuais de perdas de água na rede de distribuição em torno de 50%. Visando atuar sobre essa realidade, no período de 1996 a 1999, foram desenvolvidos dois grandes projetos para controle das perdas de água nas sedes municipais de Salvador e Feira de Santana. Em 2003, outro projeto foi desenvolvido para Salvador com a contratação de uma consultoria para estudar, selecionar e atuar em diversas áreas no controle das perdas de água. Também em 2004 foi realizado um convênio com a Secretaria de Segurança Pública visando um apoio das polícias civil e militar nas questões relativas ao controle de perdas não aparentes como: retirada de *by-pass* e ligações clandestinas, religação indevida de água, etc., principalmente, em áreas onde a incidência desses problemas tem grande recorrência. Em 2008 foi assinado um convênio com o Ministério das Cidades/PMSS para realização de projeto na área de perdas de água da sede municipal de Ilhéus-BA. Em 2009, outro projeto passou a ser desenvolvido para

alguns bairros de Salvador, mais precisamente para as áreas periféricas, por meio de recursos financiados pela Caixa Econômica Federal obtidos via Ministério das Cidades.

Assim, diversas ações foram realizadas pela Embasa durante o período de 1996 a 2011, porém os percentuais de perdas de água ainda permanecem altos e ainda estão muito distantes de atingirem valores aceitáveis do ponto de vista nacional e mundial. Observa-se que as ações acontecem durante períodos determinados, normalmente com a obtenção de recursos específicos e para alguns sistemas selecionados. De uma forma geral, não se tem uma avaliação sistemática e metodologicamente consistente que avalie os motivos da manutenção dos altos índices de perdas.

Do ponto de vista da gestão eficiente de energia elétrica, a Embasa passou a trabalhar nessa vertente a partir do ano de 1997, devido à privatização da concessionária prestadora de serviços de energia elétrica do estado da Bahia, a Coelba. Nessa oportunidade, todas as contas passaram a ser pagas ao prestador de serviços, quando anteriormente muitas vezes eram feitos “encontros de contas” dos serviços prestados (água e energia) dentro do próprio Estado.

No período de 1998 a 2011 foram tomadas algumas medidas na Embasa visando à economia de energia elétrica, porém observa-se que, da mesma forma que no controle de perdas de água, não é realizada uma avaliação sistemática e também não existe uma metodologia definida previamente para os projetos.

A Chamada Pública promovida, em dezembro de 2003, pelo Ministério das Cidades por meio da Centrais Elétricas Brasileiras S/A – Eletrobrás, dentro do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel, objetivou o desenvolvimento de projetos de eficiência energética na área de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. A previsão foi de que o custo/benefício para investimentos nesses projetos seria da ordem de até 1:5, o que significa que, investindo-se R\$ 1 milhão em eficiência de energia/água, poder-se-ia economizar R\$ 5 milhões, em conta de energia e captação adicional de água (ELETROBRÁS, 2006).

Como exemplo de projeto realizado na Embasa de maneira integrada “água e energia” pode-se destacar o Convênio de Cooperação ECV 017/2004, celebrado

com a Eletrobrás, para a Estação Elevatória de Água Tratada Teodoro Sampaio que recalca para o Reservatório R1 Duna (EEAT R1 Duna), situada no Parque da Bolandeira.

Outro projeto de destaque foi concebido por meio da Chamada Pública CP04/2005 (PMSS/SNSA/MCIDADES) onde a Embasa foi selecionada para realizar o gerenciamento integrado de perdas (água e energia) para a sede municipal de Ilhéus-BA, projeto esse posteriormente conhecido de “COM+ÁGUA”.

A quase totalidade das ações desenvolvidas nos projetos citados, para o controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica, foi implementada com diferentes metodologias, inclusive por setores independentes, notadamente, o Setor de Operação, no tocante às perdas de água, e o Setor de Manutenção, quanto ao gerenciamento de energia elétrica. Essa prática vai na direção oposta às novas diretrizes para o tratamento da problemática das perdas de água e eficiência energética em sistemas de abastecimento de água, que preconiza atuações integradas.

Portanto, apesar das experiências, via diversos programas e projetos, para o controle das perdas de água e de eficiência energética, os prestadores de serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Brasil, incluindo a Embasa, ainda apresentam números elevados em relação aos padrões internacionais de países desenvolvidos.

Sendo assim, com base na realidade descrita, tem-se a necessidade premente de estudar de forma conjunta as duas vertentes: “a gestão das perdas de água e gestão do uso eficiente de energia elétrica”.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar os fatores técnicos, operacionais, administrativos e gerenciais que têm influenciado na efetividade da gestão das perdas de água e energia em sistemas de abastecimento operados pela Embasa na RMS.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar na bibliografia fatores técnicos, operacionais, administrativos e gerenciais que influenciam na gestão das perdas de água e eficiência energética.
- Analisar os programas e projetos de controle de perdas de água e de eficiência energética implementados pela Embasa, na área da RMS, com vistas a identificar os fatores que têm limitado e possibilitado a efetividade das ações.
- Identificar a qualidade e confiabilidade das informações geradas para a gestão das perdas de água e eficiência energética na RMS.

### **3. PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO**

#### **3.1. O uso eficiente da água e energia**

A urbanização acelerada e sem planejamento ocorrida no Brasil, aliada à falta de políticas públicas capazes de fazer frente à demanda por infraestrutura e serviços públicos, dentre outros, tem determinado a poluição dos recursos hídricos, contribuindo para o comprometimento da qualidade da água para os diversos tipos de usos, e para tornar mais escasso o recurso natural “água”.

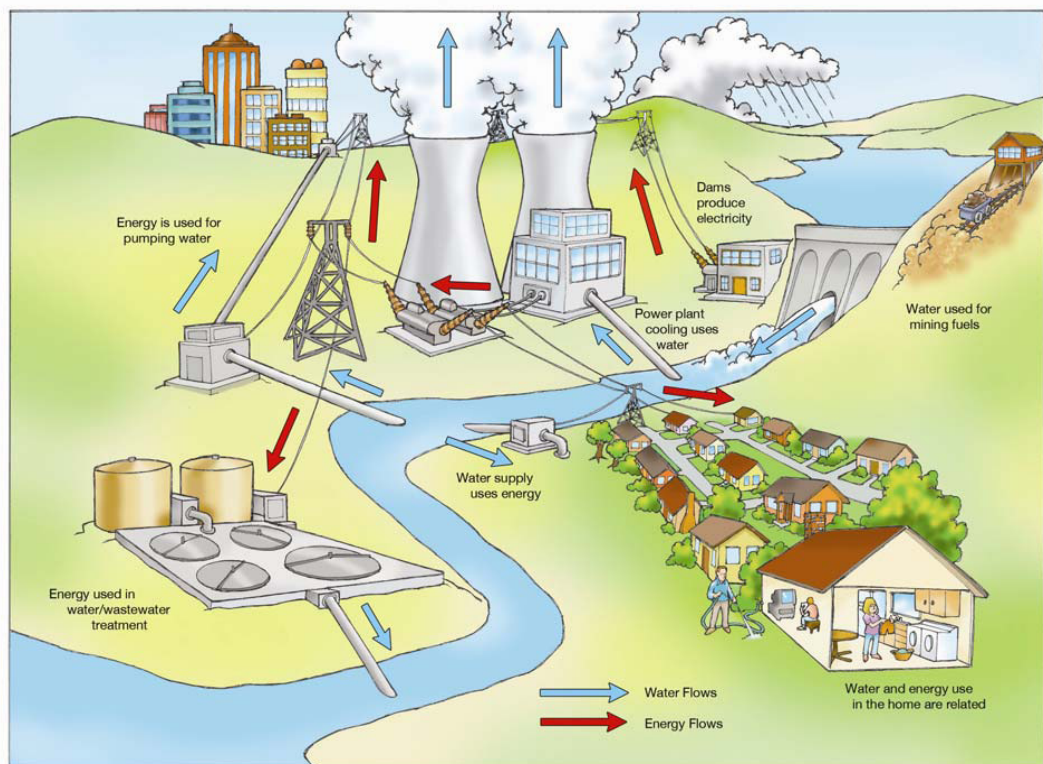
O estilo de desenvolvimento aliado ao elevado padrão de consumo, ao progresso da produção industrial e ao crescimento populacional vem gerando o aumento da utilização da água, principalmente nos grandes núcleos urbanos.

Em muitas sociedades o desenvolvimento econômico resultou em problemas relacionados à água. O crescimento da população afeta os custos de infraestrutura hídrica, a demanda por água e a eficiência de distribuição. Todavia, a relação é recíproca, pois as políticas direcionadas à água influenciam as decisões relacionadas ao uso e ocupação do solo, e, conseqüentemente, a demanda por recursos hídricos. Assim, as comunidades enfrentam dois problemas crescentes e correlacionados: enormes necessidades financeiras para a infraestrutura hídrica e preocupações com a disponibilidade de água.

Concomitantemente ao crescimento do consumo de água também ocorre o aumento do consumo de energia advindo da necessidade do insumo “energia elétrica”, principalmente nos países industrializados.

A Figura 1 apresenta diversas interrelações diretas entre água e energia. Além dessas interrelações, existem algumas influências indiretas. A EPA (2008) contempla as seguintes:

- Quando o uso da água é reduzido, os requisitos de energia elétrica são reduzidos indiretamente, ou seja, menor quantidade de água precisa ser bombeada pelo sistema de abastecimento de água.
- Quando a energia é reduzida, as necessidades de água são reduzidas indiretamente, ou seja, uma menor demanda de energia elétrica necessária no sistema significa menos água de resfriamento necessária na usina.



Fonte: DOE, 2007

**Figura 1 - Exemplos de interrelações entre água e energia**

Diante dessas relações apresentadas existem significativas oportunidades para alavancar iniciativas de efficientização integrada de água e energia. De acordo com EPA (2008, p. 10), essas oportunidades incluem:

- Desenvolver equipamentos que economizem água e energia, além de promover programas de incentivo do seu uso.
- Integrar oportunidades de economia de água e energia em residências, além do reaproveitamento do uso da água quando possível.
- Integrar oportunidades de economia de água em estabelecimentos comerciais e governamentais, assim como, programas de manutenção e assistência técnica.
- Enfocar a eficiência de água e energia nos sistemas de abastecimento públicos e industriais.

Com base no que foi apresentado pela EPA (2008), tem-se como ponto de partida fundamental a consideração, que o uso racional da água pode promover a redução nos custos de energia elétrica.

Sendo assim, tem-se a necessidade de se fomentar ações para uma utilização eficiente da água, as quais podem ser realizadas por intermédio de programas de conservação/uso racional, concebidos considerando os vários usos da água. Um programa desse tipo não deve ser realizado de forma isolada, sendo fundamental a interface entre ações de controle de perdas, reabilitação e conservação de mananciais, coleta e tratamento de esgoto, reuso da água, incentivo ao emprego de medição individualizada nos condomínios verticais e a busca da eficiência energética nos sistemas.

Tsutiya (2004) estabelece que os principais benefícios decorrentes de um programa de efficientização de água e energia são:

- Disponibilizar mais água, para atender maior número de usuários.
- Evitar ou postergar a necessidade de investimentos na captação de água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas.
- Diminuir os investimentos para atender as demandas de horários de pico.
- Reduzir a contribuição dos esgotos a serem coletados e tratados, e em consequência, diminuir os custos de implantação de sistemas de esgotamento sanitário.
- Diminuir o consumo de energia elétrica.

Gonçalves (2009) considera que o sucesso de qualquer programa de controle de perdas de água e de eficiência energética depende de um sistema de gestão permanente e eficaz que compreenda ações de base, tais como: operacional, institucional, educacional e legal.

Essas ações devem promover o controle das perdas de água e melhorar a eficiência energética objetivando:

- Incremento de receitas.

- Redução dos custos de produção.
- Redução das despesas com energia elétrica.
- Postergação dos investimentos.
- Satisfação dos clientes.

Com base nas oportunidades contempladas pela EPA (2008), diante do aumento das demandas de água nos sistemas, aliado à necessidade de redução nos gastos com energia elétrica, conclui-se que os aspectos que envolvem a questão da eficiência no uso da água e energia devem ser sempre analisados de forma associada.

### **3.2. Perdas em sistemas de abastecimento de água**

A perda de água é considerada como um dos principais indicadores de desempenho operacional dos prestadores de serviço público de abastecimento de água em todo o mundo. As perdas ocorrem em todos os componentes de um sistema de abastecimento de água, desde a captação até a distribuição, entretanto, a magnitude dessas perdas depende de cada unidade (ReCESA, 2008).

A universalização do acesso à água em condições de potabilidade, com implantação e manutenção de uma infraestrutura capaz de atender de maneira adequada e otimizada a demanda dos grandes centros urbanos é o grande desafio dos prestadores de serviço público de abastecimento de água, para as próximas décadas. Destarte, o controle das perdas nos sistemas de abastecimento de água, somado a projetos apropriados e ao uso racional da água pela população, são instrumentos fundamentais para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Sob a visão econômica, as perdas de água nos sistemas de abastecimento público geram um desperdício dos recursos públicos aplicados, sendo normalmente este dispêndio repassado para o usuário. A redução dos gastos referentes às perdas propiciaria um maior aproveitamento do sistema existente, direcionando a aplicação dos recursos economizados para melhorias necessárias.

Nesse contexto é importante ressaltar que o controle das perdas de água em sistemas de abastecimento público torna-se uma necessidade, pois os volumes não contabilizados não são faturados. A quantificação das perdas é de suma importância

para os prestadores de serviço no que diz respeito à eficiência de distribuição de água, além de aspectos econômicos e ambientais.

Desde a captação, passando pela distribuição até o consumidor final ocorrem perdas de água, de vários tipos, que em grande parte são causadas pela operação e manutenção deficientes das tubulações e pela inadequada gestão comercial dos prestadores de serviço público de abastecimento de água.

Miranda (2002) apresenta como principais fatores para o elevado índice de perdas de água nos prestadores de serviço público de abastecimento de água:

- Baixa capacidade institucional e de gerenciamento dos sistemas.
- Pouca disponibilidade de recursos para investimentos em ações de desenvolvimento tecnológico na rede de distribuição e na operação dos sistemas.
- Cultura do aumento da oferta e do consumo individual, sem preocupações com a conservação e o uso racional.
- Decisões de ampliação da carga hidráulica e extensão das redes até áreas mais distantes dos sistemas, para atendimento aos novos consumidores, sem os devidos estudos de engenharia.

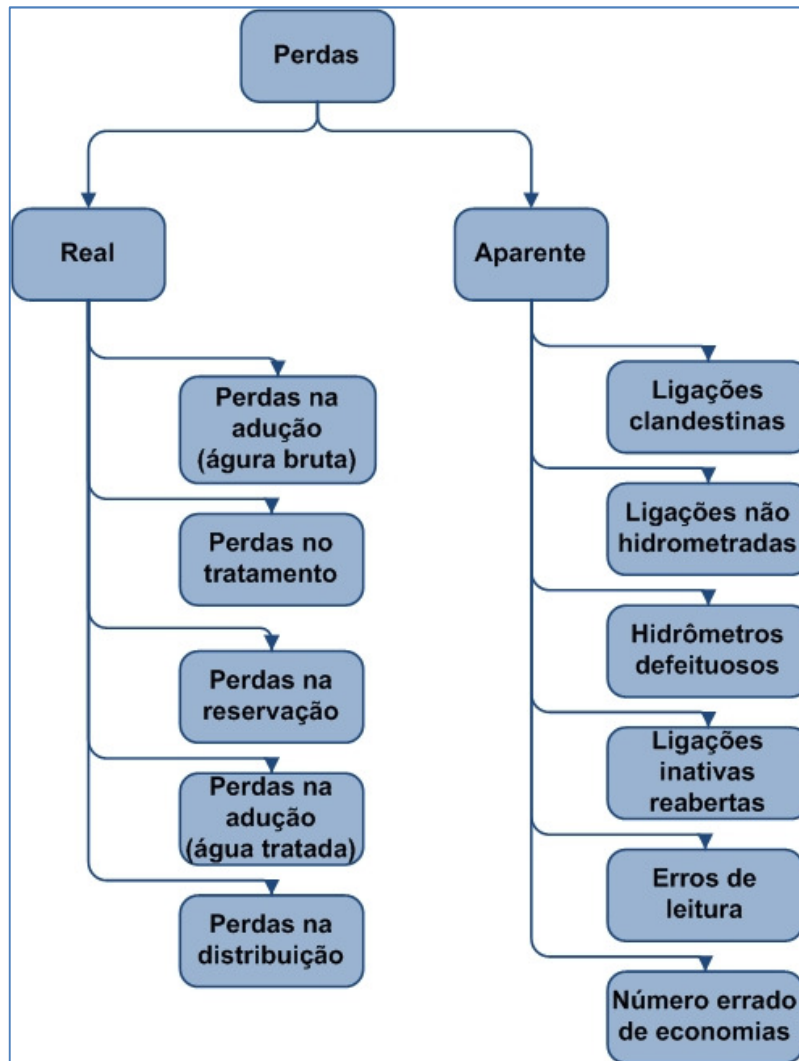
Segundo Tsutiya (2001, p. 76):

O controle de perdas em sistemas de abastecimento de água, constitui a principal atividade operacional que deve ser desenvolvida por uma empresa de saneamento básico, pois o seu controle está diretamente relacionado com a receita e a despesa da empresa.

Conceitualmente existem dois tipos de perdas (PNCDA, 2007):

- **Perdas reais** - é toda a água que vaza no sistema, exceto nas instalações dos usuários. Também chamadas de perdas físicas. Essas perdas são decorrentes do rompimento em tubulações e de trincas estruturais e fissuras nas impermeabilizações de reservatórios.
- **Perdas aparentes** - refere-se a toda água que não é medida ou que não tenha o seu uso definido. Também chamadas de perdas não-físicas. Essas perdas são relacionadas às ligações clandestinas e/ou irregulares, fraudes nos hidrômetros, erros de micromedição e macromedição, erro cadastral (desatualização do cadastro, ligações inativas, ligação não cadastrada), erro de leitura, etc.

A Figura 2 apresenta de forma esquemática os tipos de perdas nos sistemas de abastecimento de água.



Fonte: Silva, 1998

**Figura 2 - Tipos de perdas nos sistemas de abastecimento de água**

Segundo Miranda (2006), é importante identificar e quantificar as perdas antes de se iniciar qualquer ação de controle.

Existem dois métodos para a avaliação de perdas (ReCESA, 2008, p.34):

- Balanço hídrico - consiste em avaliar as perdas pelo volume que entra no sistema menos o volume de água consumido, de modo que, neste método as perdas calculadas são as perdas totais resultantes das várias partes da infraestrutura.
- Pesquisa em campo - as perdas são determinadas por meio de pesquisas, testes e inspeções em campo de cada componente de perda real ou aparente, e com a somatória das parcelas de volumes perdidos, calcula-se o volume total de perdas.

A Figura 3 apresenta a classificação e padronização das perdas de água por meio de um balanço hídrico.

Volume que entra no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo medido faturado (incluindo água exportada)	Água faturada
			Consumo não medido faturado (estimados)	
	Consumo autorizado não-faturado	Consumo medido não-faturado (usos próprios, caminhão-pipa, etc.)	Água não faturada	
		Consumo não medido, não faturado (combate a incêndios, ocupações desordenadas, etc.)		
	Perdas de água	Perdas aparentes	Consumo não-autorizado (fraudes e falhas de cadastro)	
			Erros de medição (macro e micromedição)	
		Perdas reais	Vazamentos nas adutoras de água bruta e nas estações de tratamento de água (se aplicável)	
			Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição	
		Vazamentos nos ramais prediais até o hidrômetro		
		Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios de distribuição		

Fonte: Tardelli Filho, 2004

**Figura 3 - Balanço hídrico em sistema de abastecimento de água**

Por conceito, a perda de água é calculada pela diferença entre o volume total fornecido ao sistema e o volume total consumido autorizado<sup>1</sup>.

A maior dificuldade dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico é identificar, em cada setor de fornecimento, os volumes de perdas reais e aparentes. Essa informação é altamente relevante uma vez que ações de controle e correção são diferenciadas dependendo das características das perdas (CHEUNG *et al.*, 2009). De acordo com Lambert & Hirner (2000), mais de 65% da água não faturada, deve-se aos consumos não autorizados, imprecisões dos hidrômetros e vazamentos na rede de distribuição.

Após a identificação das perdas é de fundamental importância a elaboração de um diagnóstico para verificar suas causas e as medidas a serem tomadas visando a diminuição das mesmas.

<sup>1</sup> Consumo autorizado é o volume de água consumido por clientes regulares, pelo operador do sistema e outros que estão implícita ou explicitamente autorizados pelo operador a fazê-lo, para usos residenciais, comerciais e industriais. Também inclui a água exportada para outros setores de abastecimento. O consumo autorizado pode incluir usos como combate a incêndios e treinamentos, descargas de redes ou lavagem de redes de esgoto, limpeza de ruas, rega de jardins, fontes públicas, proteção contra geadas, etc. Estes volumes podem ser medidos ou não medidos, faturados ou não faturados.



A metodologia proposta por Baggio (2000) para o controle de perdas estabelece, em um primeiro momento, o gerenciamento pela qualidade da operação dos sistemas como forma de evitar as perdas, para em um segundo momento iniciar algumas soluções clássicas. Baggio (2000) sugere a seguinte estratégia:

- Implantar modelo de gerenciamento da rotina do trabalho do processo de operação de sistemas de abastecimento de água.
- Democratizar as informações e sensibilização para criação de consciência sobre as questões de perdas de água.
- Promover ações para a conscientização do problema.
- Bloquear as causas predominantes das perdas de água.

Cheung *et al.* (2009) propõem a elaboração de uma estratégia para controle de perdas nomeado *check-list* baseada nas seguintes perguntas:

- Quanta água está sendo perdida?
- Onde a água está sendo perdida?
- Por que a água está sendo perdida?
- Como melhorar o desempenho do sistema?
- Como sustentar o desempenho do sistema?

Tsutiya (2004) propõe incorporar o ciclo do PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) nos processos envolvidos no controle de perdas, método esse que é bastante semelhante ao proposto por Baggio (2000). Para Tsutiya (2004) deverão ser definidas metas globais e setoriais para os dois tipos de perdas (reais e aparentes) e estabelecidos indicadores de controle para cada ação desenvolvida.

Qualquer que seja a metodologia utilizada para o diagnóstico de perdas de água é necessário a realização das atividades de controle de perdas reais e aparentes por meio de um planejamento integrado em toda instituição ou empresa responsável pelo abastecimento de água.

### **3.2.1. Perdas Reais**

As perdas reais acontecem entre a captação de água bruta e o micromedidor (hidrômetro) do consumidor, ou seja, correspondem a um volume de água que não

chega ao consumidor final. São constituídas pelos vazamentos, visíveis ou não, nas tubulações (adutora, recalque, subadutoras e rede de distribuição) e instalações (estação de tratamento, reservatório e elevatórias), pelas descargas para limpeza de adutora ou rede e pelos vazamentos em reservatórios.

Segundo o PNCDA (2007), as causas e a magnitude das perdas, assim como a natureza das ações para o seu efetivo controle, podem ser diferentes nas diversas partes de um sistema de abastecimento de água. Por isso, a identificação e o controle das perdas devem ser feitos por unidade (captação, adutoras, ETA, reservatórios, rede de distribuição, etc.).

O Quadro 1 mostra um sumário das perdas físicas, que ocorrem em sistemas de abastecimento de água, de acordo com sua origem e magnitude, considerando as etapas (subsistemas).

**Quadro 1 - Perdas reais nas etapas de sistemas de abastecimento de água**

Etapa do sistema de abastecimento de água	Origem da perda	Magnitude da perda
Adução de água bruta	Vazamentos nas tubulações	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Limpeza do poço de sucção	
Tratamento de água	Vazamentos estruturais	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Lavagem de filtros	
	Descarga de lodo	
Reservação	Vazamentos estruturais	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Extravasamentos	
	Limpeza de reservatórios	
Adução de água tratada	Vazamentos nas tubulações	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Limpeza do poço de sucção	
	Descargas	
Rede de Distribuição	Vazamentos na rede	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões
	Vazamentos em ramais	
	Descargas	

Fonte: Silva *et al.*, 2004

Segundo Tsutiya (2004), dois aspectos importantes devem ser considerados quanto às perdas reais. O primeiro relaciona-se à racionalização dos recursos naturais, pois quanto menos volume se perde no sistema, menor também é o volume ou as ampliações de captação para o atendimento da demanda, gerando menor impacto ambiental e, conseqüentemente, redução do consumo de energia. O segundo é quanto à saúde pública, pois a redução de pressão na rede de distribuição ocasionada pelo vazamento pode levar ao comprometimento da qualidade da água devido à possibilidade de entrada de contaminantes na tubulação.

Para um controle de perdas reais destacam-se algumas ações importantes tais como (SILVA, 1998):

- Controle das pressões.
- Pesquisa de vazamentos.
- Redução do tempo de reparo de vazamentos.
- Gerenciamento da rede distribuidora.

A Figura 4 apresenta de forma esquemática as quatro ações principais para controle de perdas reais segundo Thornton (2002).



Fonte: Adaptado de Thornton, 2002

**Figura 4 - Ações para o controle de perdas reais**

#### **a) Controle de pressão e de níveis**

Quando ocorrem dificuldades no abastecimento de água, principalmente, em situações críticas de imóveis que estão localizados nos pontos de referência (pontos críticos, de cotas topográficas mais altas) dos setores de abastecimento, incorre-se em ações não recomendadas hidraulicamente, utilizando-se de manobras nas redes distribuidoras e impondo-se rodízios, racionamento, dentre outras ações, que afetam

negativamente a qualidade da água distribuída à população, podendo ser ocasionadas contaminações por sub-pressões.

Segundo Andrade Sobrinho *et al.* (2009), o conhecimento gerado pelo controle e monitorização completa do comportamento das pressões (estáticas e de serviço) e vazões (diurna e noturna) nas redes distribuidoras, proporcionam aos gestores a adoção de ações planejadas no intuito de reduzir o número de anomalias que, por não serem efetivamente identificadas sem essa monitorização, contribuem para a criação de transientes hidráulicos que prejudicam o abastecimento de água.

Nas tubulações em geral a vazão perdida (Q) é uma função proporcional à raiz quadrada da carga hidráulica (H). Dessa maneira, o controle de pressão permite a redução de perdas nos vazamentos existentes e limita os riscos de novas rupturas.

Na Tabela 1 ilustra-se um quadro de redução de perdas físicas no sistema distribuidor, em função da redução das pressões na rede pública.

**Tabela 1 - Redução de perdas reais em função da redução das pressões na rede**

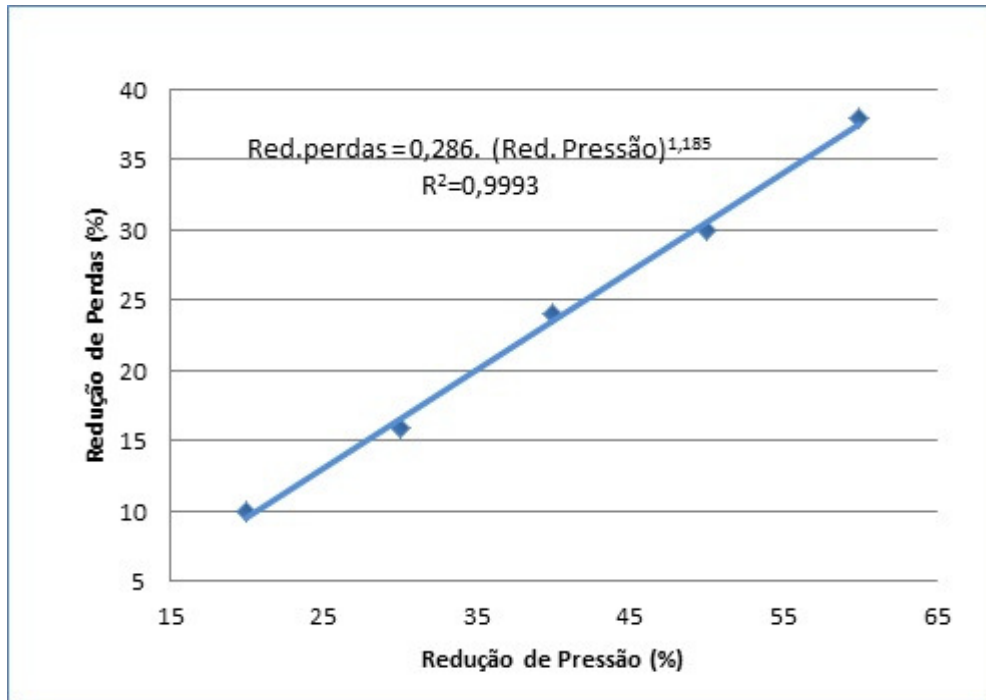
Redução da pressão (%)	Redução da perda (%)
20	10
30	16
40	23
50	29
60	37

Fonte: PNCDA, 2007

De acordo com dados técnicos experimentais, em casos de tubos plásticos, admite-se uma correlação linear entre pressão e vazamento, provenientes da resiliência do material, o que significa uma redução ainda maior dessas perdas, em função da redução da pressão no sistema distribuidor (PNCDA, 2007).

Daí a importância especial que deve ser dada ao controle e a monitorização eficaz das pressões, os quais acarretam uma redução das cargas hidráulicas na rede de distribuição. Uma diminuição nas pressões de serviço resultará em reduções de perdas nos vazamentos (visíveis e não visíveis), minorando riscos de novas rupturas (ARAÚJO *et al.*, 2004).

A Figura 5 mostra uma estimativa de redução de perdas (entre 10 e 40%) na rede em função da redução da pressão (entre 20 e 60%) nas tubulações.

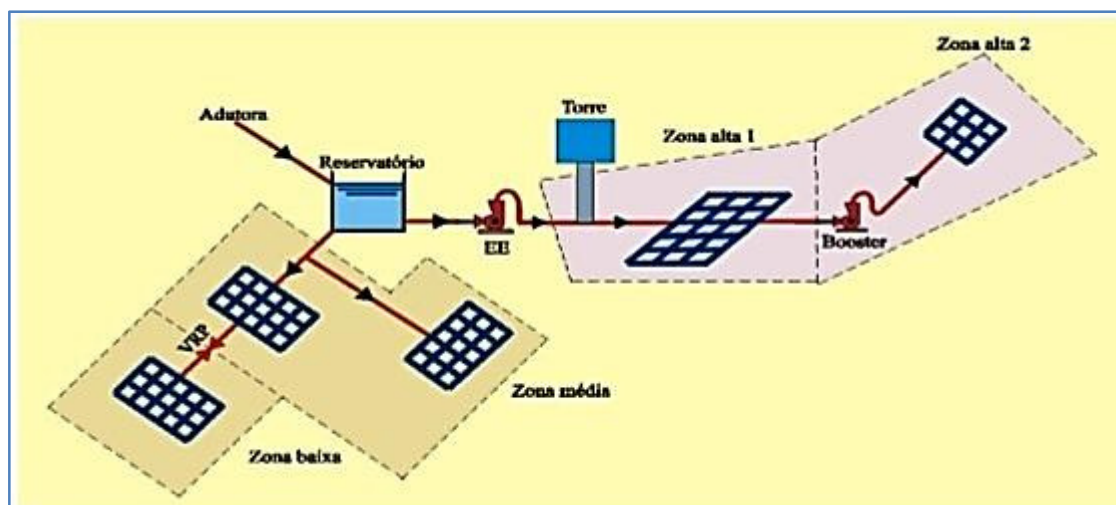


Fonte: Silva *et al.*, 2004

**Figura 5 - Redução de perdas de água em função da redução de pressão na rede distribuidora de água**

Alguns aspectos para serem observados quando do controle de pressões: setorização da rede de distribuição, utilização de válvulas redutoras de pressão e conjuntos motorbombas inseridos diretamente na rede de distribuição (*boosters*) para abastecimento de zonas altas e distritos pitométricos.

A Figura 6 apresenta um desenho esquemático da setorização por meio de reservatórios apoiados e elevados, válvula redutora de pressão e *booster*.



Fonte: Tsutiya, 2004

**Figura 6 - Esquema de setorização de um sistema de abastecimento de água**

A setorização de um sistema de abastecimento de água é definida a partir de um reservatório apoiado ou enterrado abastecendo a zona baixa e o reservatório elevado abastecendo a zona alta (ReCESA, 2008). Assim, ficam estabelecidas as chamadas zonas de pressão, sendo que as pressões dentro da zona oscilam com os níveis de água dos reservatórios. É uma das principais formas de controle de pressão, uma vez que proporciona a divisão da área de abastecimento em partes menores, denominadas subsetores, utilizando a delimitação natural do sistema, ou por meio do fechamento de válvulas de manobra.

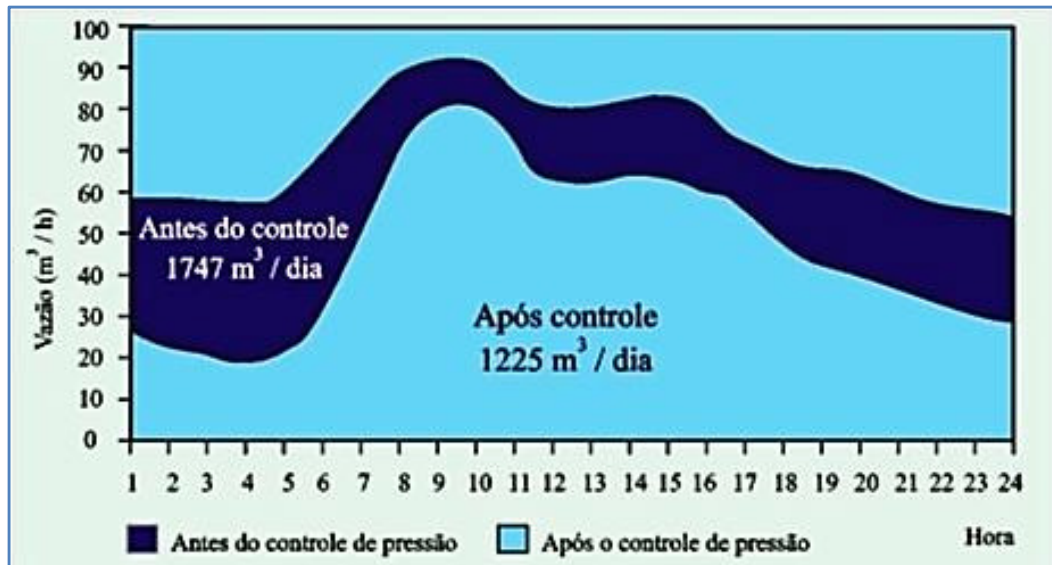
A setorização, focando a compatibilização das áreas de abastecimento com as zonas de faturamento, foi ferramenta essencial utilizada pela Embasa quando da retomada nos trabalhos para o controle de perdas em Salvador (MAGALHÃES, 2001).

Mediante uma válvula redutora de pressão (VRP) também pode ser realizada uma setorização. A VRP é um dispositivo mecânico que permite reduzir, automaticamente, uma pressão variável de montante a uma pressão estável de jusante. O mecanismo de controle de uma VRP pode ser mecânico ou eletrônico. No controle mecânico da válvula, a regulagem previamente determinada é fixa, ou seja, garante uma pressão de jusante pré-estabelecida independentemente das condições de vazão e pressão à montante. Em se tratando de controle eletrônico, a atuação da VRP é feita por meio de programas pré-estabelecidos, que permitem monitorizar e controlar as vazões e as pressões, garantindo as condições adequadas de abastecimento ao longo das 24 horas do dia.

A correta escolha da válvula e do tipo de controle depende de fatores como: tamanho e complexidade do sistema de distribuição; consequências da redução de pressão; custo de instalação e manutenção; previsão da economia de água e condição mínima de serviço. Para Jowitt & Xu (1990), as válvulas redutoras de pressão devem ser dimensionadas visando atender a zona de abastecimento com as condições de pressões adequadas, sendo sua implantação normalmente viável economicamente.

A Figura 7 mostra os resultados da aplicação de válvula redutora de pressão em um sistema de abastecimento de água, simulado para um dia de consumo. Antes do controle de pressão a vazão distribuída apresentava maiores valores, devido à existência de pressões mais significativas no sistema. Após a aplicação de válvulas

de controle de pressão a vazão disponibilizada é restringida, apresentando uma menor média ( $1.225\text{m}^3/\text{dia}$ ), devido à redução de pressão no sistema.

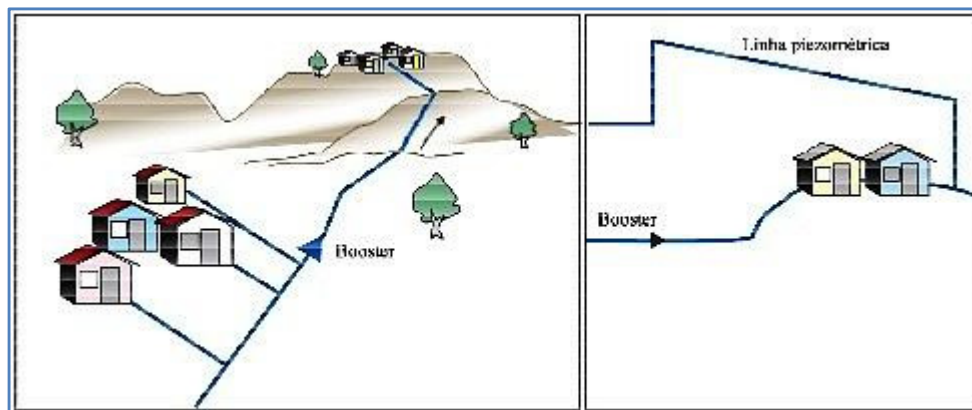


Fonte: Tardelli Filho, 2004

**Figura 7 - Resultados da redução de pressão com a utilização de uma VRP**

Os *boosters* têm sido utilizados para abastecer áreas que não podem ser atendidas pelos reservatórios, devido à insuficiência de pressões, entretanto, com o emprego de conversor de frequência, o *booster* é utilizado para controle de pressão, por manter constante a pressão de saída, qualquer que seja a vazão de jusante e pressão à montante. A regulação da pressão de saída do *booster* é fator importante na operação desse equipamento, pois a perda real aumenta com a elevação da pressão.

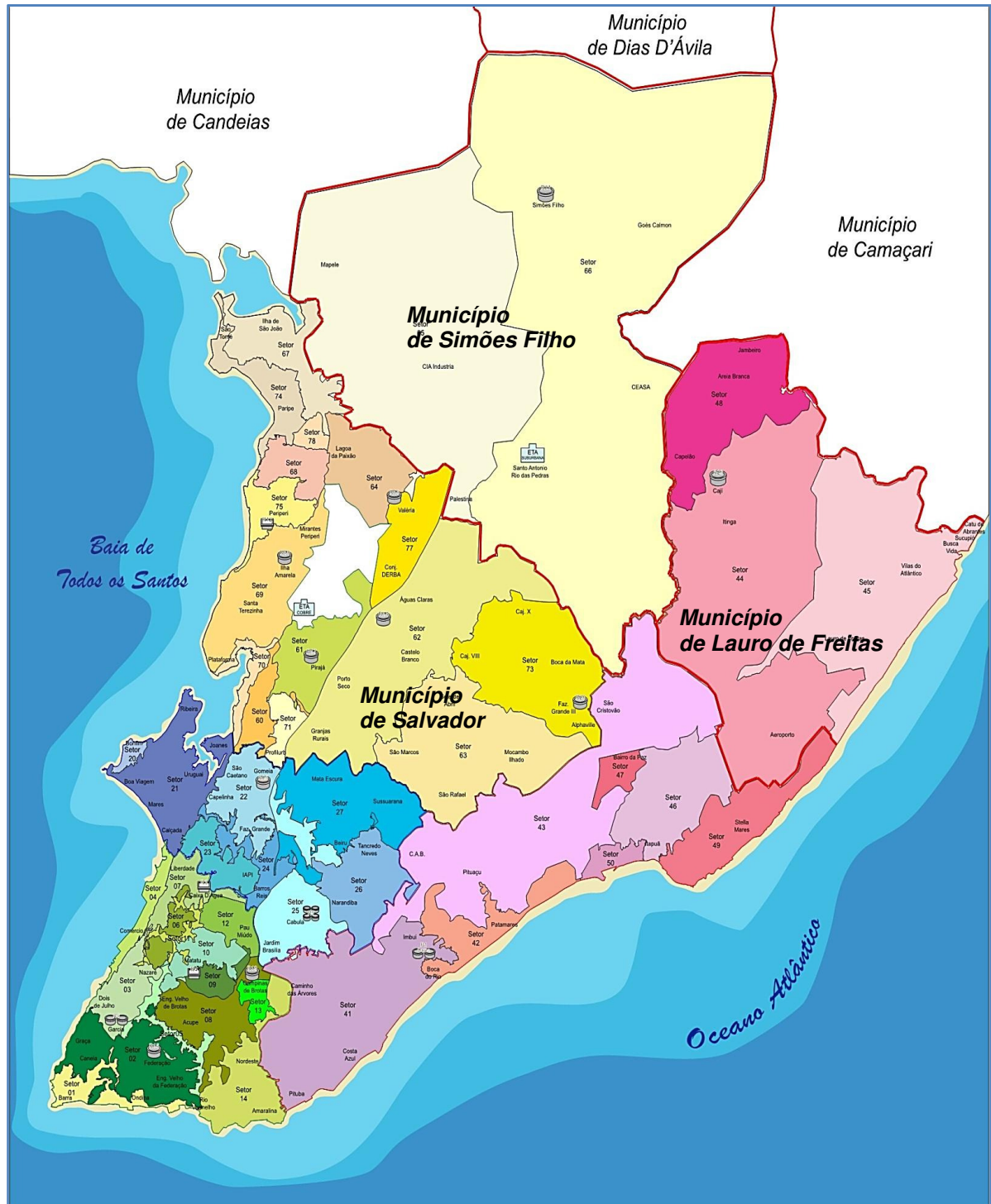
A Figura 8 apresenta um esquema geral da instalação de *booster* em um subsetor, em planta e perfil.



Fonte: Tardelli Filho, 2004

**Figura 8 - Esquema geral de implantação de *booster* na rede**

A Figura 9 mostra a setorização realizada na cidade de Salvador onde são apresentadas todas as zonas de abastecimento. Cada cor representa uma determinada zona de pressão atendida por reservatório, *booster* ou válvula redutora de pressão.



Fonte: Embasa, 2011c

**Figura 9 - Setorização realizada na cidade de Salvador**



Outro tipo de perda bastante significativo nos sistemas de abastecimento de água diz respeito ao extravasamento e vazamentos dos reservatórios de distribuição. Para Negrisolli (2009), a magnitude das perdas em reservatórios é variável em função do estado das instalações e da eficiência operacional. De acordo com Coelho (1996), uma das principais causas para o extravasamento dos reservatórios é a falha na comunicação entre a unidade que envia e a que recebe a água. Logo, o extravasamento decorre, na maioria das vezes, de falha operacional, ou de forma mais abrangente, da deficiência no sistema de controle operacional.

A implantação de alarmes sonoros ou de controles automáticos de níveis por meio de válvulas de bóia ou de controle são soluções para evitar o extravasamento de reservatórios.

#### **b) Controle ativo de vazamentos e fugas**

A metodologia mais utilizada para o controle ativo de vazamentos é a pesquisa realizada por meio de métodos acústicos de detecção com utilização de instrumentos específicos. Os principais métodos utilizados são hastes de escuta, geofones mecânicos e eletrônicos e correlacionador de ruídos.

Wu & Sage (2007) desenvolveram uma abordagem alternativa econômica para conseguir uma detecção efetiva dos vazamentos, que é fazer uso da consolidada tecnologia de modelagem hidráulica por computador. Essa técnica é desenvolvida com base na aplicação de algoritmos que permitem identificar potenciais pontos de vazamento. Correlacionando o modelo hidráulico de vazão com a pressão do sistema, é possível localizar o vazamento e até mesmo medir a vazão que está se perdendo.

Existem modelos matemáticos que correlacionam a qualidade da água distribuída aos vazamentos ocorridos, tendo a pressão do sistema como uma das variáveis. Essa ferramenta é fundamental visto a relação direta entre o controle ativo de vazamentos e a qualidade da água distribuída (TABESH, 2006).

### **c) Rapidez e qualidade dos reparos**

Todos os vazamentos visíveis e não visíveis devem ser reparados rapidamente, entretanto, é necessário que este trabalho seja feito com qualidade, isto é, utilização de mão-de-obra devidamente treinada e materiais adequados.

O tempo de reparo constitui-se um dos itens do gerenciamento de perdas que os prestadores de serviço público de abastecimento de água mais controlam, pois quanto mais rápido o reparo, menor a perda real e, conseqüentemente, as perdas totais. Outrossim, o tempo de reparo está associado à imagem do prestador perante a população, significando que quanto menor o tempo de reparo, maior a eficiência do mesmo.

Um dos fatores críticos para reduzir o tempo de reparo dos vazamentos é identificar a origem dos mesmos. Atualmente, métodos de otimização aplicando modelos matemáticos são utilizados para apontar mais rapidamente os locais do vazamento. Os bons resultados ilustram que o método de modelagem integrada é uma poderosa ferramenta visando auxiliar os prestadores de serviços públicos de abastecimento de água em suas estratégias para a redução de perdas físicas (WU, 2009).

Em geral é impossível detectar exatamente as perdas em um sistema de distribuição usando somente a abordagem da otimização/simulação integrada, embora seja uma ferramenta muito útil para sinalizar os pontos prováveis em que as perdas estão ocorrendo (incluindo vazamentos, ligações ilegais ou não medidas, etc.), aumentando a eficiência dos programas de redução de perdas.

Tardelli Filho (2004, p.53) estabelece que as condições de infraestrutura e de logística requeridas a uma boa gestão para o reparo de vazamentos envolvem os seguintes aspectos:

- Existência de linhas telefônicas diretas entre os usuários e o prestador de serviço público de abastecimento de água para comunicação da ocorrência de vazamentos ou de problemas operacionais.
- Controle ativo de vazamentos.
- Equipes próprias ou contratadas bem treinadas e equipadas.
- Existência de um sistema de programação e controle dos reparos de vazamentos.
- Emprego de materiais de qualidade.
- Sistema de gerenciamento e controle de resultados, contemplando a redução de perdas reais conseguida, o levantamento de retrabalhos, além de outros indicadores pertinentes.

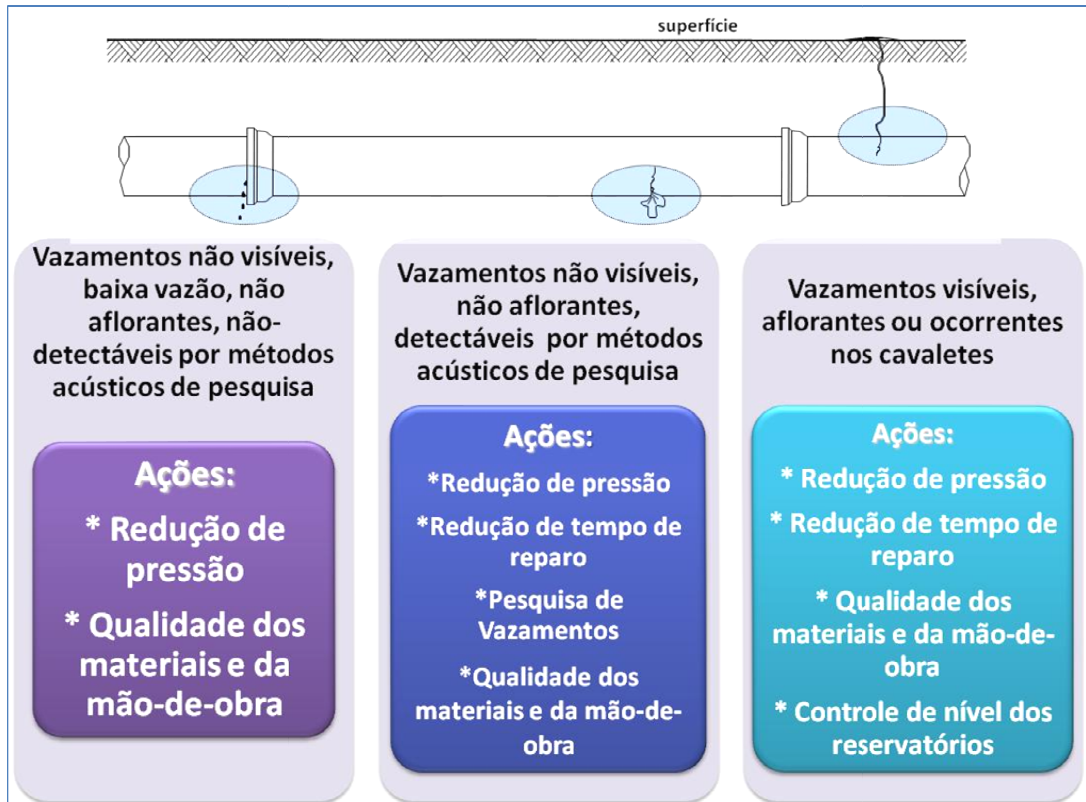
#### **d) Gerenciamento da rede distribuidora**

Para esta etapa é necessário estabelecer o cadastro dos materiais utilizados na rede de distribuição, identificando a idade, tipo de material, além de rotinas do cumprimento de manutenção preditiva, preventiva e corretiva, procedimento de trabalho, treinamento, etc.

De acordo com Lambert & Frantozzi (2005), uma infraestrutura deteriorada deve ser proativamente melhorada a fim de controlar a perda de água a um nível econômico satisfatório.

Os programas de manutenção mais frequentemente empregados para controle das perdas são os de substituição de tubulações ou de controle da corrosão para tubulações metálicas (ReCESA, 2008). No que diz respeito à rotina utilizada para melhoria da infraestrutura do sistema como estabelecimento de manutenção periódica, a substituição e a reabilitação de tubulações podem efetivamente aumentar a vida útil da tubulação, em maior, ou menor grau dependendo do processo utilizado (ARIKAWA, 2005).

A Figura 10 sintetiza as principais ações para o controle de perdas reais, em função do tipo de problema apresentado.



Fonte: Tardelli Filho, 2004

**Figura 10 - Síntese das ações para o controle de perdas reais**

Para Gomes (2007), em países cujos sistemas de abastecimento de água apresentam um baixo índice de perdas, existe um grande controle operacional nos sistemas distribuidores, onde são monitorizadas *on line* variáveis hidráulicas (vazões, pressões e níveis) em centros de controle calibrando modelos hidráulicos capazes de antever anomalias no sistema, baseados em dados históricos.

Para Cheung *et al.* (2009), é fundamental o desenvolvimento de programas computacionais que sirvam de facilitadores para o gerenciamento eficiente de perdas em sistemas urbanos de distribuição de água. Existem pesquisas que correlacionam as perdas reais e o consumo de energia elétrica nos sistemas urbanos de distribuição de água, estabelecendo valores de referência para modelos matemáticos que simulam as perdas reais em sistemas de distribuição de água, em função das características da tubulação.

### 3.2.2. Perdas Aparentes

As perdas aparentes correspondem aos volumes consumidos não-autorizados e não faturados pelos prestadores de serviço público de abastecimento de água. São provenientes das ligações clandestinas; *by-pass*; erros de leitura da macro e micromedição; e da defasagem do cadastro comercial (ROSSIGNEUX, 2004).

Segundo PNCDA (2007), as perdas aparentes são expressivas no Brasil e podem representar 50% ou mais do percentual de água faturada. Essas dependem de aspectos técnicos como: critérios de dimensionamento, manutenção preventiva de hidrômetro, e de procedimentos comerciais e de faturamento, que necessitam de um gerenciamento integrado.

Para o controle de perdas aparentes destacam-se as seguintes ações (SILVA, 1998):

- Aferição da macromedição.
- Adequação do parque de micromedição (hidrômetros).
- Controle das ligações irregulares (áreas de ocupação desordenada).
- Gestão comercial (controle de ligações clandestinas e fraudes, melhorias no cadastro comercial, política de cobrança e corte, acompanhamento das ligações inativas).

A Figura 11 apresenta de forma simplificada as quatro principais ações para o controle de perdas aparentes.



Fonte: Adaptado de Thornton, 2002

**Figura 11 - Ações para o controle de perdas aparentes**

#### **a) Gerenciamento da macromedição e micromedição**

Taira (2007) mostra que os prestadores de serviços públicos enfrentam três problemas graves nos sistemas de abastecimento de água: índices de perdas elevados; desperdício de energia elétrica devido às perdas e desconhecimento sobre os erros e incertezas das medições realizadas nos sistemas produtores (ETAs e poços) e nas redes distribuidoras. Os níveis de incerteza das medições nos macromedidores variam entre 5 e 12%. As perdas aparentes provenientes dos erros de macromedição influenciam no cálculo do balanço hídrico, com informações distorcidas sobre o volume de água efetivo no sistema.

De acordo com Vinciguera (2009), os principais motivos das perdas aparentes por erro de macromedição provêm da falta de infraestrutura e manutenção dos prestadores de serviços, sendo caracterizado por:

- Inexistência de macromedidores, obrigando a estimativa dos volumes.
- Erros de medição devido à falta de calibração.

Para Arikawa (2005, p.40) os principais fatores que geram a imprecisão nos macromedidores são:

- Instalação inadequada.
- Descalibração do medidor.
- Dimensionamento inadequado, operando com velocidades muito baixas.
- Amplitude grande entre as vazões máximas e as mínimas.

- Problemas com a instrumentação.

A micromedição é a forma com a qual o prestador de serviço público de abastecimento de água contabiliza os volumes de água fornecidos aos consumidores e com base em suas medições, são geradas as faturas a serem pagas.

Os erros de micromedição incluem (ARIKAWA, 2005, p.40):

- Erros ocorridos devido aos procedimentos de leitura.
- Diferenças entre datas de leitura do macromedidor e do hidrômetro.
- Estimativas incorretas do tempo de parada dos medidores.
- Cálculos incorretos, erros computacionais e erros sistemáticos de medição dos hidrômetros.

Para Lambert (1999) uma das principais questões que deve ser verificada quando se refere às perdas aparentes é o dimensionamento adequado dos medidores devido à sensibilidade dos mesmos, existindo margens de erros significativas caso os mesmos não estejam devidamente selecionados. Tsutiya (2004) sinaliza que hidrômetros novos podem apresentar níveis de incerteza em torno de 2%, enquanto hidrômetros em uso podem gerar erros de até 5%.

Negrisolli (2009) mostra que a redução de erros de medidores traz como ações principais:

- A especificação e o dimensionamento corretos dos medidores sejam eles macromedidores ou micromedidores (hidrômetros).
- A instalação adequada dos medidores.
- Critérios para substituição dos medidores, em função do tempo de operação dos mesmos.
- A manutenção preventiva e corretiva dos macro e micromedidores.
- Consistência de leitura e gestão do processo de micromedição.

## **b) Qualificação da mão de obra**

Em todas as situações que envolvem as ações comerciais existe um contato direto com o consumidor para explicar e resolver questões.

Os funcionários que irão atuar nessa área, leituristas e analistas de consumo, devem passar por um processo de capacitação específico e adequado para o bom desempenho de suas atividades. Geralmente, um leiturista bem capacitado visualiza os problemas comerciais em campo, em algumas situações trazendo já as propostas

de soluções para o escritório, visto que, é este profissional que realiza mensalmente as visitas às residências, podendo identificar erros de leitura anterior, fraudes, ligações clandestinas, etc.

Com o advento dos microcoletores de dados, utilizados normalmente com microcomputadores tipo *palm-top*, se torna necessário uma maior qualificação do leiturista, já que esse profissional poderá checar quando da realização da leitura dos micromedidores: indícios de fraudes, violação nos hidrômetros, alterações cadastrais, problemas de falta de água, problemas de qualidade da água, vazamentos, obstruções de esgotos, além de informar ao escritório central em tempo real (TSUTIYA, 2004).

### **c) Redução de fraudes**

A redução de fraudes envolve as ações de inspeção das ligações suspeitas onde ocorre interferência na contabilização do consumo de água e as medidas para coibir essa prática.

De acordo com ReCESA (2008, p.40), os consumos clandestinos são caracterizados por algum tipo de atitude fraudulenta, como por exemplo:

- Emprego de tubulação lateral ao medidor onde parte da água passa sem ser medida (*by-pass*).
- A ligação clandestina conectada diretamente na rede distribuidora.
- A violação de hidrômetros.
- A violação de corte.
- A ativação de ligações inativas sem permissão do prestador de serviço público de abastecimento de água.

As fraudes podem ser coibidas mediante realização de campanhas para o esclarecimento à população, ou ações técnicas que dificultem as atuações dos fraudadores como: instalação de lacres nos hidrômetros, registros com chave de corte, dispositivos especiais para corte de ligação no ramal predial, etc.

De acordo com Tardelli Filho (2004), ao constatar a fraude, o prestador de serviço público de abastecimento de água pode tomar a seguinte linha de atuação:

- Efetuar a regularização da ligação clandestina ou *by-pass*, adotando os procedimentos administrativos por meio de negociações diretas com o consumidor e aplicando as multas contratuais cabíveis.
- Solicitar apoio policial para início dos processos jurídicos e comerciais pertinentes.



Comumente existem contratos específicos com empresas para execução desses serviços. Tais contratos são chamados de “contratos de manutenção” e servem para realização de serviços operacionais (retirada de vazamentos, etc.) e comerciais (corte, religação, etc.). Normalmente as empresas possuem equipes distintas para a realização de serviços operacionais e comerciais.

#### **d) Melhorias no sistema comercial**

A gestão comercial de um prestador de serviço público de abastecimento de água compreende todo o aparato de processos, sistemas informatizados e recursos humanos que permite a contabilização dos consumos de água tratada e seu faturamento (ReCESA, 2008).

Esses serviços envolvem o pedido de ligação do cliente, cadastro comercial, programação de leitura, apuração do consumo, emissão de contas e elaboração de relatórios gerenciais.

Uma das principais deficiências dos prestadores de serviços públicos relaciona-se com o cadastro comercial, o qual deve ser atualizado permanentemente, e isso pode realizar-se com a atuação de leituristas bem treinados.

O sistema comercial de qualquer prestador de serviço público de abastecimento de água deve possuir o suporte de um programa computacional robusto, visto que, as etapas de cada ligação devem ser monitorizadas e acompanhadas por toda a empresa (operação e comercial) em tempo real, evitando desgastes futuros, de ocorrer o "corte da ligação" com a fatura paga, por exemplo.

Para ReCESA (2008, p.40), algumas causas das perdas de água estão relacionadas com o gerenciamento global dos consumidores e ligações domiciliares, que podem ser monitorizadas por um eficiente sistema comercial. Esse gerenciamento deve englobar:

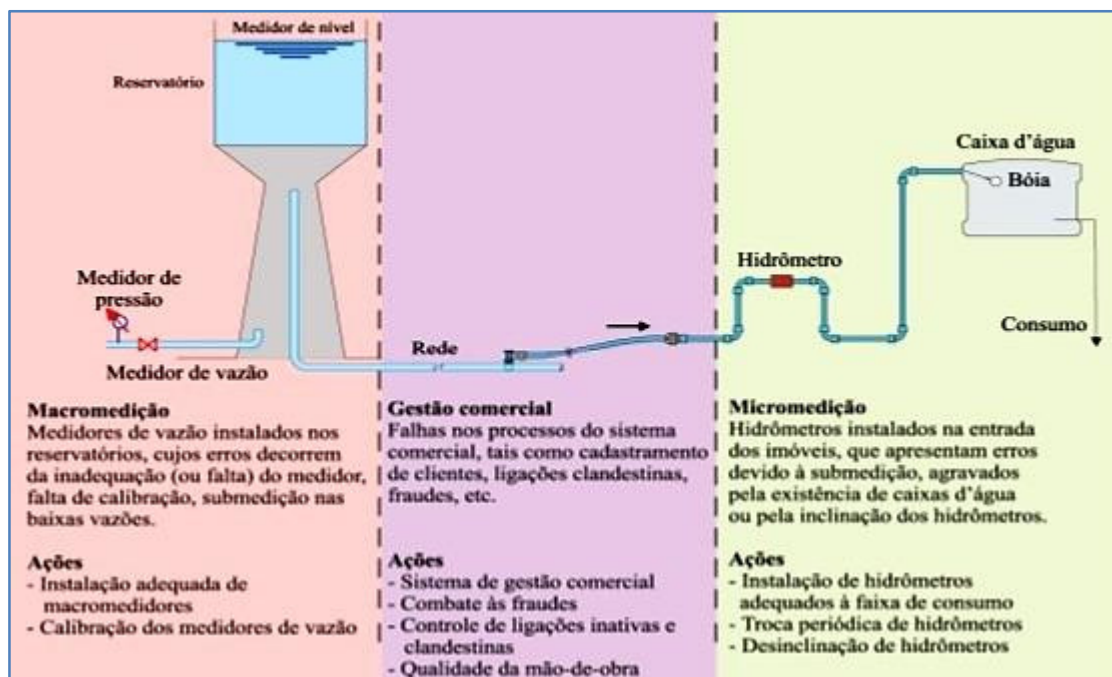
- Confiabilidade da micromedição (aferição e manutenção).
- Confiabilidade das estimativas de consumo.
- Situação das ligações ativas ou inativas.
- Situação das ligações clandestinas.
- Situação das fraudes e irregularidades.

De acordo com Kurokawa (2001), para uma maior eficiência no controle das perdas aparentes são necessários a implantação e acompanhamento de processos comerciais de cobrança e faturamento eficiente. Por meio deste processo de

faturamento e cobrança, será levantado o volume faturado, sendo esta uma informação importante para o controle de perdas. Para isso, é necessário que se priorizem nos processos comerciais:

- A instalação da micromedição em todas as contas.
- O dimensionamento correto do hidrômetro para o consumo do cliente.
- O acompanhamento e a leitura das contas.
- A política de corte de ligações de forma rigorosa e constante, para clientes inadimplentes.
- Uma política eficiente de combate às fraudes com critérios de punição.
- Um cadastro comercial atualizado, confiável e seguro de todos os usuários.

A Figura 12 sintetiza as principais ações para controle de perdas aparentes.



Fonte: Tardelli Filho, 2004

**Figura 12 - Síntese das ações para o controle de perdas aparentes**

De uma forma geral, o Quadro 2 sintetiza a caracterização das perdas reais e aparentes em um sistema de abastecimento de água, mostrando a importância de se atuar sobre as mesmas e seus diversos impactos.

**Quadro 2 - Caracterização geral das perdas em sistemas de abastecimento de água**

Item	Características	
	Perda real	Perda aparente
Tipo de ocorrência mais comum	Vazamento	Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção de água tratada	Valor cobrado no varejo ao consumidor
Efeito ambiental	Desperdício de riquezas naturais. Necessidade de maior exploração de mananciais	Pouco relevante
Efeito na saúde pública	Risco de contaminação da água	Pouco relevante
Visão empresarial	Perda de produto industrializado	Perda elevada de receita
Visão do consumidor	Imagem da empresa associada ao desperdício e ineficiência	Não possui relevância imediata
Efeito sobre o consumidor	Repasse de custos à tarifa. Não incentivo ao uso racional da água	Repasse de custos à tarifa. Incentivo ao roubo e à fraude

Fonte: Tardelli Filho, 2004

### 3.2.3. Indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água

Um indicador de desempenho é uma medida quantitativa de um aspecto particular da performance da entidade gestora ou do seu nível de serviço. É um instrumento de apoio à monitorização da eficiência e da eficácia, simplificando uma avaliação, que de outro modo seria mais complexa e subjetiva.

Para Cheung *et al.* (2009), os indicadores são cruzamentos de duas ou mais informações primárias ou variáveis que auxiliam o processo de análise de sistemas de abastecimento de água. Esses permitem gerenciar a evolução dos volumes perdidos, redirecionar ações de controle e comparar sistemas de abastecimento de água distintos (ReCESA, 2008).

De forma a permitir uma avaliação de desempenho apropriada, o tipo e número de indicadores a serem utilizados devem ser cuidadosamente selecionados. Para diagnosticar um sistema é muito comum utilizar um conjunto de indicadores. Dessa forma, tem-se que selecionar um destes conjuntos que estejam relacionados com um determinado tema, visando possibilitar a análise e compreensão do seu desempenho (ALEGRE *et al.*, 2000).

As avaliações operacionais podem variar com a metodologia utilizada na quantificação do índice de perdas. Por exemplo, tendo-se um nível de hidrometração baixo, ao invés de se avaliar o volume micromedido, pode-se analisar o volume faturado (MIRANDA, 2002).

Destacam-se os seguintes indicadores que usualmente são utilizados para controle de perdas de água nos prestadores de serviço público de abastecimento de água:

- Indicador Percentual

É o indicador mais utilizado e mais fácil de ser compreendido. Esse relaciona o volume total perdido (perdas reais e perdas aparentes) com o volume total produzido ou disponibilizado ao sistema. A Equação 1 representa tal indicador:

$$IP (\%) = \frac{Vol.Perdido}{Vol.Produzido} \times 100$$

(Equação 1)

Tomando como base o indicador percentual, a Tabela 2 apresenta uma classificação dos sistemas de abastecimento de água em relação às perdas.

**Tabela 2 - Classificação dos sistemas de abastecimento de água com base em indicadores percentuais de perdas**

Índice Total de Perdas (%)	Classificação do Sistema
Menor do que 25%	Bom
Entre 25 e 40%	Regular
Maior do que 40%	Ruim

Fonte: PNCDA, 2007

Para Miranda (2002), as críticas apontam que os indicadores de perdas de água expressos em percentual do volume disponibilizado não são apropriados para avaliação de desempenho, uma vez que são fortemente influenciados pelas variações do consumo.

Miranda (2002, p.93) ainda afirma que:

Para sistemas com mesmo volume de perdas, quanto maior o consumo, menor o valor das perdas em percentual. Nos casos em que ocorrem intermitências no sistema, com demanda reprimida em determinadas áreas, o comportamento do consumo é variável e desconhecido, afetando e fazendo flutuar os indicadores de perdas. Há também uma dificuldade da

avaliação de metas futuras para as perdas, já que as variações no consumo impactam o indicador, independente de ter havido, efetivamente, redução ou aumento de perda.

Para ReCESA (2008), o indicador percentual imprime uma característica de homogeneidade aos sistemas, o que não ocorre na prática, pois alguns fatores (pressão, extensão de rede, número de ligações) que impactam sobre as perdas são diferentes em cada sistema.

Werdine (2002) coloca que os indicadores em percentual não levam em consideração as variações nas características de cada sistema como: topografia, comprimento das tubulações, números de ligações, padrões dos serviços prestados, além do modo como o sistema é operado e mantido. Ademais esse indicador é bastante afetado pelo consumo *per capita*.

Lambert (1999) faz a seguinte análise dos indicadores de desempenho expressos em termos percentuais:

- Os cálculos desses indicadores devem mostrar as perdas físicas na unidade de volume/ano.
- É a mais imprópria maneira de se comparar o desempenho técnico.
- Esse indicador foi rejeitado pelos comitês técnicos na Grã Bretanha, Alemanha, EUA e África do Sul, porque é fortemente influenciado pelo consumo.
- É uma forma contrária aos interesses do gerenciamento da demanda, uma vez que, quanto maior o consumo, menor é a perda em percentual.

Para Miranda (2003) os indicadores com valores expressos em percentual são mais facilmente compreendidos e por esse motivo são mais utilizados no Brasil e no mundo. A alteração dessa compreensão envolve a mudança de visão dos dirigentes, técnicos, políticos, administradores públicos e a sociedade em geral.

Os dois principais indicadores percentuais analisados comumente para perdas em sistemas de abastecimento de água são:

- Água Não Contabilizada (ANC)

As perdas de água tratada na distribuição são também designadas de Água Não Contabilizada (ANC). Trata-se de um indicador técnico-operacional, correspondente

ao balanço da água na distribuição. Esse indicador engloba as perdas reais e aparentes. As Equações 2 e 3 representam os mesmos.

$$ANC = \text{Volume disponibilizado} - \text{Volume utilizado} \quad (\text{Equação 2})$$

Em percentual:

$$ANC (\%) = \frac{(\text{Volume disponibilizado} - \text{Volume utilizado})}{\text{Volume disponibilizado}} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

Volume Disponibilizado = Volume Distribuído – Volume Exportado + Volume Importado.

Volume Utilizado = Volume Micromedido + Volume Estimado + Volume Recuperado + Volume Operacional + Volume Especial.

A soma do volume micromedido (efetivo) e estimado (para economias não medidas) corresponde ao volume consumido nos imóveis.

Sendo:

Volume Exportado – volume de água tratada transferido para outras áreas de serviço e/ou para outros agentes distribuidores.

Volume Importado – volume de água tratada recebido de outra área de serviço e/ou outros agentes produtores.

Volume Recuperado – volume de água tratada correspondente à neutralização (inclusive cobrança) de ligações clandestinas e fraudes.

Volume Operacional – volume de água tratada, utilizado em testes de estanqueidade e desinfecção das tubulações da rede distribuidora.

Volume Especial – volume de água tratada (preferencialmente medido) distribuída para: corpo de bombeiros, caminhões-pipa, suprimentos sociais (favelas e chafarizes) e uso próprio nas edificações do prestador de serviços.

Pode-se também utilizar o indicador Água Não Contabilizada (ANC) relacionando-o à extensão de tubulação assentada (ANC/km), ou com a quantidade de ligações existentes (ANC/lig). Esses indicadores relacionam o volume perdido total com a extensão da rede de distribuição de água existente no sistema, ou o número de ligações, respectivamente. As Equações 4 e 5 apresentam tais indicadores.

$$ANC/(km) = \frac{ANC(m^3)}{\text{Extensão da Tubulação (km)} \cdot \text{Tempo(horas do dia ou período)}} \quad (\text{Equação 4})$$

$$ANC/(Lig) = \frac{ANC (m^3)}{Quantidade Total de Ligações Existentes \cdot Tempo(horas ou dias do período)}$$

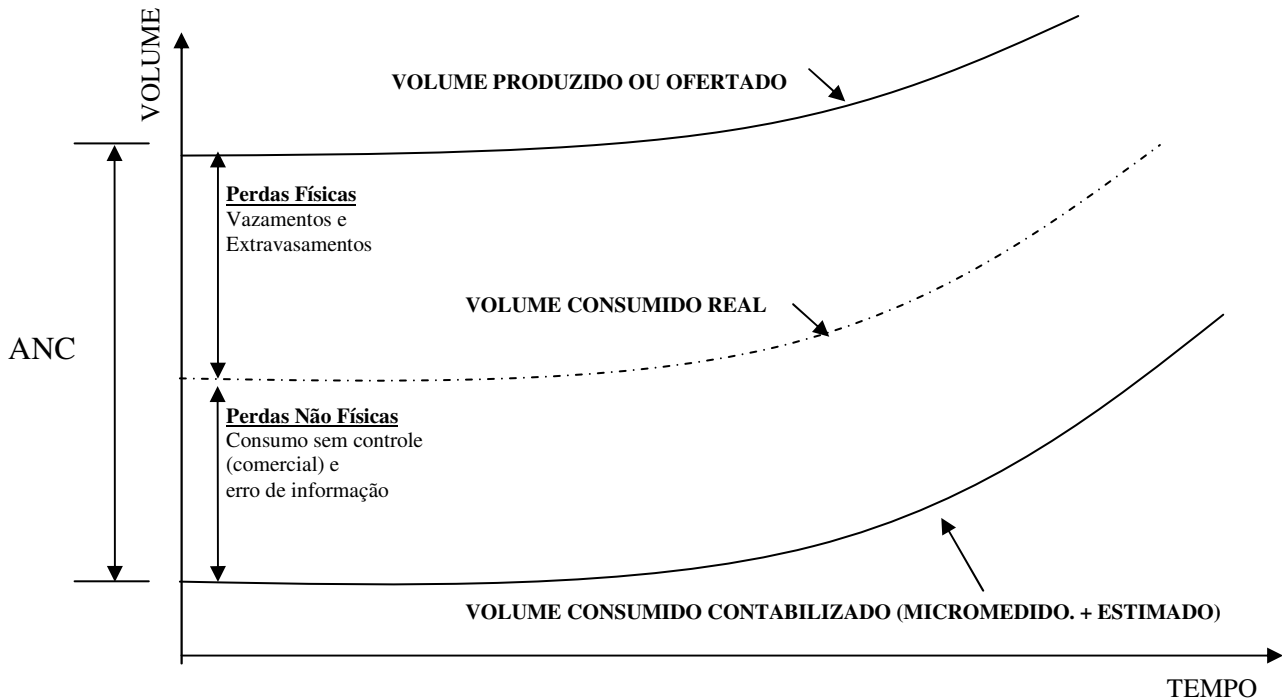
(Equação 5)

O indicador Água Não Contabilizada (ANC) tem sido criticado como uma métrica inadequada em se tratando do desempenho de sistemas de abastecimento de água, bem como um indicador enganoso da quantidade de água perdida devido à vazamentos ou outros fatores (AWWA, 2003). Nem toda a água calculada é na verdade, perdida ou vazada. A Água Não Contabilizada (ANC) pode ser também atribuída às causas listadas abaixo, comprovando ser um indicador inadequado (AWWA, 1999):

- Erro de contabilidade - Divergências entre o volume produzido e o volume medido podem ocorrer devido a imprecisos ciclos de faturamento, cálculos indevidos ou erros de programação.
- Erros de leitura – Problemas na leitura dos hidrômetros, hidrômetros fraudados, com problemas de manutenção, instalação ou dimensionamento.
- Ligações não autorizadas (ligação clandestina) - Ocorrem em casos em que uma ligação é listada como inativa, mas ainda assim continua sendo utilizada.
- Mau funcionamento do sistema de distribuição / controle - A perda de água pode resultar de incorreta utilização de válvulas no sistema.
- Infiltração e vazamento no reservatório - Perda resultante de pequenos vazamentos nos forros, fundo ou paredes dos reservatórios.
- Evaporação - Reservatórios que estão abertos para a atmosfera perdem uma certa quantidade de água por evaporação.
- Extravasamentos nos reservatório – Extravasamentos podem ocorrer quando as válvulas de controle são deficientes ou ausentes.
- Uso da água não autorizada - Geralmente ocorre quando indivíduos vandalizam o sistema público (lavajatos irregulares, roubo em hidrantes, etc.).

- Vazamentos - Perdas por vazamentos que são visíveis e não visíveis na rede de distribuição.

A Figura 13 mostra graficamente o indicador Água Não Contabilizada (ANC).



Fonte: Embasa, 2010a

**Figura 13 - Indicador Água Não Contabilizada (ANC)**

- Água Não Faturada (ANF)

A perda no faturamento ou Água Não Faturada (ANF) é um indicador de resultado comercial, se comparado o volume de água produzida ou disponibilizada na rede com o volume faturado (em m<sup>3</sup>) nos imóveis, vide Equações 6 e 7.

$$ANF = \text{Volume Disponibilizado} - \text{Volume Faturado} \quad (\text{Equação 6})$$

Em percentual:

$$ANF (\%) = \frac{(\text{Volume disponibilizado} - \text{Volume faturado})}{\text{Volume disponibilizado}} \times 100 \quad (\text{Equação 7})$$

Sendo:

Volume Disponibilizado = Volume Distribuído – Volume Exportado + Volume Importado.

Volume Faturado = Volume medido, presumido, estimado, contratado, mínimo ou informado, faturado pelo sistema comercial do prestador de serviços.

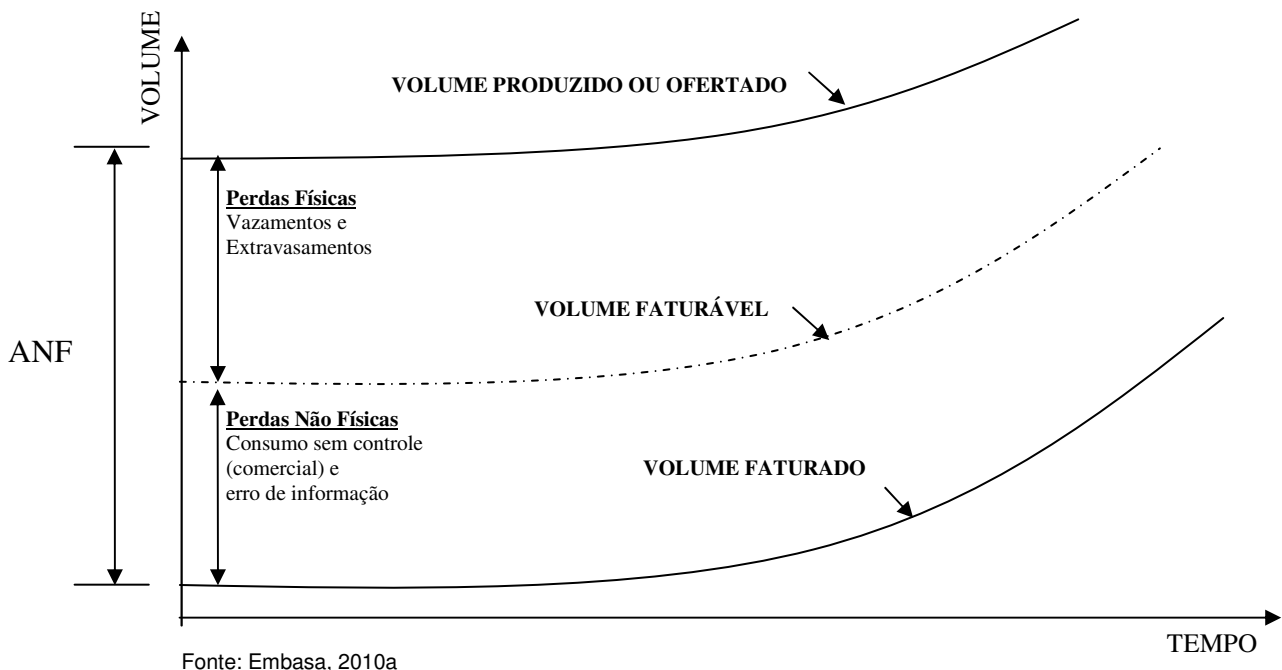


Para fins de faturamento e emissão da conta de água, de um consumo mínimo ( $10\text{m}^3/\text{mês}$ ), se o usuário utilizar menos água que o mínimo estabelecido, ele pagará uma tarifa mínima. Nesses casos, portanto, o volume faturado pode ser maior que o utilizado. Dessa forma, o indicador Água Não Faturada (ANF) pode resultar em valores menores e o impacto dessa redução será tanto maior quanto maior for o percentual de consumidores que não atingem esse nível mínimo de consumo (MARCKA, 2004).

Na perspectiva de um percentual de 100% de macro e micromedição, esse indicador sempre estará expressando uma parcela dos volumes que não são fisicamente perdidos.

O indicador Água Não Faturada (ANF) pode ser também relacionado com a extensão da tubulação de distribuição ou com a quantidade de ligações existentes de maneira semelhante ao estabelecido com o indicador Água Não Contabilizada (ANC).

A Figura 14 mostra graficamente o indicador Água Não Faturada (ANF).



**Figura 14 - Indicador Água Não Faturada (ANF)**

- Índice de Perdas por Extensão de Rede (IPER)

Também chamado de Índice Linear Bruto de Perdas. É um indicador que relaciona o volume de perdas totais (reais e aparentes) com o comprimento da rede de distribuição de água. É representado pela Equação 8.

$$IPER = \frac{\text{Volume anual de Perdas Totais}}{\text{Extensão média da rede} \cdot 365} (m^3/km. dia)$$

(Equação 8)

É utilizado na comparação de desempenho entre serviços, desde que envolva fatores de confiabilidade compatíveis. No cálculo da extensão de rede não devem estar incluídos o comprimento dos ramais prediais.

Esse indicador é calculado para se ter a distribuição das perdas ao longo da extensão de rede, apresentando valores altos quando há uma ocupação urbana elevada.

- Índice de Perdas por Ligação (IPL)

É um indicador volumétrico de desempenho, com maior precisão que os indicadores percentuais. Relaciona a diferença entre o volume disponibilizado e o volume efetivo com relação ao número de ligações ativas. A Equação 9 representa esse indicador.

$$IPL = \frac{\text{Volume Disponibilizado (VD)} - \text{Volume Utilizado (VU)}}{N^{\circ} \text{ Ligações Ativas (LA)} \cdot N^{\circ} \text{ dias (ND)}} (m^3/lig. dia)$$

(Equação 9)

Em se tratando das perdas nos sistemas de abastecimento de água, Alegre *et al.* (2000) aconselham o cálculo do conjunto de indicadores, apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3 - Indicadores monitorizados em sistemas de abastecimento de água**

Indicador	Unidades Recomendadas
Ineficiência de utilização dos recursos hídricos	Perdas reais (em %) de água captada
Perdas de água por ramal	L/ramal/ano
Perdas de água por comprimento de rede distribuidora	m <sup>3</sup> /km/dia
Perdas aparentes	%
Perdas aparentes por volume de água captado / produzido	%
Perdas reais por ramal	L/ramal/dia
Perdas reais por comprimento de rede distribuidora	L/ramal/dia
Índice de infraestrutura das perdas	Relação entre as perdas reais com as perdas reais mínimas
Água Não Faturada por volume	Volume de água não faturada (em %) da água captada / produzida
Água Não Faturada por custo	Volume de água não faturada (em %) dos custos inerentes ao sistema durante o período de referência
Água Não Contabilizada	%

Fonte: Adaptado de Alegre *et al.*, 2000

Miranda (2003) apresenta os indicadores tradicionalmente utilizados nas perdas de sistemas de abastecimento de água, que são compatíveis com os citados por Alegre *et al.* (2000).

- Indicadores expressos em percentual de perdas de faturamento.
- Indicadores expressos em percentual do volume disponibilizado.
- Indicadores expressos em volume, associados à extensão da rede distribuidora (fator de escala).
- Indicadores expressos em volume, associados à quantidade de economias ou de ligações (também fator de escala).

Os três últimos indicadores correspondem a composição de perdas reais e perdas aparentes, sem incluir os consumos autorizados não faturados. Representam as perdas de água ocorridas no sistema de distribuição e retratam os volumes disponibilizados que não são utilizados, enquanto que os indicadores de perdas de faturamento mostram aqueles que não são faturados.

Miranda (2002, p. 112) recomenda os seguintes indicadores selecionados de acordo com os níveis estabelecidos por Alegre *et al.* (2000) para utilização em sistemas de abastecimento de água:

- **Nível básico:** fornecem uma síntese da eficiência e da eficácia do operador. São eles:
  - ✓ IANF/V - indicador de águas não faturadas por volume (%).
  - ✓ IPAG - indicador de perdas totais de água (%).
  - ✓ IPAG/L - indicador de perdas totais de água por ligação (l/lig.dia).
- **Nível intermediário:** permitem um conhecimento mais pormenorizado que os indicadores do nível básico, para uma análise mais profunda. São eles:
  - ✓ IPRE/L - indicador de perdas reais por ligação (l/lig.dia).
  - ✓ IPAP/L - indicador de perdas aparentes por ligação (l/lig.dia).
  - ✓ ANF/C - indicador de águas não faturadas em termos de custo (%).
- **Nível avançado:** são indicadores com maior detalhe específico, relevantes para a gestão do operador. Envolvem um grande esforço de monitorização e controle operacional, utilizando de técnicas e equipamentos mais sofisticados;
  - ✓ IPRP - indicador de perdas reais por ligação associado à pressão (l/lig.mca.dia).
  - ✓ IVIN - indicador de vazamentos da infraestrutura (sem unidade).

Para seleção de bons indicadores das perdas nos sistemas de abastecimento de água, os mesmos deverão permitir analisar de forma independente as perdas reais e perdas aparentes, associadas a um fator de escala (extensão de rede, ligações de água, pressão de operação, etc.), sendo que, a maneira mais avançada é a utilização do indicador de vazamentos da infraestrutura, que compara as perdas reais correntes com as perdas reais mínimas inevitáveis.

### 3.3. Eficiência energética em sistemas de abastecimento de água

As atividades de captação, tratamento e distribuição de água, bem como as inerentes ao esgotamento sanitário, têm a energia elétrica como principal insumo. Nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a energia elétrica é empregada na operação do sistema, na iluminação das áreas administrativas e nos serviços auxiliares.

Geralmente, o consumo de energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário é assim distribuído (ORMSBEE; WALKI, 1989):

- motores: 90%;
- serviços auxiliares: 7,5%;
- iluminação: 2,5%.

Para a AWWARF (2004), os custos com energia elétrica representam 34% dos custos totais dos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água e

esgotamento sanitário nos Estados Unidos. Esse valor significa que os gastos com energia elétrica são apenas superados pelos pagamentos da folha de pessoal que representam 35% dos gastos totais das empresas.

Aproximadamente 14% das despesas dos prestadores de serviços públicos regionais de abastecimento de água e esgotamento sanitário são com consumo de energia elétrica (SNIS, 2011).

### **3.3.1. Ações para redução dos custos de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água**

Para Marques (2007, p. 2) a gestão energética de uma instalação aborda as seguintes medidas:

- Conhecimento das informações relacionadas com os fluxos de energia, as ações que influenciam estes fluxos, os processos e atividades que utilizam a energia e relacionam com um produto ou serviço.
- Acompanhamento dos índices de controle (consumos de energia, custos específicos, fator de utilização, etc.).
- Atuação nos índices que visem reduzir o consumo energético por meio da implementação de ações que buscam a utilização racional da energia.

De acordo com ReCESA (2008, p. 43), as principais questões que devem ser analisadas visando a redução das despesas com energia elétrica são:

- Tarifação imprópria e falhas administrativas.
- Falhas de ajustes de equipamentos.
- Superdimensionamento da potência dos equipamentos.
- Falta ou falhas de controle operacional.

A fim de utilizar energia elétrica de forma mais eficiente existem métodos que podem ser aplicados na fase de concepção de um sistema de abastecimento de água, bem como na operação. Para Ionescu (2004, p. 5) os principais meios para reduzir o consumo de energia elétrica são:

- Escolher o número de unidades instaladas de tal forma a evitar uma relação estreita entre as mesmas e a potência elétrica total absorvida pelo sistema de abastecimento de água.
- Escolher a tensão elétrica adequada para o sistema.
- Utilizar a velocidade de rotação variável nos mecanismos de bombeamento, nos sistemas de abastecimento de água que não têm reservação.
- Realizar o fornecimento de energia elétrica e distribuição de instalações (incluindo subestações), nos centros de carga dos consumidores de energia.
- Utilizar sistemas locais de bancos capacitores para compensação de energia reativa (melhorando o fator de potência).
- Estabelecer medidas tecnológicas no sistema de abastecimento de água de tal maneira a reduzir - ou mesmo eliminar - o consumo de energia

elétrica, em momentos de pico de carga no sistema elétrico, quando os parâmetros de qualidade da energia elétrica fornecida são baixos.

- Parcial ou totalmente automatizar os processos tecnológicos envolvidos no abastecimento de água.
- Proporcionar a formação adequada para o pessoal que manuseia a exploração do sistema de abastecimento de água.
- Eliminar perdas dentro do sistema de abastecimento de água, incluindo instalações de consumo.

Ainda para Ionescu (2004) os meios para reduzir o consumo de energia elétrica devem ser correlacionados com os efeitos sobre o investimento e os custos de exploração.

A ASE (2007) apresenta algumas medidas, relacionadas no Quadro 4, que caso implementadas, melhoram significativamente a eficiência energética nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. São expressos de modo ilustrativo alguns períodos de retorno médios para cada um dos investimentos realizados.

**Quadro 4 - Medidas para melhorar a eficiência energética no abastecimento de água com períodos de amortização ilustrativos**

Área	Função	Período padrão de amortização (anos)
Tarifas de energia	Reduzir a demanda durante os períodos de pico nas tarifas de energia	0 - 2 (dependendo da capacidade de armazenamento)
Instalações elétricas	Otimização de energia com capacitores	0,8 - 1,5
	Redução no desequilíbrio da voltagem	1 - 1,5
Operação e manutenção	Manutenção de rotina nas bombas	2
	Manutenção e reabilitação do poço profundo	1 - 2
Produção e distribuição	Uso de automação (como telemetria, scada e controle eletrônico na modulação das válvulas) por exemplo, para controlar pressão e vazão nas redes e para otimizar a operação do equipamento de bombeamento.	0 - 5
	Nova bomba eficiente	1 - 2
	Novo motor eficiente	2 - 3
	Substituir turbina	0,5
	Otimizar a rede de distribuição (removendo válvulas desnecessárias, setorizando e instalando drivers de variação da velocidade e válvulas reguladoras.	0,5 - 3
Uso final	Programa de incentivo para uso de tecnologias eficientes	1 - 3
	Efetiva medição de consumo	1 - 2

Fonte: ASE, 2007

Segundo Tsutiya (2001, p. 19), as principais ações para a redução do custo de energia elétrica em sistema de abastecimento de água podem ser divididas por fases:

### Ações Administrativas – 1ª fase

- Correção da classe de faturamento.
- Regularização da demanda contratada.
- Alteração da estrutura tarifária.
- Desativação das instalações sem utilização.
- Conferência de leitura da conta de energia elétrica.
- Entendimentos com as companhias energéticas para redução de tarifas.

### Ações Operacionais – 2ª fase

- Ajuste dos equipamentos
  - Correção do fator de potência.
  - Alteração da fonte de alimentação.
- Adequação da potência dos equipamentos
  - Melhoria no rendimento do conjunto motorbomba.
  - Redução das perdas de carga nas tubulações.
  - Melhoria do fator de carga nas instalações.
  - Redução do índice de perdas de água.
  - Uso racional da água.
- Controle Operacional
  - Melhoria no sistema de bombeamento-reservação.
  - Utilização do conversor de frequência.
  - Otimização nos procedimentos operacionais de ETAs.
- Automação do sistema de abastecimento de água.
- Alternativas para geração de energia elétrica
  - Aproveitamento de potenciais energéticos.
  - Uso de geradores nos horários de ponta.

As ações administrativas, normalmente, podem ser aplicadas sem custo adicional para as empresas. A sede municipal de Indore, na Índia, economizou US\$ 35 mil no primeiro trimestre de atividades, sem nenhum custo de investimento, apenas com a utilização de ações administrativas, alterando o período de operação das bombas existentes (ASE, 2002).

Para executar as ações operacionais comumente existe a necessidade de investimentos. Dentre elas pode-se destacar aquelas que trazem uma redução substancial ao consumo de energia elétrica (TSUTIYA, 2001, p. 18):

- Redução das perdas de carga nas tubulações – reduções no consumo de energia elétrica de até 40%.
- Automação dos sistemas – reduções no consumo de energia elétrica de até 25%.
- Redução do índice de perdas – reduções no consumo de energia elétrica são variáveis em função do porte e complexidade do sistema.
- Uso racional da água.
- Ajuste dos equipamentos de bombeio

As ações iniciais para redução do custo com energia elétrica em sistemas de abastecimento de água estão representadas no fluxograma da Figura 15.



Fonte: Tsutiya, 2001

**Figura 15 - Ações iniciais para redução dos custos de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água**

Segundo Marques (2007), não basta à implementação de ações, sejam elas administrativas ou operacionais, propostas por Tsutiya (2001), tornando-se necessário a definição de metas e de responsáveis e efetivos acompanhamentos dentro de um programa de gestão energética.

#### *3.3.1.1. Ações administrativas para redução de energia elétrica*

A seguir são relacionadas algumas ações administrativas para redução dos custos com energia elétrica:

##### *a) Correção da classe de faturamento*

Consiste na verificação da classe em que se enquadra a instalação, pois todas as unidades operacionais relacionadas ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário possuem um subsídio cruzado de 15% na tarifa (TSUTIYA, 2001).

##### *b) Regularização da demanda contratada*

Consiste na adequação da demanda contratada e registrada, a fim de se evitar pagamento de uma demanda não utilizada, ou ainda, no caso de tarifação horazonal, da demanda de ultrapassagem (ReCESA, 2008).



É fundamental, nesse caso, o conhecimento dos conceitos estabelecidos na Resolução ANEEL nº 414, de 29 de novembro de 2010 (ANEEL, 2010, p. 3), a saber:

- Demanda contratada: demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela empresa prestadora de serviços de energia elétrica, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).
- Demanda de ultrapassagem: parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW).
- Demanda medida ou registrada: maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

### *c) Alteração da estrutura tarifária*

Baseia-se na escolha da tarifa adequada a cada instalação em virtude do regime operacional, estabelecida para a unidade ou sistema de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário.

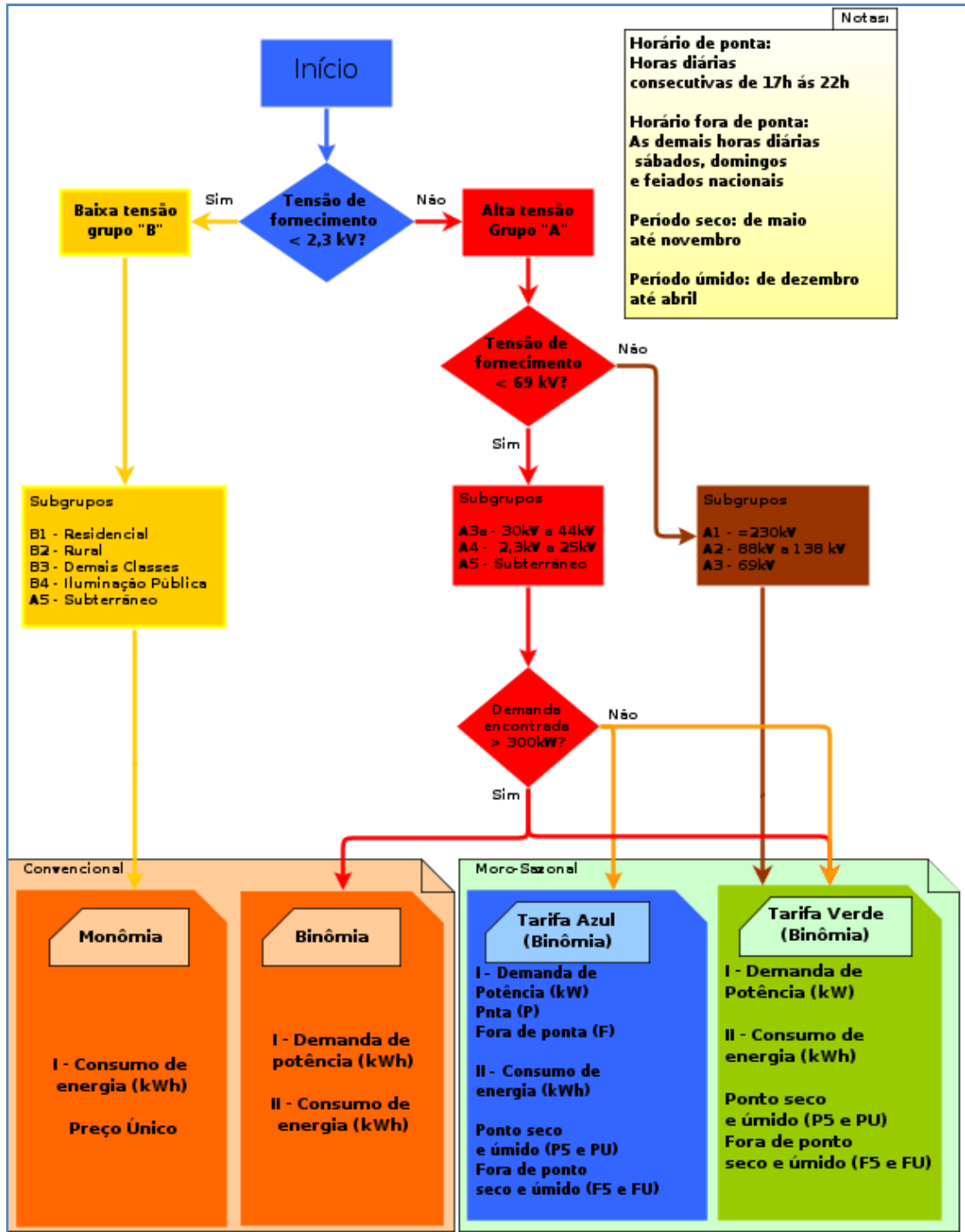
A estrutura tarifária é um conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativas de acordo com a modalidade de fornecimento, que pode ser em baixa tensão ou alta tensão. Segundo Tsutiya (2001) e ReCESA (2008), os consumidores do Grupo B (baixa tensão) têm tarifa monômnia, isto é, são cobrados apenas pela energia que consomem. Os consumidores do Grupo A (alta tensão) têm tarifa binômnia, isto é, são cobrados tanto pela demanda como pela energia que consomem.

Em conformidade com a ANEEL (2010) os consumidores podem enquadrar-se em uma das alternativas tarifárias:

- **Estrutura tarifária convencional:** estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano.
- **Estrutura tarifária horo-sazonal:** estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência baseadas nas horas de utilização do dia e dos períodos do ano, conforme especificação a seguir:

- a) Tarifa Azul: modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia.
- b) Tarifa Verde: modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência.
- c) Horário de ponta (P): período definido pela concessionária de energia e composto por três horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais, considerando as características do seu sistema elétrico.
- d) Horário fora de ponta (F): período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.
- e) Período úmido (U): período de cinco meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.
- f) Período seco (S): período de sete meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro.

A Figura 16 apresenta a estrutura tarifária comentada e elaborada conforme Resolução ANEEL nº 414/2010.



Fonte: Adaptado de Hagiuda *et al.*, 2006

**Figura 16 - Estrutura tarifária apresentada pela ANEEL**

*d) Desativação das contas sem utilização*

É o cancelamento perante a concessionária de energia elétrica das unidades operacionais que não estejam mais sendo utilizadas, porém as faturas de energia elétrica continuam sendo emitidas com consumo mínimo ou apenas com a demanda contratada.

#### *e) Conferência de leitura de conta de energia elétrica*

Realizado a partir da conferência das informações da conta de energia elétrica com os dados de campo das instalações. Baseia-se na conferência de possíveis erros de leitura emitidos pela empresa concessionária de energia elétrica. Na maioria das vezes esses erros são significativos e de difícil estorno por parte da concessionária.

#### *f) Entendimentos com as companhias de energia elétrica para redução de tarifas*

Compreende as negociações diretas com as concessionárias de energia elétrica visando redução de tarifas quando da necessidade de efetuar operações emergenciais para recuperação de sistemas de abastecimento de água prejudicadas por irregularidades ou paradas imprevistas, assim como por faltas prolongadas de energia elétrica.

### *3.3.1.2. Ações operacionais para redução de energia elétrica*

#### *a) Ajuste de equipamentos*

Pode-se destacar como principais ajustes dos equipamentos, aquelas ações realizadas sem muitos estudos e em geral com pequenos investimentos, a saber:

- *Correção do fator de potência*

Nos motores elétricos nas quais o fator de potência é baixo tem-se a cobrança de uma taxa quando esse encontra-se abaixo de 0,92. De acordo com Tsutiya (2001, p. 31), as principais causas do baixo fator de potência são:

- motores operando em vazio;
- motores superdimensionados;
- transformadores operando em vazio;
- transformadores superdimensionados;
- nível de tensão acima da nominal;
- grande quantidade de motores de pequena potência.

Normalmente são empregados módulos de bancos capacitores visando à correção de potência. Esses bancos fornecem, portanto, energia reativa suficiente para manter o fator de potência em índices predeterminados e adequados, mesmo nas mais variadas oscilações de carga.

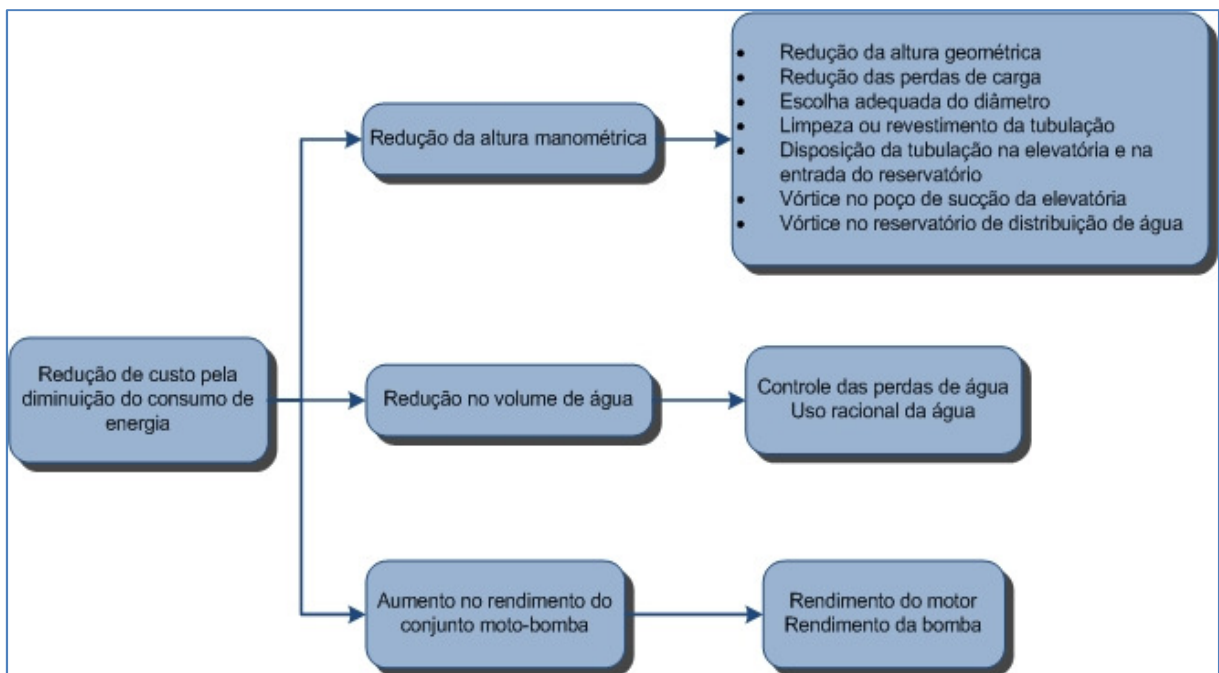
- *Alteração da tensão de alimentação*

Nessa situação é realizada pelo usuário uma adequação de suas instalações elétricas, normalmente de baixa para alta tensão, visando o enquadramento em tarifas mais econômicas. Essa alteração promove os seguintes resultados (TSUTIYA, 2001, p. 33):

- Redução do custo mensal de energia elétrica da ordem de 50%.
- Maior confiabilidade no fornecimento de energia elétrica.
- Amortização do investimento em médio prazo.

b) *Diminuição da potência dos equipamentos*

O custo do consumo de energia é o produto da energia consumida em kWh pela tarifa do kWh. Assim sendo, para diminuir os custos de energia seria necessário reduzir a altura manométrica ou o volume da água bombeada, ou aumentar a eficiência dos conjuntos motorbomba. As principais alternativas para atender a esses objetivos são apresentadas na Figura 17.



Fonte: Tsutiya, 2001

**Figura 17 - Alternativas para redução do consumo de energia elétrica**

Com base nas alternativas apresentadas na Figura 17, pode-se inferir que, em sistemas com perdas elevadas, a principal forma de atuação é a redução no volume de água.

Essa medida implica de forma direta na diminuição dos custos com energia elétrica, uma vez que a potência do conjunto elevatório será menor. Com a redução do consumo de água, também haverá uma redução no custo com energia elétrica, pois na produção de cada  $1\text{ m}^3$  de água, gasta-se cerca de  $0,6\text{ kWh}$  de energia elétrica.

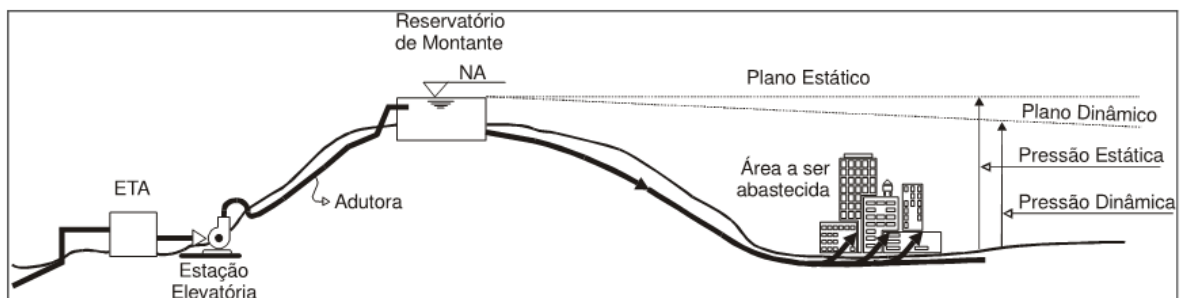
c) *Alteração do sistema operacional*

ReCESA (2008, p. 86) mostra que as principais alterações operacionais nos sistemas de abastecimento de água que possam reduzir substancialmente os custos com energia elétrica são:

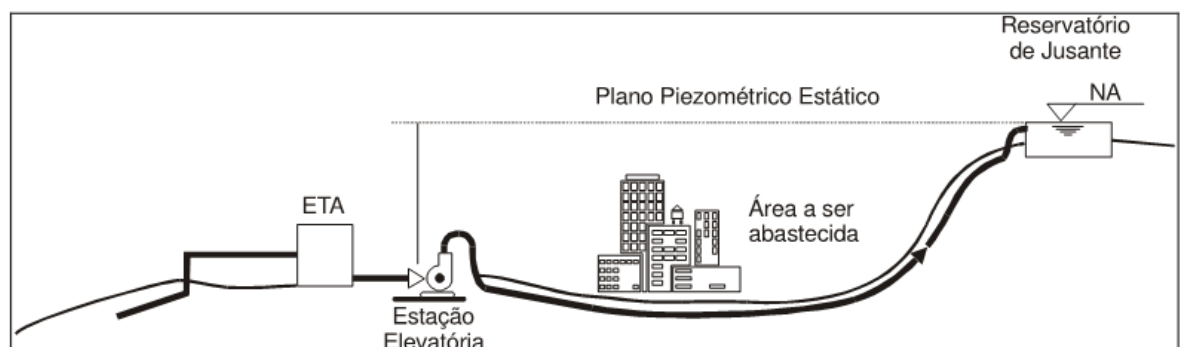
- Alteração do sistema bombeamento-reservação.
  - Utilização de conversores de frequência em conjuntos motorbomba.
  - Alteração nos procedimentos operacionais de estações de tratamento de água.
- Alteração do sistema bombeamento-reservação

Em grande parte dos sistemas de abastecimento são necessárias estações elevatórias com o objetivo de recalque da água para os reservatórios de distribuição.

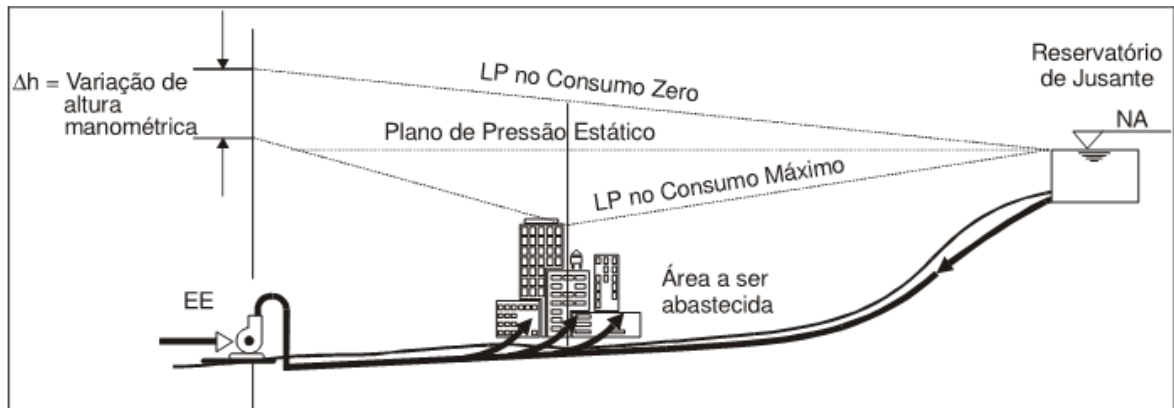
As Figuras 18a, 18b e 18c mostram as principais situações ocorridas.



a) Esquema de bombeamento de água para reservatório de distribuição a montante



b) Esquema de bombeamento de água para reservatório de distribuição a jusante



c) Esquema de bombeamento de água para rede de distribuição com reservatório de sobra a jusante  
 Fonte: Orsini, 1996

### Figura 18 - Esquemas de bombeamento-reservação para abastecimento de água

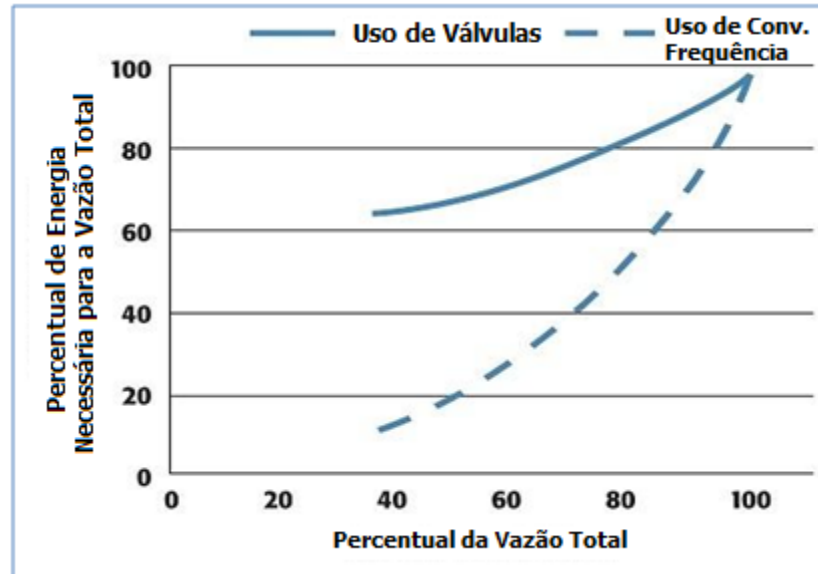
É recomendado dimensionar o sistema visando otimizar a operação, permitindo a parada de bombeamento (no máximo de três horas) no horário de ponta elétrico compreendido entre as 17h00 e 22h00. De um modo geral, essa alteração operacional tem representado cerca de 10 a 20% na redução dos custos de energia elétrica (TSUTIYA, 2001).

- Utilização de conversores de frequência nos conjuntos motorbomba

Os conversores de frequência são equipamentos de fundamental importância no controle do desperdício de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. Trata-se de controlador eletrônico que ajusta a velocidade do motor elétrico para a potência de modulação a ser entregue. Assim, fornece um controle contínuo, gerando a velocidade necessária do motor para as demandas específicas do trabalho a ser realizado.

Para CEC (2007), os conversores de frequência permitem aos operadores ajustarem os processos, reduzindo custos com energia e manutenção de equipamentos.

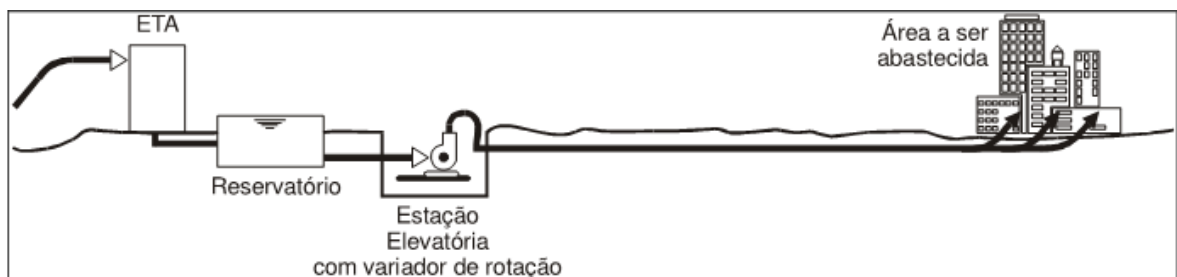
Esse equipamento possibilita uma redução no consumo de energia elétrica de 10 a 50% e permite atuar tanto no combate ao desperdício de energia como também na diminuição de perdas de água, normalmente controlando as vazões e pressões de serviço nas tubulações. A Figura 19 apresenta a redução de energia elétrica utilizando os *drives* de variação de frequência (VFD) se comparados com a redução por meio da operação de controle por abertura e fechamento de válvulas.



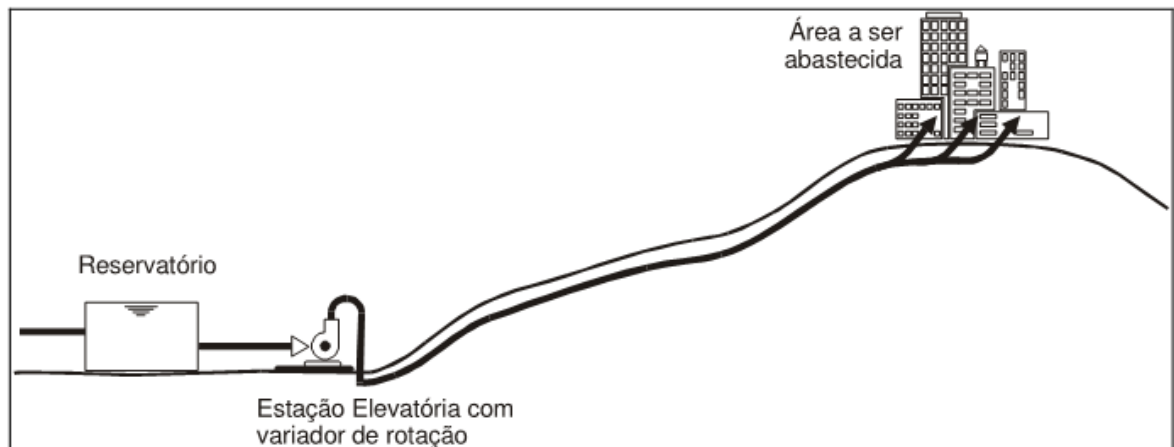
Fonte: CEC, 2007

**Figura 19 - Redução no consumo de energia elétrica com a utilização de conversores de frequência**

As Figuras 20a, 20b, 20c, 20d e 20e mostram que o abastecimento de água por meio de estações elevatórias que usam o conversor de frequência, pode atender a todos os esquemas de bombeamento para o abastecimento de água.

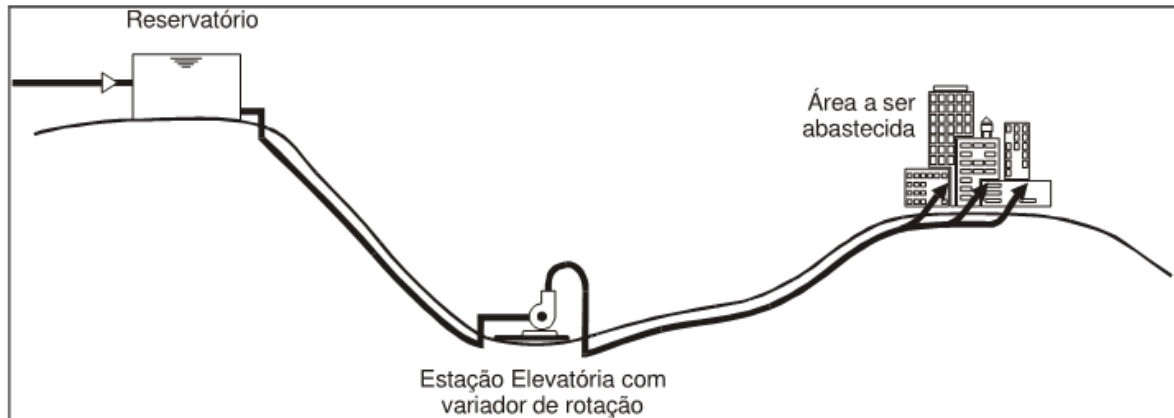


- a) Esquema de bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição com eliminação do reservatório elevado.

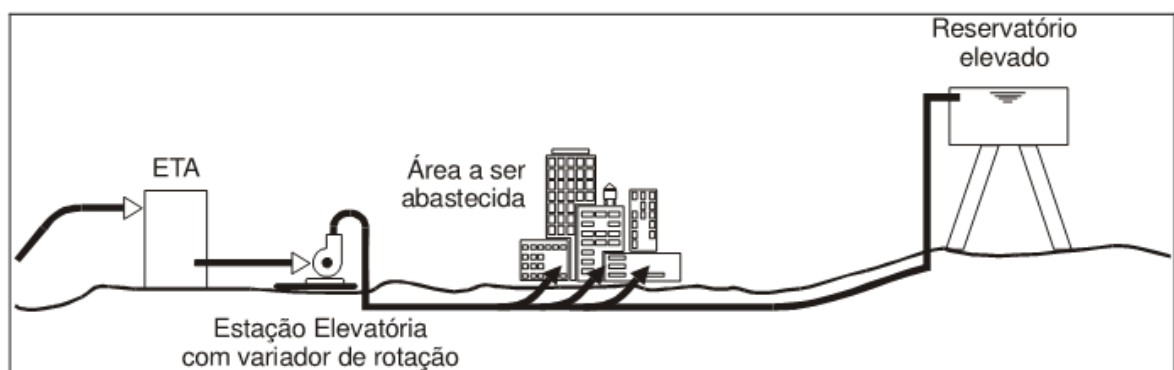


- b) Esquema de bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição localizada em área elevada.

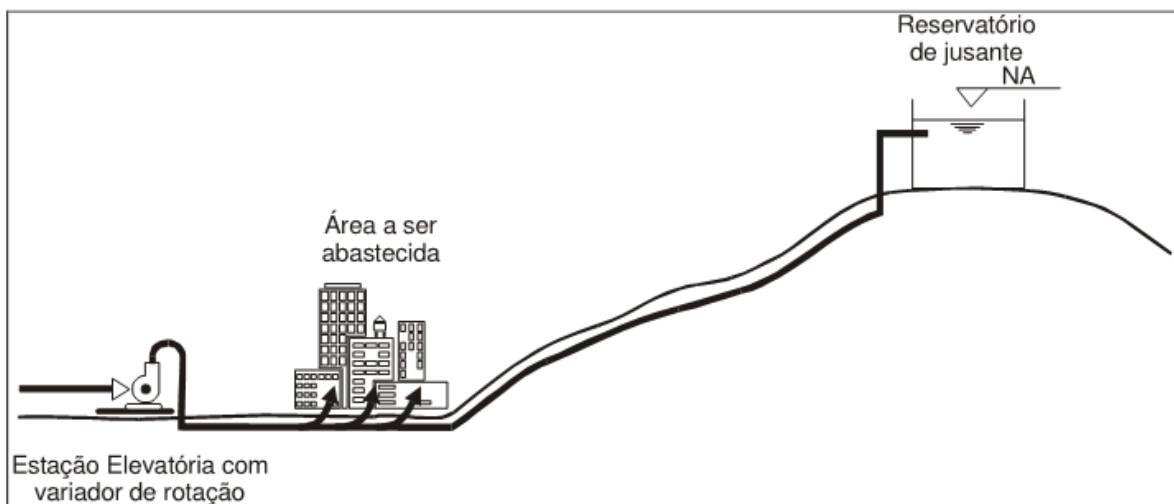




c) Esquema de bombeamento de água, tipo *booster*.



d) Esquema de bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição com reservatório elevado à jusante.



e) Esquema de bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição com reservatório de jusante.

Fonte: Tsutiya, 2001

**Figura 20 - Esquemas de bombeamento para abastecimento de água**

d) *Redução do custo pela automação de sistemas de abastecimento de água*

A automação consiste na substituição da ação humana pela mecânica, ou por outro dispositivo criado pelo homem, sendo de fundamental importância o conhecimento detalhado do funcionamento do sistema (hidráulico, processos, etc.) e dos equipamentos eletromecânicos.

O tipo de automação varia em complexidade, mas em um sistema de abastecimento de água ele sempre tem em seu núcleo, sensores que medem parâmetros como pressão, nível da água e as vazões.

De acordo com ASE (2007, p.16), alguns modos de controle em um sistema de abastecimento de água são:

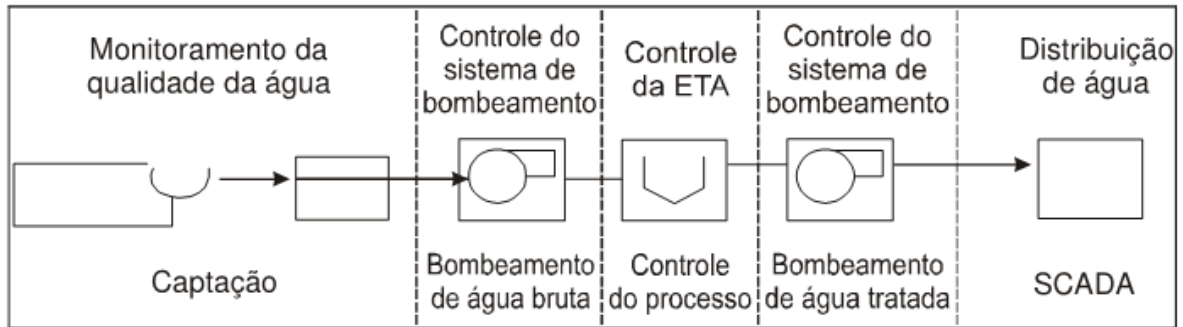
- Regular o uso de bombas com base no nível da água em reservatórios.
- Usar conversores de frequência para: controlar as bombas de acordo com mudanças na demanda; controlar a pressão na rede durante o dia e à noite; controlar a economia de energia quando a demanda é menor.
- Usar variadores de velocidade e pressão com controles automatizados para regular os valores de pressão do sistema.
- Reduzir custos de energia por meio do uso dos reservatórios de acumulação de água, fazendo coincidir períodos com baixas tarifas de energia elétrica e baixas demanda de água.

Um dos principais benefícios oferecidos pelo sistemas de controle é a capacidade de ajustar a programação e operação de dispositivos de componente para mudanças de demanda e condições, permitindo o desempenho de diversas funções do sistema a ser continuamente e automaticamente otimizados.

As Figuras 21 e 22 apresentam duas formas de controle de sistemas de abastecimento de água:

- *Sistema de controle por módulos*

Na Figura 21 observa-se o controle de cada processo no sistema de abastecimento de água que pode ocorrer de maneira independente.

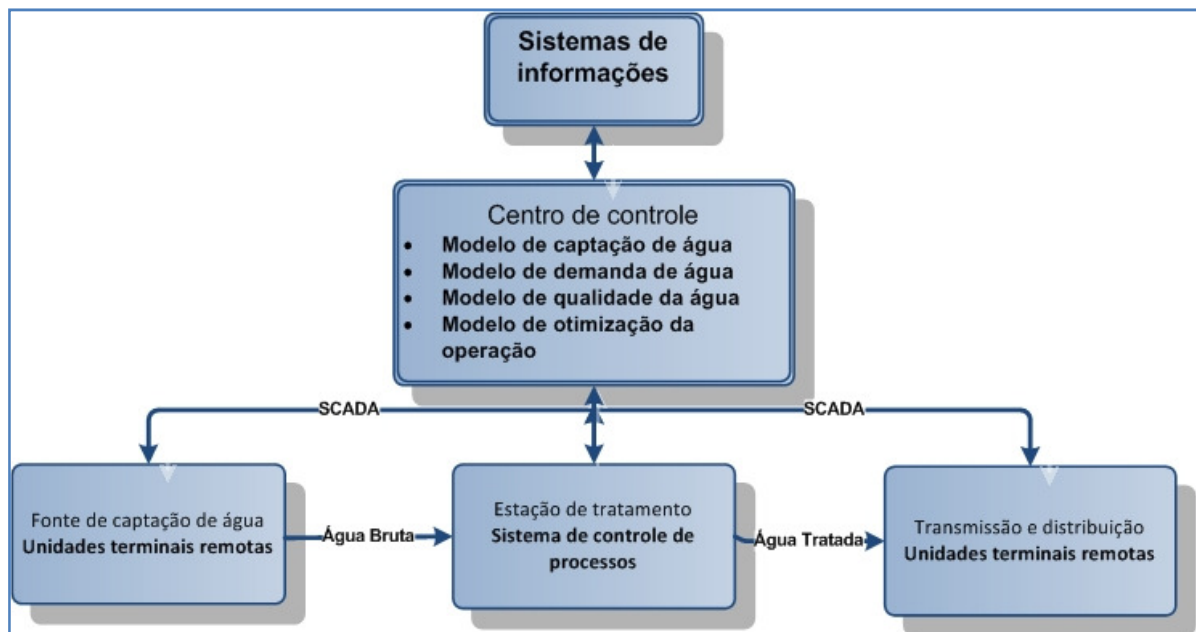


Fonte: Tsutiya, 2001

**Figura 21 - Controle do sistema de abastecimento de água por módulos**

- *Sistema integrado de controle da água*

Na Figura 22 observa-se o gerenciamento das informações que permitem monitorizar e atuar em todo o processo de forma integrada.



Fonte: Tsutiya, 2001

**Figura 22 - Controle integrado do sistema de abastecimento de água**

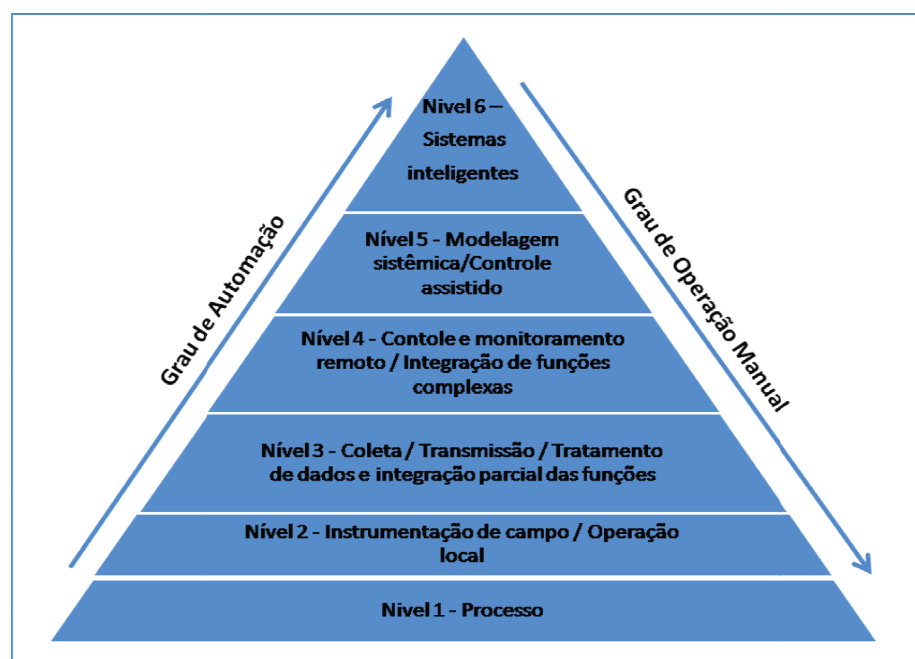
O tipo mais comum de controle de automação utilizado em sistemas de água e esgoto é o Supervisão, Controle e Aquisição de Dados do sistema (SCADA). O SCADA pode monitorizar remotamente e controlar em tempo real, uma grande variedade de componentes distribuídos por grandes áreas geográficas, ao mesmo tempo fornecendo informações de desempenho em *sites* individuais. O sistema SCADA básico consiste em um computador central (unidade terminal mestre, UTM) que se comunica e controla um número de unidades terminais remotas (UTR) no

controle de pontos-chave, tais como bombeamento e estações, além dos equipamentos para a comunicação entre a UTM e as UTR.

De acordo com ASE (2007, p.16), alguns, dentre muitos benefícios do sistema de automação, utilizando o controle tipo SCADA são:

- Informações completas sobre a operação de bombeamento fornecidos em tempo real.
- A operação da bomba é ajustada automaticamente conforme necessário para garantir o abastecimento de água confiável.
- A necessidade de pessoal de serviço para visitar “sites” de inspeção, coleta de dados ou ajustes é muito reduzida.
- Envio de alarmes para o local central de controle em caso de emergência.
- A pressão ideal é mantida na rede de abastecimento de água, minimizando as interrupções e os transientes hidráulicos.
- O consumo de eletricidade é reduzido.
- A produtividade da bomba aumenta.
- Facilita a solução de problemas.
- A vida útil do equipamento aumenta.
- Relatórios são gerados automaticamente.

O controle dos sistemas de abastecimento de água pode ser feito por intermédio de diferentes níveis de automação como observado na Figura 23. Quanto maior o número de informações usadas pelo próprio sistema para análise e tomada de decisão, menor a participação humana no processo a ser controlado. O último passo, idealizado, é a total substituição do homem, capturando suas ações intuitivas em tempo real por programas computacionais, denominados sistemas inteligentes (TSUTIYA, 2001).



Fonte: Tsutiya, 2001

**Figura 23 - Diferentes níveis de automação**

Embora os números exatos variem a depender das condições, ASE (2007) apresenta os diversos tipos de economias a partir de um sistema de controle:

- Economia de água: cerca de 10%.
- Economia de energia elétrica: 12 a 30%.
- Redução do tempo de inatividade de um sistema: até 30%.
- Redução dos custos de manutenção e pessoal: 15 a 30%.

Tsutiya (2001) assinala que em sistemas observados onde há automação das elevatórias existe uma redução nos custos com energia elétrica de até 15% e que com a automação apenas das estações de tratamento de água, essa redução chega a ordem de 8%.

#### *e) Redução do Custo pela Geração de Energia Elétrica*

As principais alternativas para geração de energia elétrica a serem aplicadas em sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário são (ReCESA, 2008, p. 70):

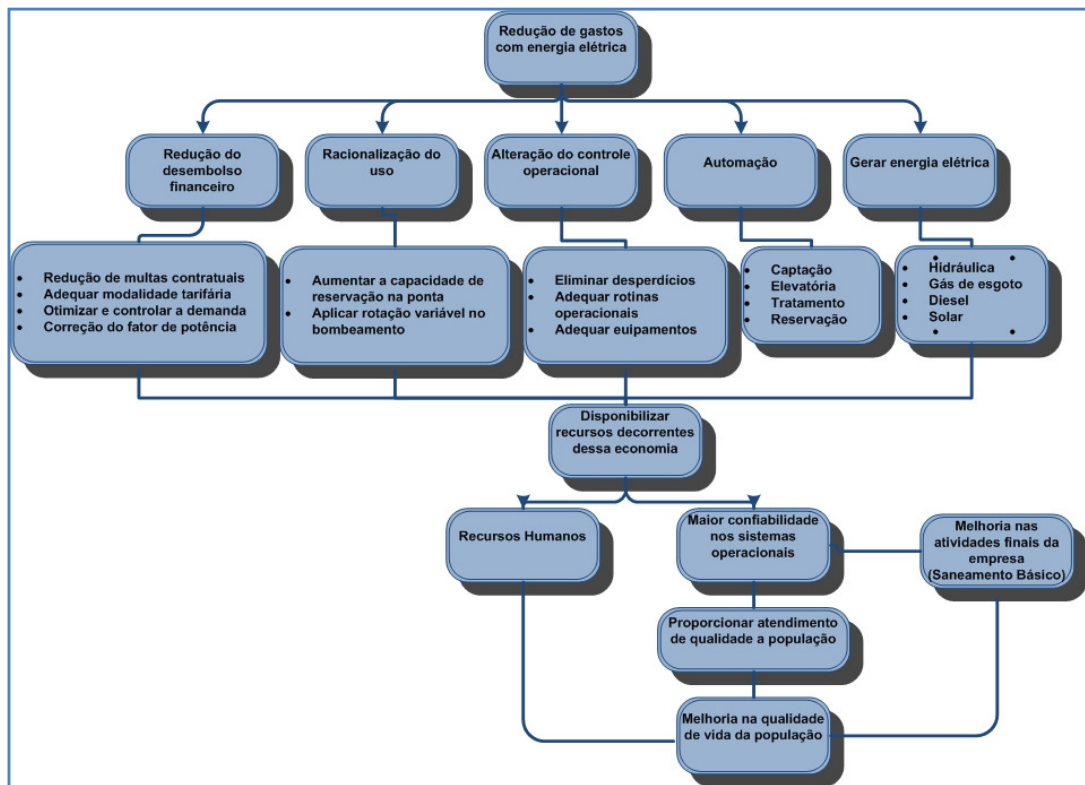
- Aproveitamento de potenciais energéticos.
- Uso de geradores no horário de ponta.
- Uso de energia alternativa.

Com o aumento nos custos de energia elétrica e o desenvolvimento e aprimoramento de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) é possível e viável a geração de energia elétrica, aproveitando o potencial hidráulico proporcionado pelo desnível dessas barragens, pertencentes ao processo produtivo de abastecimento de água. Com a implantação de PCH obtém-se (ReCESA, 2008, p. 91):

- Redução dos gastos com energia elétrica, junto às concessionárias.
- Garantia de energia firme em períodos de racionamento de energia elétrica.
- Uso racional dos potenciais energéticos disponíveis, sem nenhum impacto ambiental adicional.

A depender das características do sistema pode ser utilizado grupo gerador para fornecer energia elétrica em equipamentos nos horários de ponta. Para introduzir o uso de grupos geradores deverão ser avaliados aspectos técnico-econômicos que possibilitem a identificação do retorno do investimento realizado.

A Figura 24 apresenta diversas estratégias para redução dos custos com o uso eficiente de energia elétrica.



Fonte: Tsutiya, 2001

**Figura 24 - Estratégia para redução dos custos com energia elétrica**

### **3.3.2. Indicadores de eficiência energética em sistemas de abastecimento de água**

Segundo Silva *et al.* (2009), é possível fazer a avaliação da melhoria na eficiência energética de um sistema, a partir da construção de indicadores, que podem ser usados para comparação de sistemas em cenários distintos. Esses indicadores deverão estar alinhados aos objetivos estratégicos do prestador do serviço.

Duarte *et al.* (2008) aconselham a utilização de indicadores de desempenho ou de índices de desempenho técnico, visto que, a promoção de projetos que tenham por objetivo a otimização dos recursos energéticos e dos seus custos é cada vez mais comum nas entidades gestoras.

Em sistemas de abastecimento de água, os indicadores relacionados ao consumo de energia e à eficiência energética mais comuns são (ELETROBRAS, 2005):

- a. Consumo específico: energia consumida por volume de água bombeado (kWh/m<sup>3</sup>).

- b. Custo específico da energia: custo unitário da energia adquirida da concessionária (R\$/kWh).
- c. Custo de energia por volume comercializado (R\$/m<sup>3</sup>).

De acordo com Duarte *et al.* (2008), os indicadores relacionados ao custo (R\$/kWh e R\$/m<sup>3</sup>) geralmente não devem ser avaliados, pois não conseguem mensurar o desempenho energético dos sistemas, refletindo apenas a aplicação de tarifas adequadas ou de procedimentos operacionais específicos.

Os indicadores mais utilizados para avaliação da eficiência energética nos sistemas de abastecimento de água são:

- Consumo Específico de Energia Elétrica (CE)

É um indicador de desempenho passível de comparação com padrões estabelecidos internacionalmente. Para a composição desse indicador são necessários registros de grandezas físicas durante o mesmo período de tempo (SILVA *et al.*, 2009).

A Equação 10 representa esse indicador:

$$CE = \frac{Pa \cdot t}{V} \left( \frac{KWh}{m^3} \right)$$

(Equação 10)

Onde:

Pa= Potência elétrica medida (KW).

t= Tempo de bombeamento (h).

V= Volume bombeado (m<sup>3</sup>).

Silva *et al.* (2009) afirmam que o Consumo Específico (CE) é um indicador útil para acompanhar a evolução do desempenho de uma mesma instalação de bombeamento, embora não seja recomendado para comparar o desempenho de instalações de bombeamento distintas, pois não reflete o número de horas de funcionamento dos diferentes grupos elevatórios e nem a configuração do sistema de recalque.

Duarte *et al.* (2008) afirmam que o consumo específico de energia depende da topografia do terreno, o qual dita em grande parte a necessidade de energia a ser introduzida no escoamento para garantir o serviço aos consumidores. É essa razão que inviabiliza a utilização desses indicadores para comparar sistemas entre si, com

vista a estabelecer prioridades de intervenção. É relevante estabelecer medidas de eficiência energética que permitam ultrapassar esta limitação e identificar os sistemas com maior potencial de melhoria em termos energéticos.

- Consumo Específico Normalizado de Energia Elétrica (CEN)

É um indicador que leva em consideração as diferentes configurações de um sistema de abastecimento de água.

Alegre *et al.* (2000) propõem o indicador consumo de energia normalizado (CEN), que reduz as alturas manométricas (H) de diferentes instalações a uma altura única, de modo a permitir a comparação do desempenho destas, sendo definido como “a quantidade média de energia gasta para elevar um metro cúbico de água a 100m de altura por meio de instalações de bombeamento”, calculado pela Equação 11.

$$CEN = \frac{Pa \cdot t \cdot 100}{V \cdot H}, \left( \frac{KWh/m^3}{100} \right)$$

(Equação 11)

Onde:

Pa= Potência elétrica medida (KW).

t= Tempo de bombeamento (h).

V= Volume bombeado (m<sup>3</sup>).

H= Altura manométrica de recalque.

Alegre *et al.* (2006) citam que o valor médio deste indicador é da ordem de 0,5kWh/m<sup>3</sup> para 100m de altura manométrica. A análise desse indicador mostra que o mesmo não é adequado para avaliar a melhoria da eficiência de sistemas de bombeamento.

Duarte *et al.* (2008) propõem outros indicadores, relacionando eficiência energética com às perdas de água. São eles:

- Energia em Excesso por Volume de Água Faturada

Esse indicador mostra o potencial teórico da redução de energia por m<sup>3</sup> de água faturada (Equação 12).

$$EEVAF = \frac{E_{exc}}{V_{fat}} = \frac{\int P_{exc}(t).dt}{\int Q_{fat}(t).dt}, \left( \frac{KW}{m^3} \right)$$

(Equação 12)



Onde:

$E_{exc}$  é a energia em excesso (KWh).

$V_{fat}$  é o volume faturado ( $m^3$ ).

$P_{exc}$  é a potência em excesso (KW).

$Q_{fat}$  é a vazão faturada ( $m^3/s$ ).

$t$  é o tempo em horas (h).

O indicador é sempre superior a zero, sendo desejável que seja o quanto menor para melhor avaliação do mesmo. Ele permite avaliar as perdas de água com relação à economia de energia elétrica, pois uma possível redução do volume das perdas reais de água possibilitará, conseqüentemente, em uma redução do índice devido à diminuição do numerador ( $E_{exc}$ ) e a constância do denominador ( $V_{fat}$ ).

Duarte *et al.* (2008) ainda afirmam que a redução das perdas aparentes interfere diretamente no valor do indicador, pois ocasiona um aumento do volume faturado (denominador) e também uma diminuição da energia em excesso (numerador), ou seja, a potência fornecida mantém-se, mas a potência mínima aumenta.

- Energia em Excesso por Volume de Água Perdida Real

Esse indicador representa a energia em excesso por volume de água perdida real. A Equação 13, proposta por Duarte (2008), expressa o indicador.

$$EEVPR = \frac{E_{exc}}{V_{perdas\ reais}} = \frac{\int P_{exc}(t).dt}{\int Q_{perdas\ reais}(t).dt}$$

(Equação 13)

Onde:

$E_{exc}$  é a energia em excesso (KWh).

$V_{perdas\ reais}$  é o volume de perdas reais ( $m^3$ ).

$P_{exc}$  é a potência em excesso (KW).

$Q_{perdas\ reais}$  é a vazão perdida ( $m^3/s$ ).

$t$  é o tempo em horas (h).

O indicador citado sempre será superior a zero e, quanto maior, melhor será a eficiência energética, visto apresentar menores perdas. Este indicador cresce com a redução do volume de água resultante das perdas reais e/ou do aumento da energia em excesso ( $E_{exc}$ ), sendo que esta só subirá caso a potência fornecida cresça, ou seja, a vazão recalçada deve aumentar (DUARTE *et al.*, 2008).

### **3.4. Eficientização integrada de água e energia elétrica**

Um sistema de eficientização de água e energia, otimiza o uso de energia elétrica, para alcançar as necessidades do abastecimento de água e, por outro lado, otimiza o uso da água visando a redução nos custos com energia elétrica.

As atividades implementadas para economizar água e energia terão maior impacto se planejadas de forma conjunta. Assim, um programa de redução de vazamentos irá sozinho economizar água, reduzindo as perdas de pressão e levando à economia de energia a partir da redução da potência dos motores que acionam os bombeamentos. A simples substituição de uma bomba por outra mais eficiente economizará apenas energia. Se as ações são coordenadas por meio de um programa de eficientização de água e energia, a redução nos vazamentos, e consequente aumento de pressão na rede distribuidora, irá permitir que bombas menores sejam adquiridas havendo um ganho sistemático para a empresa que aplica o programa.

É sabido que a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, investindo na eficiência energética e de água em suas instalações, obteve uma redução de custos em torno de R\$ 10 milhões (na época US\$ 4,2 milhões) por ano, resultado suficiente para reinvestimento em eficiência energética e de água, naquela empresa (TSUTIYA, 2001).

Para ASE (2002), eficientização de água e energia significa fornecer ao consumidor, com um custo otimizado, os serviços necessários associados à água, usando as menores quantidades possíveis de água e energia. O Quadro 5 mostra uma descrição do processo de eficientização de água e energia para ASE (2002) que pode ser implementado em prestadores de serviço público de abastecimento de água, apresentando medidas a serem desenvolvidas segundo algumas vertentes.

**Quadro 5 - Medidas para implementação da efficientização de água e energia**

<b>Medidas de efficientização do lado do fornecimento de água</b>	<b>Medidas de efficientização do lado da demanda de consumidores residenciais e industriais</b>	<b>Abordagem sinérgica do lado do fornecimento / demanda</b>
<p><i>Sistemas de abastecimento de água oferecem múltiplas oportunidades para reduzir o desperdício de água e energia, enquanto atende as necessidades dos usuários.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Redução de vazamentos e perdas.</b></li> <li><b>2. Operações e manutenção.</b></li> <li><b>3. Sistemas de bombeamento.</b></li> </ol>	<p><i>Reduzindo a demanda na medida em que se ajuda o consumidor a usar a água de forma mais eficiente, diminui o abastecimento de água solicitado, economizando energia tanto quanto água.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Aparelhos sanitários eficientes.</b></li> <li><b>2. Vasos sanitários de baixo fluxo.</b></li> <li><b>3. Chuveiros de baixo fluxo.</b></li> <li><b>4. Reutilização de água industrial.</b></li> <li><b>5. Redução de vazamentos e desperdício em água.</b></li> </ol>	<p><i>Compreendendo o sistema de água e assegurando que os projetos de efficientização sejam planejados em sequencia criando oportunidades ainda maiores de efficientização.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Dimensionamento correto dos sistemas de bombeamento após reduzir a demanda do consumidor;</b></li> <li><b>2. Evitar tratamento de esgoto promovendo a reutilização e reduzindo a demanda.</b></li> </ol>

Fonte: Adaptado de ASE, 2002

O Quadro 5 mostra que o processo de efficientização de água e energia deve ser analisado pelos prestadores de serviço público de abastecimento de água de maneira global. Devem ser avaliadas as questões das oportunidades de controle de perdas de água e energia nos sistemas públicos, o uso racional da água pelo usuário visando uma redução na demanda e, posteriormente, buscar desenvolver projetos que criem novas opções de efficientização, como por exemplo, o reuso dos efluentes sanitários prediais.

De acordo com Gomes (2007, p.3), os projetos de gestão integrada de perdas de água e uso eficiente de energia a serem desenvolvidos devem:

Fortalecer os mecanismos de controle operacional e manutenção hidráulica por meio de intervenções físicas, com disponibilização de equipamentos, além de desenvolver tecnologias de gerenciamento integrado das perdas reais e aparentes de água e o uso eficiente de energia elétrica por meio da mobilização e qualificação das pessoas, particularmente induzindo novas posturas gerenciais e utilização de modelos hidráulicos calibrados como ferramenta do planejamento e controle operacional

Segundo PMSS (2007), o gerenciamento integrado de perdas de água e energia só pode ser construído a partir de uma gestão participativa, com a qualificação das pessoas, a incorporação de modernas tecnologias e o desenvolvimento da capacidade de mobilizar os funcionários e a comunidade usuária dos sistemas.

Com base nesse mesmo princípio de efficientização integrada de água e energia, ASE (2002) apresenta três modelos que um prestador de serviço público de abastecimento de água pode empregar para lidar com a questão da efficientização dos seus processos. Esses modelos de gerenciamento são apresentados no Quadro 6.

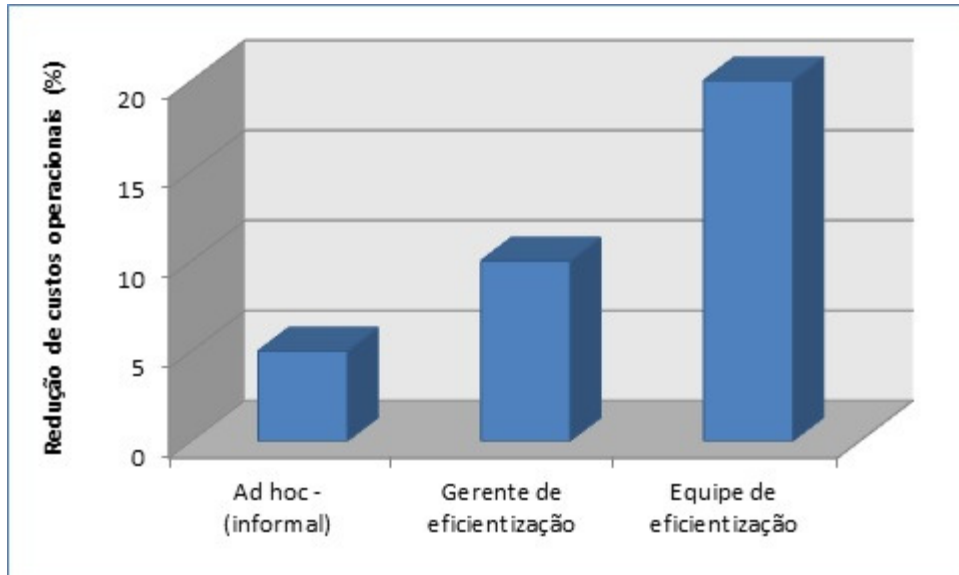
O setor privado tem usado programas de gerenciamento de energia corporativa, os quais fomentam dentro das empresas, a necessidade de melhoria contínua, além de combinar os aspectos técnicos de efficientização de água e energia com a gestão operacional efetiva.

**Quadro 6 - Modelos de gerenciamento de eficiência de água e energia**

	Tipo de resposta de gerenciamento	Características chave	Ferramentas e recursos
BAIXO POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO	<b>Ad hoc (Informal)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta é geralmente a abordagem mais falha, pois analisa apenas a questão de forma pontual</li> <li>• O foco do nível superior de gerenciamento é limitado.</li> <li>• As atividades de eficiência são feitas sem levar em consideração os impactos por todo o sistema;</li> <li>• A manutenção do sistema é feita numa base reativa;</li> <li>• Acontece uma pequena ou nenhuma comunicação entre as unidades operantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A infraestrutura de monitoramento e medição de água e energia é limitada ou inexistente.</li> <li>• Os dados disponíveis sobre água e energia não são amplamente compartilhados nem preparados de forma utilizável.</li> <li>• Os recursos financeiros do projeto não estão disponíveis.</li> </ul>
	<b>Gerenciamento unitário</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A resposta frequentemente tem seu foco em uma unidade particular de eficiência.</li> <li>• O nível superior de gerenciamento reconhece a necessidade de focar a eficiência.</li> <li>• A comunicação é limitada, enquanto acontece um insignificante nível de colaboração entre as unidades operantes.</li> <li>• O gerente de eficiência tem pouco controle direto sobre as pessoas-chave.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O financiamento é disponível sobre o mérito do projeto efetivo.</li> <li>• A reunião de dados ocorre mas, é limitada na esfera de ação e distribuição.</li> <li>• Os projetos são fundados numa base caso a caso.</li> </ul>
ALTO POTENCIAL DE EFICIENTIZAÇÃO	<b>Gerenciamento em equipe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A resposta se aproxima da eficiência como um problema de todo o sistema; todas as unidades operantes promovem a eficiência.</li> <li>• O nível superior de gerenciamento faz da eficiência uma prioridade e checka o seu progresso regularmente.</li> <li>• A manutenção do sistema é parte integrante das atividades do dia a dia.</li> <li>• Os gerentes e a equipe levam em conta a correlação entre várias partes do sistema ao desenhar projetos de eficiência.</li> <li>• A liderança da equipe de eficiência de água e energia tem algum controle no pessoal chave.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acesso a pessoal com uma gama de habilidades.</li> <li>• O programa de coleta de dados é maior e produz relatórios bem elaborados e bem distribuídos.</li> <li>• A eficiência é o componente chave de todas as decisões financeiras.</li> <li>• As economias de custo de projetos são geralmente mandadas de volta para um fundo adicional.</li> <li>• Outros mecanismos inovadores de financiamento estão disponíveis para a implementação de projetos.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de ASE, 2002

A Figura 25 apresenta o percentual de redução dos custos operacionais quando da utilização dos diferentes modelos de gerenciamento da eficiência de água e energia citadas no Quadro 6.



Fonte: ASE, 2002

**Figura 25 - Ganhos estimados na eficiência de água e energia de acordo com o modelo do gerenciamento**

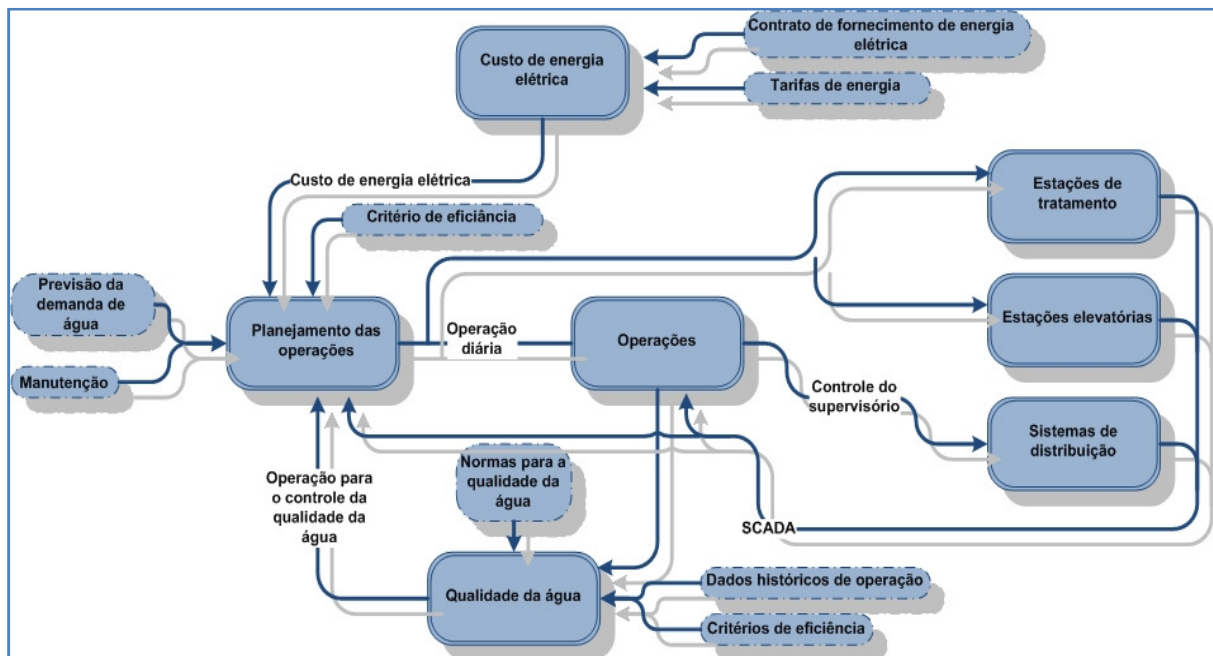
Algumas medidas que devem ser internalizadas pelos prestadores de serviços públicos de saneamento básico nos seus processos visando elevar o potencial de eficiência são (PMSS, 2007):

- Cálculo rotineiro das perdas reais, perdas aparentes e balanço hídrico, nos moldes concebidos pela IWA.
- Gerenciamento das perdas por setor de abastecimento, com as técnicas de controle e redução de perdas integradas à rotina da operação e manutenção, sem a necessidade de um órgão de destaque para esta função.
- Operação do sistema de abastecimento de água com base no conhecimento dos parâmetros do sistema em contraposição à operação empírica.
- Uso eficiente de energia elétrica nos bombeamentos.
- Gestão integrada e participativa (meios: comitê gestor, mobilização etc.).

- Uso de ferramentas para o cálculo realista de tarifas considerando a demanda de investimentos no sistema (atual e futura) e a necessidade de controlar perdas.

Existem no mercado alguns *softwares* para o gerenciamento do uso de energia elétrica, visando a redução dos custos com energia elétrica. Para a AWWARF (1999), devido à degradação cada vez maior dos mananciais utilizados para abastecimento de água e a elevação das tarifas de energia elétrica, os sistemas de abastecimento de água requerem novas tecnologias para o seu gerenciamento, de modo a levar em conta as necessidades de demanda de água até a otimização do consumo de energia.

A Figura 26 mostra o fluxograma de um processo operacional monitorado por um programa onde são consideradas como entradas: as demandas de água, a necessidade de manutenção no sistema, o controle da qualidade da água e o custo com energia elétrica para o planejamento das ações operacionais. Observa-se que diversas variáveis e insumos encontram-se inseridos no sistema para avaliação e tomada de decisão.



Fonte: AWWARF, 1999

**Figura 26 - Sistema de gerenciamento integrado de água e energia**

O acompanhamento dos sistemas por intermédio de programas dessa natureza admite monitorizar diferentes variáveis, obtendo uma confiabilidade para a tomada de decisões, reduzindo o empirismo e conseqüentemente proporcionando redução

dos custos operacionais. Assim sendo, os tomadores de decisão podem utilizar programas gerenciais buscando integrar melhor as questões de efficientização de água e energia quando da escolha de políticas de investimento.

De acordo com NRDC (2004), os planejadores devem olhar concomitantemente para o uso da água e da energia, gerando, assim, informações valiosas que não surjam a partir de análises individuais de perdas de água e das questões energéticas. Portanto, os autores recomendam dentre outras ações:

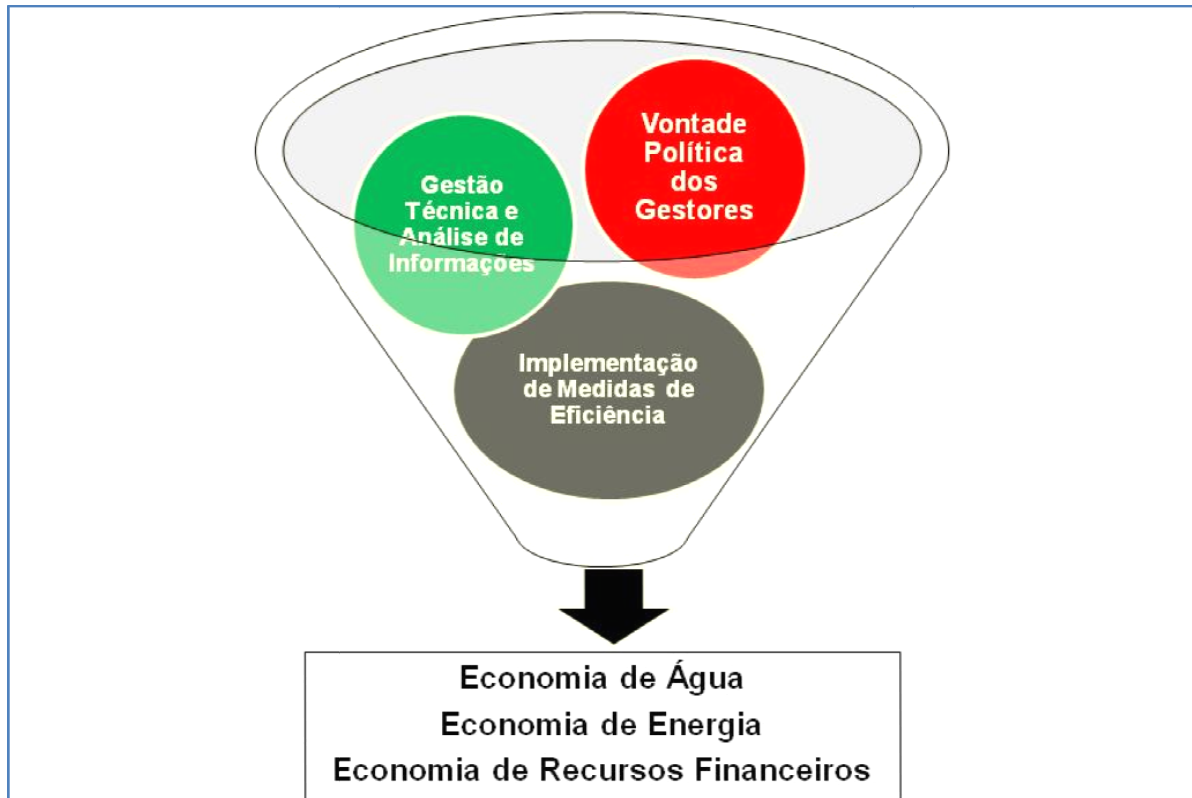
- A modificação das legislações de recursos hídricos, incluindo o uso adequado da energia elétrica e seus custos.
- A melhoria da coordenação entre as agências de gestão de recursos hídricos, para melhor identificar e abordar as implicações das decisões nas políticas de água e energia.
- O desenvolvimento de parcerias para utilizar a energia de forma econômica e ambientalmente correta.

Para ASE (2007), não existem dois projetos de efficientização de água e energia idênticos, inclusive em um mesmo prestador de serviço. A forma específica de cada projeto depende de uma miríade de fatores tais como: escassez de água, estrutura, geografia local, tarifa de água e eletricidade, cultura e do modo como o abastecimento de água é gerenciado e administrado.

A Figura 27 apresenta as três etapas da abordagem de um projeto de efficientização de água e energia. São elas:

- Vontade política da Alta Direção.
- Gestão técnica e análise de dados.
- Implementação de medidas de eficiência.





Fonte: Adaptado de ASE, 2007

**Figura 27 - Etapas para abordagem de um projeto de eficiência de água e energia**

Visando promover as ações de forma integrada Marcka (2005), propôs que a eficiência de água e energia envolvesse as seguintes atividades:

- Caracterização do problema.
- Diagnóstico.
- Ações: custos e benefícios.
- Plano de ação.
- Acompanhamento e controle.

Conforme Ostermayer e Gomes (2005), para o desenvolvimento de um diagnóstico de gestão das perdas de água e uso eficiente de energia as principais diretrizes podem ser realizadas da seguinte forma:

- Para cada ação são detalhadas as atividades, que serão pontuadas, considerando: 5=ótimo; 4=bom; 3=regular; 2=fraco; 1=inexistente.

- Para visualização da gestão deve ser elaborado um radar da eficiência no controle das perdas de água e energia, no qual são inseridas as ações e os pontos obtidos.
- Após a soma dos pontos, deverá ser utilizada uma tabela de interpretação do resultado para determinar o nível de gestão atual sob a ótica das vertentes: sistematização, abrangência, resultados.
- Para avaliação da gestão, cada ação terá um peso, resultando em valor total ponderado, e por meio de tabela de interpretação do resultado global obtém-se o resultado final do auto-diagnóstico da gestão de combate a perdas de água e uso eficiente de energia.

Com base nas atividades a serem desenvolvidas para elaboração de um plano de ação de efficientização de água e energia de forma integrada a Eletrobrás (2005) propôs as seguintes diretrizes baseada em uma ferramenta da gestão pela Qualidade Total conhecida como “5W2H”:

- O que será feito? Título da proposta de ação.
- Para quem será feito? A quem se destina ou beneficiário direto.
- Porque será feito? Qual o intuito da proposta de ação ou o que a motivou.
- Quem a fará e/ou quem contribuirá para a proposta de ação (parceiros)? Responsáveis pela coordenação da ação.
- A quem afetarão? Clientes intervenientes de cada meta estabelecida.
- Como será feito (etapas, fases, etc.)? Principais passos e ações para a realização da ação.
- Quando será feito (cronograma)? Aspectos críticos no desenvolvimento da ação.
- Quanto custará?
- Quais os indicadores de desempenho? Quem medirá o desempenho na realização da proposta de ação?

Para ASE (2007, p.4) existem sérios obstáculos que os prestadores de serviço público de abastecimento de água devem superar para poderem implantar práticas mais eficientes e novas tecnologias de gestão. Elas podem ser agrupados em cinco categorias principais:

1. Falta de consciência - As pessoas não vão fazer mudanças para a eficiência, a menos que elas tenham conhecimento dos argumentos de custo-benefício para fazerem. Isso se aplica no caso de eficiência energética para o abastecimento de água, uma vez que aqueles que operam no dia-a-dia os sistemas da água não estão acostumados a pensarem na questão da eficiência energética.
2. Aversão ao risco – O desvio da rotina habitual está associado a um risco, real ou percebido, tais como carga adicional na equipe ou risco financeiro. O medo da mudança tem uma base racional e exige que os benefícios da mudança superem claramente os riscos.
3. Mudança de “status quo” – Resistência a novas idéias e procedimentos, devido a um sentimento que as sugestões para a mudança implicam a crítica do desempenho e capacidade do funcionário ou gerente.
4. Subsídios – Reduzir muito os custos por incentivos pode provocar ineficiência.
5. Eficiência de financiamento – Existe uma falta de interesse dos prestadores acostumadas apenas com a operação dos serviços, para buscar financiamentos por meio de projetos específicos para perdas de água ou energia. Em algumas situações os prestadores de serviço não têm um bom histórico de gestão financeira ou de honrar contratos, ocorrendo descrédito dos organismos financiadores.

A ACEEE (2006) realizou diversas oficinas envolvendo profissionais da área de saneamento (abastecimento de água e esgotamento sanitário), profissionais do setor elétrico, Organizações Não Governamentais (ONG), órgãos reguladores federados, pesquisadores e acadêmicos da área de saneamento, consultores e vendedores onde foram identificadas quatro ações que devem promover a eficiência energética nos sistemas de abastecimento de água. São elas:

- Eficiência energética deve ser incluída no currículo educacional das instituições de ensino médio e superior, assim como no treinamento específico de operadores de sistemas de abastecimento de água com níveis de educação continuada.
- Devem ser estabelecidos protocolos padrões de variáveis a serem obtidos para montagem de banco de dados que permitam identificar diretrizes de "melhores práticas".
- As informações de eficiência energética devem ser incorporadas como requisitos para obtenção de licenças e de elegibilidade para os fundos

estaduais, além de possíveis financiamentos nos sistemas de abastecimento de água.

- Ser estabelecido um meio de coordenação e troca de dados para identificar e coletar informações em todas as atividades correlatas.

Para o desenvolvimento de um programa bem sucedido de gerenciamento de água e energia, a ASE (2002, p.15) apresenta oito características. São elas:

1. Gerenciamento em nível máximo de comprometimento.
2. Metas de redução de energia claramente definidas.
3. Comunicação das metas entre todos os níveis da prestadora.
4. Divisão das responsabilidades do projeto entre níveis apropriados.
5. Formulação e pesquisa de um sistema de medição do uso da energia.
6. Identificação de todos os projetos numa base contínua.
7. Adoção de critérios de investimentos no projeto, refletindo os riscos e os retornos do mesmo.
8. Reconhecimento e recompensa da equipe quando houver o alcance das metas.

Uma das mais recentes maneiras de financiar projetos de efficientização de água e energia, em se tratando de prestadores de serviço público de abastecimento de água, é a elaboração de contratos de performance ou contratos de desempenho, ou comumente chamados de “contratos de risco”. Nesses contratos os bens e serviços associados ao projeto são pagos a partir do lucro acumulado advindo a partir dele. Isso permite aos prestadores de serviço poder realizar investimento em melhorias, sem necessariamente incorrer em qualquer custo inicial.

Os contratos de performance são diferentes dos contratos tradicionais porque a contratada é compensada com base na economia real, resultante do projeto implementado de água e energia, ao invés de um preço contratual fixo (ASE, 2007).

A Figura 28 expressa como se processa a forma de pagamento do projeto tomando como base a redução nos custos de energia elétrica. A barra em vermelho à esquerda representa o desembolso inicial e na barra à direita na cor vermelha o atual pagamento de energia elétrica, em amarelo o lucro da contratada, e em verde a redução dos custos do contratante.



Fonte: ASE, 2007

**Figura 28 - Desembolsos de um projeto de redução de custo de energia elétrica utilizando contratos de performance**

No caso de contratos para controle de perdas de água podem ser executados os seguintes serviços:

- Estudos para redução de pressão.
- Determinação e medidas de economia de água.
- Acompanhamento do balanço hídrico.
- Manutenção de vazamentos em redes e ramais.
- Serviços comerciais como corte por inadimplência, negociação com o cliente, etc.
- Implantação / substituição de hidrômetros.

Considerando os projetos de eficiência energética podem ser desenvolvidos os seguintes serviços:

- Cálculo do consumo de energia necessária com base no consumo de água.
- Determinação e medidas de economia de energia.
- Projetos de eficiência energética;

- Concepção, instalação e manutenção dos equipamentos de maior eficiência energética.

O passo inicial para o desenvolvimento de um contrato de performance é a auditoria do sistema, o que vai determinar qual o grau de investimento necessário e tornar possível avaliar a viabilidade financeira do projeto, tanto para o contratante quanto para o contratado.

ASE (2007, p.18 e 19) sugere que a auditoria a ser realizada deva buscar:

- Análise da possibilidade de investimento do contratante no projeto.
- Descrição das instalações abrangidas.
- Lista dos dados coletados, incluindo consumo energético de todas as instalações incluídas na auditoria e suas fontes de energia.
- Lista dos dados coletados, incluindo cadastro técnico e comercial, balanço hídrico, disponibilidades hídricas, volumes operacionais, situação do parque de hidrometração, etc.
- Lista de todas as medidas identificadas com estimativas de ganhos e períodos de retorno em investimentos.
- Detalhes sobre cada projeto recomendado, incluindo:
  - Avaliação das propostas e modificações necessárias para a realização de ganhos e a análise custo-benefício associado a cada um deles.
  - Os parâmetros de referência para cada projeto e os ajustes que podem ser necessários ao longo do projeto, por exemplo, devido a uma mudança na demanda de energia.
  - Monitoramento de um plano de verificação para cada projeto.
  - Possíveis riscos na execução do projeto e medidas de mitigação.

Os contratos de desempenho, por serem ainda recentes, encontram nos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário determinadas barreiras. Além das dificuldades relativas ao próprio processo de eficiência energética em si, existem muitos impecilhos para o uso de contratos de desempenho. A ASE (2007, p.20) apresenta alguns deles:

- Receio por parte das contratadas que eles não vão receber os devidos pagamentos pelo prestador de serviços.
- Os contratos existentes e legislação do país pode não ser favorável ao apoio de elaboração de contratos de desempenho.
- O estado ou órgãos de controle fiscal não permitem, ou dificultam os acordos contratuais para esse tipo de projeto.
- A carência de bons prestadores nesse tipo de serviço que é mais viável para as de menor porte. Como os prestadores são geralmente muito pequenos e falta um adequado histórico de crédito e registros financeiros, isso leva a contratante e aos bancos a considerá-los como de alto risco.
- Poucos consultores técnicos experientes, principalmente porque não se tratam de contratos e projetos convencionais.
- Dificuldade da contratada em se adaptar à modalidade do contrato. Essa falta de familiaridade também pode fazer os lucros parecerem muito baixos relativa aos riscos percebidos.
- As instituições financeiras não estão familiarizados com projetos de eficiência energética, muitas vezes vê-los como de alto risco, mesmo quando os indicadores financeiros são favoráveis.

- As empresas contratantes não são conhecedoras do desenvolvimento do projeto e procedimentos de financiamento necessário para adquirir e financiar serviços de eficiência, incluindo contratos de desempenho, ou falta-lhes o tempo do pessoal necessário.
- A falta de medição adequada impede a determinação de uma linha de base contra a qual são definidos os ganhos.

### **3.5. Análise final do referencial teórico**

Após avaliação de todo o referencial teórico, tem-se como objetivo nesse item relacionar as variáveis que são fundamentais para o desenvolvimento de um projeto exitoso de efficientização integrada de água e energia. Para tanto, as variáveis estudadas foram selecionadas dentro de seis categorias analíticas. São elas:

- Fatores Técnicos.
- Fatores Operacionais.
- Fatores Administrativos.
- Fatores Gerenciais.
- Fatores Ambientais.
- Fatores Sociais.

As categorias analíticas ambiental e social apesar de terem sido citadas não serão exploradas, visto que, o foco principal dos Programas e projetos desenvolvidos pela Embasa se caracteriza pelo viés técnico/operacional, dessa forma, a Dissertação possui um foco voltado para as demais.

O Quadro 7 apresenta todas as categorias analíticas e as variáveis estudadas, as quais são indispensáveis para um estudo integrado de perdas de água e eficiência energética.

Espera-se que um projeto de efficientização de água e energia elétrica contemple ao máximo as variáveis citadas no Quadro 7. Obviamente que cada programa ou projeto tem o seu recorte ou prioridade, o que eleva a relação de categorias e variáveis apresentadas à condição de referencial e não de obrigatoriedade.

**Quadro 7 - Variáveis<sup>2</sup> necessárias a um projeto de efficientização integrada de água e energia selecionadas por categorias analíticas**

Categorias analíticas	Variáveis
<b>Fatores Técnicos</b>	Implantar sistema de medição hidráulica e elétrica em cada unidade operacional
	Incentivar o uso de medição individualizada
	Implantar válvulas redutoras de pressão
	Implantar <i>boosters</i>
	Realizar simulação hidráulica da rede distribuidora por modelos computacionais
	Implantar novas tecnologias de manutenção para as tubulações
	Implantar/desenvolver sistema comercial
	Implantar sistema de informações de água e eficiência energética
	Automatizar leitura, entrega de contas e atualização do cadastro comercial
	Implantar conversores de frequência
	Implantar bancos capacitores
	Implantar alternativas para a geração/suprimento de energia
	Estabelecer o controle automático do sistema
	Substituir equipamentos obsoletos
	Substituir tubulações antigas
<b>Fatores Operacionais</b>	Controlar as pressões no sistema
	Controlar os extravasamentos e vazamentos nos reservatórios
	Realizar pesquisa de vazamentos
	Reduzir o tempo de reparo de vazamentos
	Realizar a setorização da rede distribuidora
	Manter cadastro operacional atualizado
	Manter cadastro comercial atualizado
	Monitorizar as variáveis hidráulicas em tempo real em contraposição a operação empírica
	Adequar hidráulicamente e eletricamente os sistemas
	Adequar e estabelecer a aferição da macromedição
	Realizar manutenções periódicas nas tubulações e acessórios
	Realizar manutenções periódicas nos equipamentos
	Adequar e estabelecer a aferição da micromedição
	Combater fraudes
	Monitorizar processo comercial
Compatibilizar setorização com zoneamento comercial	
Estabelecer ações operacionais para o controle do consumo com energia elétrica	
<b>Fatores Administrativos</b>	Estabelecer grade de treinamento específico para perdas de água e eficiência energética nos níveis básico, técnico e superior
	Promover programas de manutenção e assistência técnica para a racionalização do uso da água e energia
	Melhorar a imagem da empresa frente à sociedade
	Contratar consultores especializados em cada área fim
	Destinar espaço físico adequado para as equipes de trabalho
	Contratar equipe de suporte e logística
	Promover os materiais e equipamentos necessários para as ações

<sup>2</sup> As variáveis serão listadas como forma de ações a serem realizadas em programas e projetos de eficiência do uso da água e energia.



**Quadro 7 - Variáveis necessárias a um projeto de eficiência integrada de água e energia selecionadas por categorias analíticas (Continuação)**

<b>Categorias analíticas</b>	<b>Variáveis</b>
<b>Fatores Administrativos</b>	Estabelecer ações administrativas para o controle do consumo de energia elétrica
<b>Fatores Gerenciais</b>	Buscar financiamentos para sistemas em operação
	Buscar financiamentos para novos sistemas
	Reduzir Custos
	Estabelecer política interna de perdas de água e eficiência energética
	Propor e implementar as bases legais
	Estabelecer objetivos e metas com o devido acompanhamento das mesmas desdobrando para água e eficiência energética
	Estabelecer reuniões periódicas
	Estabelecer protocolos de coleta e análise de dados
	Promover o gerenciamento da rede distribuidora
	Desenvolver parceiras com outras instituições na área de perdas de água e eficiência energética
	Desenvolver novos projetos focados nas ações de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer indicadores de desempenho para água e energia
	Promover contratos específicos de performance
	Promover incentivos e recompensas a equipe
	Realizar planejamento (inclusive financeiro) para ação contínua no controle de perdas de água e eficiência energética
	Designar equipes específicas para atuação na área de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer política de combate às fraudes
	Promover equipe de eficiência descentralizada, com gerente do processo com autonomia interdepartamental
Desenvolvimento de estudos e programas de avaliação de novas tecnologias para perdas de água e eficiência energética	
Promover gestão integrada e participativa com estabelecimento de reuniões periódicas	
<b>Fatores Ambientais</b>	Reduzir retirada de água dos mananciais
	Minimizar a geração de esgotos domésticos
	Reduzir emissões atmosféricas
	Promover o cumprimento da legislação de recursos hídricos
<b>Fatores Sociais</b>	Melhorar a qualidade de vida da população
	Melhorar a saúde da população
	Promover programas de educação ambiental para uso racional de água e energia
	Estabelecer canais de comunicação entre a empresa e os usuários
	Diminuir a tarifa de água e esgoto por meio das reduções de gastos com as ações de perdas de água e eficiência energética
Gerar novos empregos	

## 4. METODOLOGIA

A presente pesquisa fez uso de técnicas de investigação tanto qualitativas como quantitativas, valendo-se das possibilidades da triangulação de informações e dados que esse procedimento possibilita.

Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizados os seguintes estudos:

1. **Pesquisa documental** sobre os programas e projetos de perdas de água e eficiência energética desenvolvidos pela Embasa na RMS.
2. **Estudo de base de dados secundários** sobre o comportamento das perdas de água e energia em unidades operacionais da RMS, a saber: SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas. Esse estudo foi feito a partir de dados dos sistemas de informação da Embasa e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).
3. **Estudo de base de dados primários** sobre os fatores associados às perdas de água e energia, realizado com os funcionários de unidades da Embasa na RMS que desempenham atividades relacionadas ao tema da pesquisa.
4. **Inspeção de campo** em sistemas de abastecimento da RMS, previamente selecionados a partir de critérios a seguir descritos, objetivando coletar dados que subsidiem a análise exploratória sobre a qualidade das informações que servem de base para o cálculo das perdas de água e eficiência energética e que estão disponíveis nos sistemas de informação da Embasa.

### 4.1. Pesquisa documental

De acordo com Medeiros (2009), a pesquisa documental compreende o levantamento e análises de documentos de interesse de uma pesquisa. As análises

devem ser guiadas pelas categorias analíticas da investigação, apresentadas no item 3.5, buscando fornecer elementos para a elucidação do fenômeno estudado.

Nessa pesquisa documental foram estudados os principais programas de gestão de perdas de água e eficiência energética já realizados na RMS pela Embasa, em um horizonte de 15 anos. Os documentos e relatórios foram analisados com base nas categorias analíticas já determinadas (aspectos técnicos, operacionais, administrativos e gerenciais) e extraídos de cada programa o seu marco conceitual. Posteriormente, foi desenvolvido um quadro para cada programa, onde foi possível identificar as categorias e variáveis que foram contempladas à luz do referencial teórico estudado.

Também foram estudados aspectos relativos à política da Empresa no que diz respeito ao controle das perdas de água e a busca da melhoria na eficiência energética, a partir de informações provenientes do Planejamento Estratégico 2012-2015, documentos internos, relatórios finais de atividades, atas das Resoluções da então Diretoria de Operações e da Presidência da Embasa, além de outros documentos disponíveis nas diretorias e superintendências da empresa que tratam do assunto.

#### **4.2. Estudo de base de dados secundários**

Foram realizadas coleta e análises de dados secundários, considerando duas situações:

- Do ponto de vista das perdas de água foram analisados os resultados do sistema de informações COPAE<sup>3</sup>, no período de 2000 a 2011, verificando se os diversos programas realizados pela Embasa, em períodos distintos, repercutiram positiva ou negativamente nos resultados institucionais, considerando o Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas. Também foram comparados os resultados apresentados no sistema de informações (COPAE) para os indicadores - Água Não Contabilizada

---

<sup>3</sup> O Sistema de Informações de Controle Operacional de Água e Esgoto (COPAE) é utilizado no acompanhamento da operação dos processos de produção e distribuição de água e esgotamento sanitário. Mensalmente são levantados os diversos dados operacionais e comerciais envolvidos nestas atividades, de modo a permitir a avaliação do desempenho operacional por meio da análise das informações gerenciais relativas as perdas de água e de faturamento e outros parâmetros dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e de Esgotamento Sanitário (SES).

(ANC), Água Não Faturada (ANF) e Índice de Perdas por Ligação (IPL) - com dados divulgados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e dados apresentados nas referências bibliográficas estudadas.

- Do ponto de vista da eficiência energética foram analisados os resultados do convênio realizado com a Eletrobrás, que teve como objeto a Estação Elevatória Teodoro Sampaio/R1 Duna. Foi analisado o indicador de consumo específico ( $\text{kWh/m}^3$ ), antes e após o projeto ser implantado. Também foi comparado esse indicador com as informações disponibilizadas pelo SNIS e com as referências constantes nas pesquisas bibliográficas estudadas.

#### **4.3. Estudo de base de dados primários**

Essa etapa visou estudar a percepção dos funcionários da Embasa sobre os programas de controle de perdas de água e de eficiência energética, considerando as categorias analíticas (técnica, operacional, administrativa e gerencial) propostas nesta pesquisa. Tal avaliação foi obtida mediante a aplicação de um questionário estruturado junto aos funcionários da área de gestão de perdas de água e eficiência energética. O questionário, além de contemplar as categorias analíticas, abordou os principais pontos fortes e oportunidades de melhorias e as propostas das principais ações que podem ser implementadas na Região Metropolitana de Salvador.

Para esse estudo foi encaminhado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) para aplicação de questionário (Apêndice B), buscando avaliar as seguintes categorias de análise:

- Aspectos técnicos.
- Aspectos operacionais.
- Aspectos administrativos.
- Aspectos gerenciais.

Algumas premissas básicas foram adotadas para a seleção dos funcionários que participaram da avaliação. Foram elas:

- Selecionar todos os técnicos e gestores que atuam na Região Metropolitana de Salvador, ressaltando que o tempo de contrato com a Empresa deveria ser de pelo menos cinco anos, e que deveria haver o envolvimento destes com a implementação dos programas de perdas de água e eficiência energética na RMS.
- Contemplar aqueles que atuavam ou tenham atuado (nos últimos dois anos) na RMS, em trabalhos que envolveram algumas das variáveis estudadas com relação a perdas de água ou eficiência energética.
- Selecionar funcionários que pertencessem à área operacional da Empresa, que possui interação diária com ações de perdas de água e energia elétrica e responde pelos indicadores empresariais, com base no planejamento estratégico estabelecido.

Dessa forma, foram aplicados 41 questionários, distribuídos no seguinte estrato do corpo funcional:

- Um Superintendente da Região Metropolitana de Salvador.
- Dois Gerentes do Departamento de Produção.
- Três Gerentes do Departamento de Manutenção.
- Dois Funcionários do Departamento de Apoio Técnico.
- Seis Gerentes de Unidades Regionais.
- Seis Gerentes de Operação das Unidades Regionais.
- Dois Gerentes de Escritório Regional de Candeias e Camaçari.
- Dois Gerentes do Departamento de Política Energética.
- Um Funcionário do Departamento de Política Energética.
- Um Assessor da Diretoria de Operações.
- Quinze Funcionários das Unidades Operacionais.

Foram aplicados 31 questionários junto aos funcionários e gestores operacionais da Região Metropolitana de Salvador. Outros dez questionários foram aplicados junto à Alta Direção da Embasa na RMS.

A estratégia usada para aplicação dos questionários em dois blocos visou dar maior transparência e consistência à pesquisa, pois sendo os principais gestores formadores de opinião, de liderança comprovada na Embasa e com muita experiência, poderiam de alguma forma influenciar os resultados do primeiro grupo.

Dos 41 questionários aplicados obteve-se resposta de 37 deles. Os quatro questionários não respondidos foram do grupo de funcionários e técnicos operacionais. Assim, todos os dez questionários aplicados para a Alta Direção da Embasa/RMS foram preenchidos e analisados.

O corpo funcional é formado por dois grandes grupos:

- Nível Gerencial – Funcionários que ocupam cargos gratificados e participam do planejamento das ações de perdas de água e/ou eficiência energética.
- Nível Operacional – Funcionários que atuam na área operacional e que estavam/estiveram envolvidos com a execução das ações de perdas de água e/ou eficiência energética, quando da realização da pesquisa.

Cada questionário contém 93 campos de preenchimento agrupados da seguinte forma:

- Dados sócio-econômicos e profissionais.
- Dados sobre projetos de perdas realizados na Embasa.
- Dados sobre gestão dos projetos de perdas de água e eficiência energética realizados na Embasa.
- Informações complementares.

Para as análises dos resultados sobre a percepção dos funcionários, primeiramente foi feita uma avaliação da consistência das informações de forma a corrigir possíveis incoerências. Posteriormente, foi realizada uma distribuição de frequência de todas as variáveis.

Com vistas a fornecer informações que pudessem ser comparadas e que possibilitassem ter uma visão mais geral sobre a percepção dos funcionários foram construídos Diagramas de Pareto, conforme recomendações de Ornstein (1992). Para tanto, foram analisadas as questões nas quais as respostas eram: "Muito

Satisfatório, Satisfatório e Insatisfatório" ou "Bom, Regular e Ruim". Para cada questão em análise foi obtido o percentual associado a cada resposta, do total de entrevistados que de fato responderam a pergunta. Esse valor foi multiplicado por 5, em respostas marcadas como "muito satisfatório" ou "bom"; por 3, no caso de ter sido "satisfatório" ou "regular"; e por 1 para aqueles tido como "insatisfatório" ou "ruim". A soma desses três valores representa a média, que está no intervalo entre 1 e 5.

Com essa estratégia buscou-se identificar, com base nos questionários, a percepção dos entrevistados sobre os principais problemas da gestão de perdas de água e eficiência energética na Embasa/RMS dentro do conjunto de questões analisadas.

Com relação às perguntas subjetivas constantes no questionário, a estratégia analítica utilizada foi listar em um quadro todas as observações, agora consideradas variáveis, apresentadas pelos funcionários e analisar os resultados relacionando-os com o referencial teórico de forma a detectar possíveis lacunas.

Nesse sentido, buscou-se identificar, com base nos questionários, a percepção dos entrevistados para os principais problemas da gestão de perdas de água e eficiência energética na Embasa/RMS, dentro do conjunto de questões analisadas.

#### **4.4. Inspeção de campo**

Na inspeção de campo o objeto é abordado em seu meio ambiente próprio. A coleta dos dados é feita nas condições naturais em que os fenômenos ocorrem, sendo assim diretamente observados, sem intervenção e manuseio por parte do pesquisador (SEVERINO, 2007).

A inspeção foi feita com o objetivo de averiguar de forma exploratória a qualidade e validade das informações que estão sendo disponibilizadas em sistemas de informações da Embasa (COPAE e SCE). Como já referido, o Controle Operacional de Água e Esgoto (COPAE) é um sistema que permite avaliar as perdas em cada sistema de abastecimento de água, visto que, apresenta as seguintes informações: volumes captados/aduzidos e disponibilizados, extensão de rede, quantidade de ligações, etc. O Sistema de Controle de Energia (SCE) é um sistema que registra todas as informações disponibilizadas na fatura de energia elétrica. São elas:

consumos e demandas estratificados por agrupamento tarifário, penalidades, fator de potência, valores pagos de fatura de energia elétrica, etc.

Foram realizadas duas inspeções de campo nas unidades operacionais, nos dias 15 e 16/06/2011, onde foi possível realizar um estudo exploratório sobre a qualidade e confiabilidade das informações disponíveis nos sistemas, além de identificar possíveis problemas/anomalias que podem provocar distorções nas informações geradas.

A execução da inspeção foi guiada por um plano de trabalho previamente estabelecido, sendo realizada em parceria com representantes da Embasa.

De acordo com as informações que alimentam o sistema COPAE, verificou-se em campo:

- Existência e condições dos macromedidores de água - observando se os mesmos estavam implantados e se existia confiabilidade na leitura do macromedidor instalado com as informações disponibilizadas.

Em relação às informações que alimentam o Sistema de Controle de Energia (SCE) foram verificados em campo:

- Existência e condições dos medidores de energia elétrica – observando se as leituras dos medidores de energia elétrica (consumo e demanda) instalados pela empresa prestadora de serviço de energia elétrica estavam de acordo com os equipamentos instalados em cada unidade operacional.
- Existência e condições dos equipamentos para controle de consumos reativos – observando a instalação e condição operacional dos mesmos.
- Condições físicas e operacionais dos equipamentos instalados – observando se os equipamentos estavam instalados nas melhores condições operacionais e se as potências dos motores elétricos instalados eram condizentes com as informações dos cadastros de equipamentos e das faturas de energia elétrica.

Uma vez que o objetivo da inspeção foi realizar um estudo exploratório sobre em que condições as informações estão sendo geradas, principalmente, em relação à qualidade e confiabilidade, optou-se em selecionar dois sistemas de abastecimento



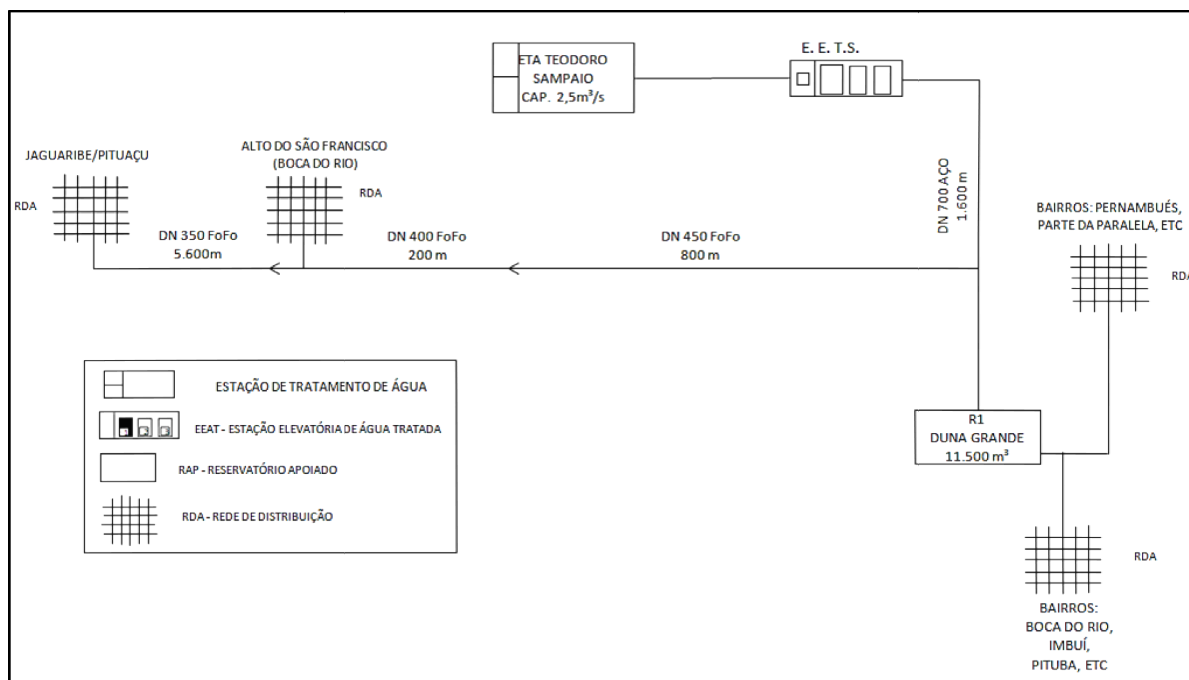
de água da RMS como testemunho de práticas adotadas pelo prestador dos serviços. É importante ressaltar que com esse estudo, não se pretende, que os sistemas selecionados sejam considerados como representante das práticas da Embasa em toda a RMS. Como dito, pretende-se, por meio de um estudo exploratório, colocar em evidência questões que a própria prática já tem evidenciado a cerca da qualidade das informações geradas pelos sistemas citados. Assim, foram selecionados dois sistemas de abastecimento de água.

- SAA Teodoro Sampaio/R1 Duna – Salvador.
- SAA Camaçari.

Os sistemas em questão foram escolhidos devido aos seguintes fatores:

- Informações disponíveis – para ambos os sistemas existem informações nos bancos de dados da Embasa, quanto aos volumes de água captado, tratado, disponibilizados e suas respectivas perdas de água e gastos com consumo e demanda de energia elétrica.
- Sistemas com peculiaridades distintas:
  - SAA Teodoro Sampaio/R1 Duna - trata-se de um sistema de abastecimento de água localizado em Salvador, que recalca para um centro de reservação (R1) e também para uma área situada na Orla Marítima, por meio de uma derivação na adutora. Todas as zonas de abastecimento são estanques hidraulicamente e existe compatibilização dos setores operacional e comercial.

A Figura 29 apresenta o croqui do Sistema de Abastecimento de Água Teodoro Sampaio/R1 Duna.



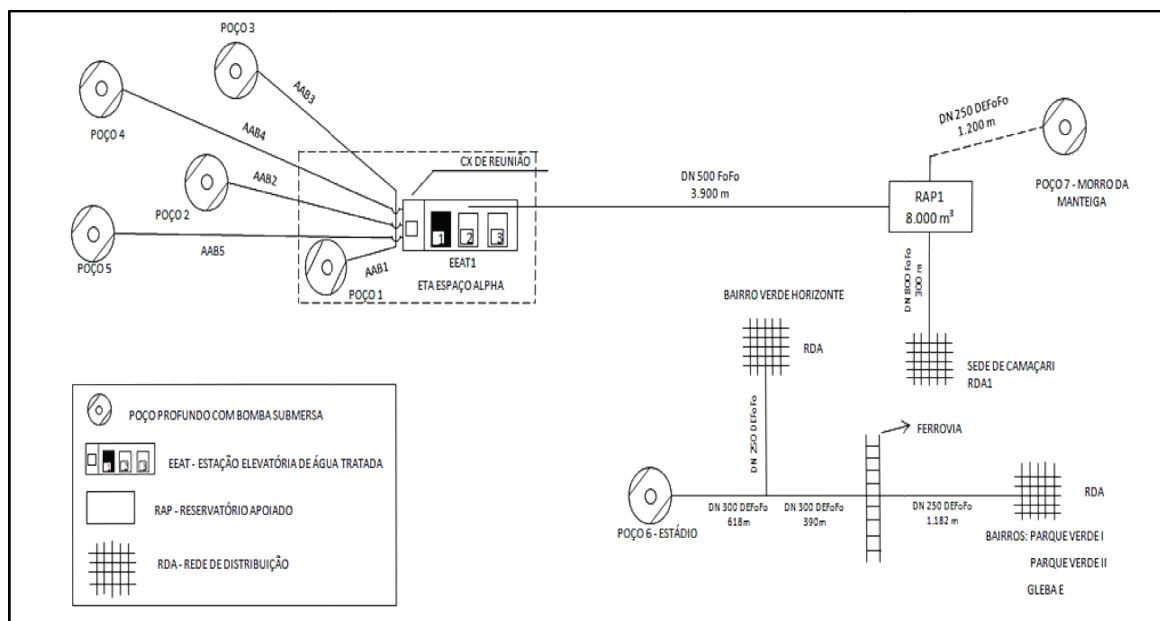
Fonte: Embasa, 2011b

**Figura 29 - Croqui do sistema de abastecimento de água Teodoro Sampaio/R1 Duna**

- SAA Camaçari - trata-se de um sistema completo, envolvendo todas as partes de um sistema de abastecimento de água, como: captação por meio de poços tubulares, adução de água bruta e tratada, tratamento, reservação e distribuição. Nessas condições podem ser avaliadas as questões inerentes às perdas de água e eficiência energética por unidade operacional.

A verificação dos dados no SAA Camaçari foi realizada por Unidade Operacional (poço 1, poço 2, elevatória de água tratada, etc.), tendo em vista a checagem das informações já disponíveis.

A Figura 30 apresenta o croqui do Sistema de Abastecimento de Água de Camaçari.



Fonte: Embasa, 2011b

**Figura 30 - Croqui do sistema de abastecimento de água de Camaçari**

#### 4.5. Análises dos dados

A análise documental dos programas de controle de perdas de água e eficiência energética já implementados pela Embasa na RMS permitiu entender as ações planejadas ao longo do tempo e seus reflexos na gestão das perdas. Objetivou-se caracterizar os programas, identificar os fatores que influenciaram os resultados atingidos e, ainda, estudar seus marcos conceituais e metodológicos.

A avaliação dos dados secundários permitiu verificar os indicadores relacionados às perdas de água extraídos do sistema de informação da Embasa, COPAE. Objetivou-se verificar se os programas e projetos produziram resultados para o controle das perdas de água na Embasa/RMS, mais especificamente, para o SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas. Sendo assim, foi possível relacioná-los com os indicadores apresentados no COPAE. Também foram comparados os indicadores para o SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, com índices apresentados nacionalmente pelo SNIS e também nas referências bibliográficas estudadas, possibilitando, assim, a análise dos resultados dos programas.

Quanto aos indicadores de eficiência energética foi avaliado o Programa de efficientização energética da Estação Elevatória Teodoro Sampaio/R1 Duna, analisando o indicador relacionado à capacidade específica ( $\text{kWh}/\text{m}^3$ ) antes e depois da implementação do mesmo.

Os dados primários obtidos por meio dos questionários aplicados ao corpo funcional permitiram verificar a percepção desse grupo de estudo sobre o desempenho dos programas, projetos e ações implementadas, sobre suas dificuldades e os possíveis ganhos alcançados.

A inspeção de campo possibilitou a análise exploratória da qualidade das informações existentes nos sistemas de informação da Embasa. A visita ocorreu nos dois sistemas já citados (Camaçari e Teodoro Sampaio/R1 Duna) e nela também foi possível detectar possíveis anomalias que geram distorções nas informações disponibilizadas.

## 5. PROGRAMAS E PROJETOS DE PERDAS DE ÁGUA DESENVOLVIDOS PELA EMBASA NA RMS

São apresentados neste item os principais programas e projetos desenvolvidos pela Embasa na RMS referente ao controle de perdas de água nos últimos 15 anos.

### 5.1. Contrato nº 254/1996 – Consórcio Lysa Engenharia/Heath/Etep/Latin Consult

#### 5.1.1. *Considerações Gerais*

O Contrato nº. 254/1996 desenvolveu o Programa de Redução e Controle de Perdas de Água no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, que transcorreu entre dezembro/1996 a novembro/1998 (EMBASA, 1999). A sua fase inicial envolveu a execução das atividades de diagnóstico, inclusive com a implantação de distritos de controle de perdas (áreas piloto) e elaboração do plano de ação para todo o sistema.

Os recursos financeiros foram obtidos por meio do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (Pmss). O Consórcio de empresas formado pela Lysa Engenharia (líder), *Heath*, *Etep* e *Latin Consult* foi contratado por meio de processo licitatório. O valor desembolsado ao longo do contrato foi de R\$ 2.452.096,40, que equivalia na época a U\$ 1.385.756,65.

Foi contratada uma empresa para execução dos serviços durante 215 dias, com início dos trabalhos em março/1998 e término em outubro/1998. O valor dos investimentos realizados para implantação dos distritos pitométricos foi de R\$ 1.200.000,00, que corresponde a U\$ 611.060,19 à época.

### 5.1.2. *Características do Programa*

Os objetivos principais do Programa foram (EMBASA, 1999):

- Desenvolvimento de serviços especializados de redução e controle de perdas no SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas para elaboração de Diagnóstico Global Operacional/Comercial.
- Efetivação do planejamento, controle e supervisão da implantação de três distritos operacionais de controle de perdas.
- Elaboração do Plano de Ação Global de perdas de água.

O plano de trabalho desenvolvido possuiu as seguintes fases:

- Fase de diagnóstico preliminar (fase A) realizada durante uma etapa de pesquisas complementares (fase B), complementada por um Relatório de Diagnóstico Global (fase C).
- Fase de preparação (fase D) e de implantação (fase E) de medidas de redução de perdas e de melhorias operacionais em três distritos de controle de perdas em Salvador.
- Fase de análise final (fase F), com a integração dos resultados obtidos nos distritos dentro do diagnóstico final e a elaboração do Plano de Ação Global no SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas.

Foram selecionados três distritos operacionais dentro da sede municipal de Salvador como área de abrangência do Programa. As áreas foram escolhidas levando em consideração as seguintes variáveis (EMBASA, 1999):

- Níveis de renda predominantes que sejam representativos do sistema de abastecimento de água escolhido.
- Localização por Setor de Abastecimento.
- Gestão por Unidade Regional da Embasa.

Os distritos operacionais de controle escolhidos envolveram os seguintes bairros:

- Pituba – alta renda predominante.
- Cosme de Farias – baixa e médias renda predominantes.
- Paripe – baixa e médias renda predominantes.

### 5.1.3. **Resultados alcançados**

#### Para os distritos operacionais

De acordo com Embasa (1999), o Contrato nº 254/1996 teve o desenvolvimento das seguintes ações nos distritos operacionais:

- Intervenções físicas para o fechamento dos distritos e subdistritos e micro áreas de manobras, com instalações de registros de corte e caps na rede; verificações dos registros existentes com execuções das recuperações necessárias; realização de testes de estanqueidade nas válvulas limites e implantação de novas tubulações necessárias, inclusive remanejamentos.
- Aquisição e instalação de 12 macromedidores de vazão/volume (eletromagnéticos e hidrômetros) nas tubulações de entradas e saídas dos distritos, com construção das caixas de proteção dos medidores.
- Pesquisa e reparos de vazamentos visíveis e não visíveis em 95 km de rede distribuidora dos três distritos.
- Elaboração de cadastro técnico de pontos significativos da rede.
- Implantação de rede de controle de pressão (estações piezométricas) com armazenadores eletrônicos de dados (*data loggers*).
- Intervenções na micromedição (instalação, substituição e outras ações de manutenção necessárias e experiência com hidrômetros da classe C).
- Controle dos grandes consumidores.
- Leitura de macromedidores e hidrômetros.
- Pesquisa detalhada de irregularidades nos ramais prediais.
- Execução dos serviços necessários nos ramais prediais identificados na fase de pesquisa.
- Controle final dos resultados operacionais e comerciais por meio do banco de dados operacional e comercial.
- Avaliação custo/benefício das ações.

As Tabelas 3 e 4 exibem os resultados para os três distritos onde foram desenvolvidas as atividades, mostrando os indicadores antes do início das ações e após a conclusão das mesmas ao final do contrato, além de apresentar a estimativa prevista pela Embasa antes do início do contrato.

**Tabela 3 - Resultados alcançados Distrito de Paripe**

Distrito de Paripe		Junho/96	Outubro/98	Estimado no início do Programa
Nº economias ativas	Unidade	3.123	3.344	3.344
Produção	m <sup>3</sup> /dia	5.831	4.650	4.128
Indicador	m <sup>3</sup> /mês/econ	56,9	42,4	37,7
Volume Faturado	m <sup>3</sup> /dia	1.495	1.804	1.797
	m <sup>3</sup> /mês/econ	14,6	16,5	16,4
Perdas	m <sup>3</sup> /dia	4.336	2.846	2.331
	m <sup>3</sup> /mês/km	132	87	71
	% produção	74%	61%	56%

Fonte: Embasa, 1999

**Tabela 4 - Resultados alcançados Distrito de Cosme de Farias**

Distrito de Cosme de Farias		Junho/96	Outubro/98	Estimado no início do Programa
Nº economias	Unidade	8.704	9.271	9.271
Produção	m <sup>3</sup> /dia	10.612	9.047	8.616
Indicador	m <sup>3</sup> /mês/econ	37,2	29,8	28,3
Volume Faturado	m <sup>3</sup> /dia	4.103	4.941	4.785
	m <sup>3</sup> /mês/econ	14,4	16,3	15,7
Perdas	m <sup>3</sup> /dia	6.508	4.106	3.831
	m <sup>3</sup> /mês/km	218	138	129
	% produção	61%	45%	44%

Fonte: Embasa, 1999

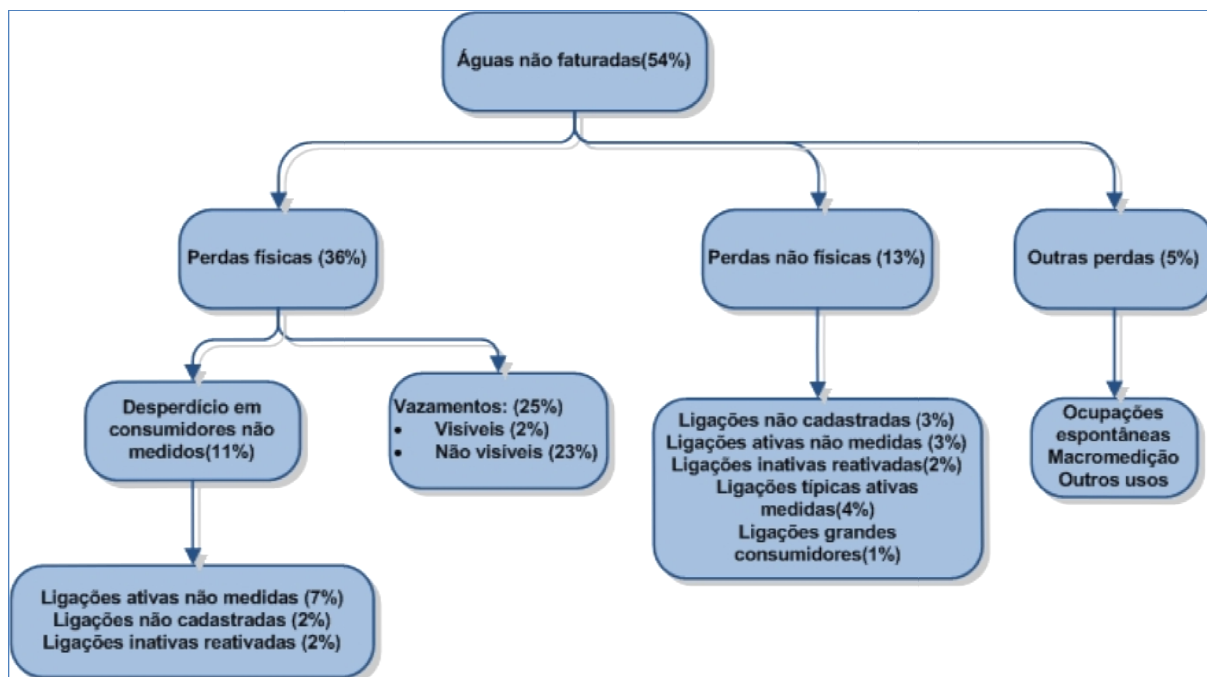
Observa-se que os resultados obtidos para os dois distritos (Paripe e Cosme de Farias) foram satisfatórios do ponto de vista de redução dos indicadores. Para o distrito da Pituba não foi possível identificar os resultados finais, uma vez que a Unidade Regional, responsável pela operação da área, foi obrigada a abrir os registros limites com a área adjacente do Nordeste de Amaralina, em virtude da falta d'água que estava ocorrendo nessa região.

De qualquer forma, as perdas do distrito da Pituba já eram baixas (ANC = 6%), abaixo da média de Salvador, o que mostra que os resultados a serem obtidos possuíam uma pequena representatividade ao final do Programa.



### Para o diagnóstico global

Após a realização dos trabalhos de levantamento das atividades operacionais e comerciais, pesquisas de campo e implantação dos três distritos operacionais de controle de perdas (paripe, Cosme de Farias e Pituba) se estabeleceu o balanço de perdas no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas apresentado na Figura 31.



Fonte: Embasa, 1999

**Figura 31 - Resultado do diagnóstico global**

O indicador ANF aponta 56% de perdas em todo o sistema, sendo que 36% era de natureza física (vazamentos em rede e ramais, etc.). Destaca-se que a quase totalidade dos vazamentos eram do tipo não visíveis, ou seja, apenas detectados após inspeção com equipamento específico e normalmente por meio de avaliações no período noturno. Quanto ao desperdício em consumidores não medidos, a maior ocorrência foi realmente a falta de micromedidores instalados.

No que se refere às perdas aparentes (perdas não físicas) estas ocorrem em diversas situações (Figura 31), sendo necessárias a tomada de ações de ordem comercial conforme citado no item 3.2.2.

As metas globais, para o ano 2001, três anos após as atividades previstas no Plano de Ação proposto, foram (EMBASA, 1999):

- Aumentar o volume faturado em 19%.

- Reduzir as perdas físicas decorrentes de vazamentos e desperdícios nas ligações não medidas, para 20% da produção de água tratada.
- Reduzir as perdas não físicas a 5% da produção de água tratada.
- Reduzir a Água Não Faturada (ANF) de 54% para faixa próxima a 30%.

Segundo Embasa (1999), foram estimadas as seguintes atividades no Plano de Ação:

- 4,2 mil quilômetros de pesquisa de vazamento na rede distribuidora com a correção das fugas detectadas.
- 1,5 mil quilômetros de pesquisas (inativas, ativas medidas, clandestinas e de grandes hidrômetros).
- 65 mil quilômetros de intervenções sobre ramais (corte, supressão, religação e remanejamento).
- 228 mil instalações e substituições de hidrômetros.

As metas globais foram definidas de acordo com o resultado do diagnóstico realizado. Com essa estratégia constata-se a ênfase na realização de pesquisas de vazamentos (controle de vazamentos não visíveis); desenvolvimento de ações na área comercial (inativas, clandestinas, corte, religação, etc.); e a instalação de uma quantidade representativa de hidrômetros.

De acordo com Embasa (1999), os custos e benefícios com a implantação do Plano de Ação de controle de perdas previstos foram:

- Custo total do Plano de Ação = R\$ 59.115.000,00 (U\$ 33.407.742,30), sendo (R\$ 31 milhões estimados para substituição de rede).
- Benefício total com economia em custo de produção, aumento de faturamento e recuperação do débito durante o Plano de Ação (em três anos, ou seja, até 2001) = R\$ 40.554.000,00 (U\$ 22.918.338,51).
- Economia de investimentos (postergação da ampliação da produção) = R\$ 40.700.000,00 (U\$ 23.000.847,70).

Os valores previstos para serem empregados pela Embasa eram representativos e o resultado a ser alcançado apresentava uma relação custo-benefício positiva dentro do período de três anos. Observa-se que, aproximadamente, 50% dos recursos eram destinados à substituição de redes antigas, principalmente, na região da Cidade Baixa e Centro Histórico, devido à grande incidência de vazamentos não

visíveis. A economia pretendida era significativa, com a previsão de retorno de 68% do total do investimento realizado, o que efetivamente não ocorreu.

#### **5.1.4. Análise Global do Programa**

O Programa desenvolvido no período de 1996 a 1998 tem sua característica marcada pelo esforço da Embasa para o conhecimento da problemática de perdas de água na cidade de Salvador. Constituiu-se em um diagnóstico para conhecer o *status* das perdas e para verificar como se encontrava a situação da macro e micromedição, cadastros, sistema comercial, etc., das áreas alvo de sua intervenção.

Nesse período, a Embasa ainda não possuía uma setorização das suas zonas de abastecimento de água e nenhuma compatibilização com o setor comercial (MAGALHÃES, 2001). Os indicadores existentes eram muito frágeis, pois as informações para a realização de cálculos não eram confiáveis. Foram utilizados apenas indicadores percentuais para avaliação e acompanhamento dos resultados, que, de acordo com Miranda (2002), não são adequados para análise de um programa de perdas.

O diagnóstico realizado tinha como objetivo conhecer a problemática das perdas e, com base nos três distritos operacionais escolhidos para atuação como piloto (Pituba, Cosme de Farias e Paripe), executar algumas ações que seriam estendidas posteriormente para toda a Cidade.

Tomando como base o Quadro 7 desenvolvido a partir do referencial teórico, foi realizada uma análise do Programa, conforme apresentado no Quadro 8. Nesse Quadro é sinalizado em vermelho e com um asterisco as ações desenvolvidas pelo Programa e em verde, com dois asteriscos, as variáveis que não foram observadas no referencial teórico estudado.

**Quadro 8 - Variáveis apresentadas no Contrato nº 254/1996 – Consórcio Lysa Engenharia/Heath/Etep/Latin Consult**

Categorias analíticas	Variáveis
<b>Fatores Técnicos</b>	Implantar sistema de medição hidráulica e elétrica em cada unidade* operacional
	Incentivar o uso de medição individualizada
	Implantar válvulas redutoras de pressão
	Implantar <i>boosters</i>
	Realizar simulação hidráulica da rede distribuidora por modelos computacionais
	Implantar novas tecnologias de manutenção para as tubulações
	Implantar/desenvolver sistema comercial
	Implantar sistema de informações de água e eficiência energética*
	Automatizar leitura, entrega de contas e atualização do cadastro comercial
	Implantar conversores de frequência
	Implantar bancos capacitores
	Implantar alternativas para a geração/suprimento de energia
	Estabelecer o controle automático do sistema
	Substituir equipamentos obsoletos
	Substituir tubulações antigas
<b>Fatores Operacionais</b>	Controlar as pressões no sistema*
	Controlar os extravasamentos e vazamentos nos reservatórios
	Realizar pesquisa de vazamentos*
	Reduzir o tempo de reparo de vazamentos
	Realizar a setorização da rede distribuidora*
	Manter cadastro operacional atualizado*
	Manter cadastro comercial atualizado*
	Monitorizar as variáveis hidráulicas em tempo real em contraposição a operação empírica
	Adequar hidráulicamente e eletricamente os sistemas*
	Adequar e estabelecer a aferição da macromedição*
	Realizar manutenções periódicas nas tubulações e acessórios
	Realizar manutenções periódicas nos equipamentos
	Adequar e estabelecer a aferição da micromedição*
	Combater fraudes*
	Monitorizar processo comercial
Compatibilizar setorização com zoneamento comercial*	
Estabelecer ações operacionais para o controle do consumo com energia elétrica	
Realizar gerenciamento de grandes consumidores**	
<b>Fatores Administrativos</b>	Estabelecer grade de treinamento específico para perdas de água e eficiência energética nos níveis básico, técnico e superior
	Promover programas de manutenção e assistência técnica para a racionalização do uso da água e energia
	Melhorar a imagem da empresa frente à sociedade
	Contratar consultores especializados em cada área fim
	Destinar espaço físico adequado para as equipes de trabalho
	Contratar equipe de suporte e logística

Legenda: \*Ações desenvolvidas pelo programa \*\*Variável não observada no referencial teórico

**Quadro 8 - Variáveis apresentadas no Contrato nº 254/1996 – Consórcio Lysa Engenharia/Heath/Etep/Latin Consult (continuação)**

Categories analíticas	Variáveis
Fatores Administrativos	Promover os materiais e equipamentos necessários para as ações
	Estabelecer ações administrativas para o controle do consumo de energia elétrica
Fatores Gerenciais	Buscar financiamentos para sistemas em operação
	Buscar financiamentos para novos sistemas
	<b>Reduzir Custos*</b>
	Estabelecer política interna de perdas de água e eficiência energética
	Propor e implementar as bases legais
	<b>Estabelecer objetivos e metas com o devido acompanhamento das mesmas desdobrando para água e eficiência energética*</b>
	Estabelecer reuniões periódicas
	Estabelecer protocolos de coleta e análise de dados
	Promover o gerenciamento da rede distribuidora
	Desenvolver parceiras com outras instituições na área de perdas de água e eficiência energética
	Desenvolver novos projetos focados nas ações de perdas de água e eficiência energética
	<b>Estabelecer indicadores de desempenho para água e energia*</b>
	Promover contratos específicos de performance
	Promover incentivos e recompensas a equipe
	Realizar planejamento (inclusive financeiro) para ação contínua no controle de perdas de água e eficiência energética
	Designar equipes específicas para atuação na área de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer política de combate às fraudes
	Promover equipe de efficientização descentralizada, com gerente do processo com autonomia interdepartamental
Desenvolvimento de estudos e programas de avaliação de novas tecnologias para perdas de água e eficiência energética	
Promover gestão integrada e participativa com estabelecimento de reuniões periódicas	
Fatores Ambientais	Reduzir retirada de água dos mananciais
	Minimizar a geração de esgotos domésticos
	Reduzir emissões atmosféricas
	Promover o cumprimento da legislação de recursos hídricos
Fatores Sociais	Melhorar a qualidade de vida da população
	Melhorar a saúde da população
	Promover programas de educação ambiental para uso racional de água e energia
	Estabelecer canais de comunicação entre a empresa e os usuários
	Reduzir a tarifa de água e esgoto por meio das reduções de gastos com as ações de perdas de água e eficiência energética
	Gerar novos empregos

Legenda:

\*Ações desenvolvidas pelo programa

\*\*Variável não observada no referencial teórico

Analisando o Quadro 8 conclui-se que o Programa implantado apresentou uma predominância de ações operacionais, onde poucas tecnologias foram previstas e utilizadas. Certamente, essa característica do Programa deve-se ao fato de que as ações de perdas de água no ano de 1998, ainda eram embrionárias.

Devido ao período de implementação do Programa (1996-1998) a informática ainda não estava tão difundida na Embasa, dificultando as ações de controle. Esse fato também limitou as ações da área tecnológica.

Não existia sistema de medições implantadas, gerando uma imprecisão das informações disponíveis. Também não existia sistema de informação.

De certa forma houve uma busca, embora limitada, de implementar ações de caráter gerencial no Programa, visto que, pretendia-se, desenvolver uma base mais sólida para o desenvolvimento de atividades de perdas de água na Embasa, que na época não existia.

Apesar de o Programa ter assumido o desenvolvimento de um diagnóstico situacional com propostas de ações de curto prazo e também com a implantação de distritos operacionais pilotos, o mesmo foi criticado por técnicos da Empresa por envolver uma área piloto de abrangência reduzida (apenas 5% do número de economias existentes na época) e, principalmente, por se tratar de uma proposta cujo planejamento das ações que deveriam ser implementadas dialogava pouco com a realidade.

Os resultados foram positivos para os distritos operacionais estudados, porém de pouca relevância em números globais para o sistema, pois as ações em áreas piloto representaram apenas uma pequena parte do SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas.

Um fato a ser destacado é que com a decisão do Governo do Estado da Bahia em realizar a privatização<sup>4</sup> da Embasa, em meados do ano 2000, as fontes de financiamento externo para investimentos (Banco Mundial, Caixa Econômica Federal, Governo Estadual, etc.), das quais provinha o maior montante de recursos, não puderam mais ser utilizadas nas ações de perdas de água previstas, o que provocou uma redução de recursos para o Programa. A Embasa continuou com a

---

<sup>4</sup> A privatização da Embasa (Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A) fazia parte da política de desestatização que o governo baiano estava implementando desde 1994. Nesse período foram privatizadas as empresas de energia, navegação e o banco estatal.

execução do Programa com recursos próprios, porém o montante investido foi abaixo das necessidades financeiras projetadas, o que impossibilitou o alcance dos objetivos de curto prazo do Programa.

A meta de 30% de ANF estabelecida no Plano de Ação, para o ano de 2001, não foi atingida, finalizando o período com o indicador no patamar de 50,8%.

Não foram previstas ações de caráter ambiental e social no Programa analisado.

## **5.2. Contrato nº 231/2003 – Consórcio ENOPS/BARCINO ESTEVE/TEAM**

### **5.2.1. Considerações Gerais**

Esse Programa de controle de perdas de água foi desenvolvido no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas visando à prestação de serviços técnicos de engenharia para redução e controle de pressões nas redes de distribuição e localização de vazamentos não visíveis no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas. O período do Programa transcorreu entre março/2003 e novembro/2005 (EMBASA, 2005a).

Os recursos financeiros foram obtidos mediante o Programa Pró-Saneamento (CAIXA) por onde foi contratado, após processo licitatório, o Consórcio de empresas formado por ENOPS (líder)/BARCINO ESTEVE/TEAM.

O valor desembolsado ao longo do contrato foi de R\$ 3.235.680,40 (US\$ 1.137.561,67), sendo que R\$ 1.350.000,00 (US\$ 474.616,79) foi o valor do empréstimo realizado e R\$ 1.885.680,40 (US\$ 662.944,87) o investimento com contrapartida do Governo do Estado da Bahia.

### **5.2.2. Características do Programa**

O objetivo principal do contrato foi a prestação de serviços técnicos para redução e controle de pressões nas redes de distribuição e localização de vazamentos invisíveis no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho (EMBASA, 2005a).

O plano de trabalho visou a adequação de pressões, em áreas críticas, nas zonas de abastecimento de água prioritárias (e outras áreas necessárias em função do planejamento desenvolvido), por meio da implantação de válvulas controladoras de vazão e/ou pressão (principalmente válvulas redutoras de pressão - VRP).

A escolha das zonas de abastecimento/faturamento onde se efetivaram as ações previstas obedeceu ao critério de recuperação de água não faturada, em termos de vazão. Assim, aquelas zonas que possuíam os maiores indicadores de perdas (ANF) foram as selecionadas para participar do Programa (EMBASA, 2005a).

Com base nesse critério foram escolhidas oito zonas de abastecimento de água, consideradas prioritárias para o controle de perdas, apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 5 - Zonas de abastecimento prioritárias para o controle de perdas**

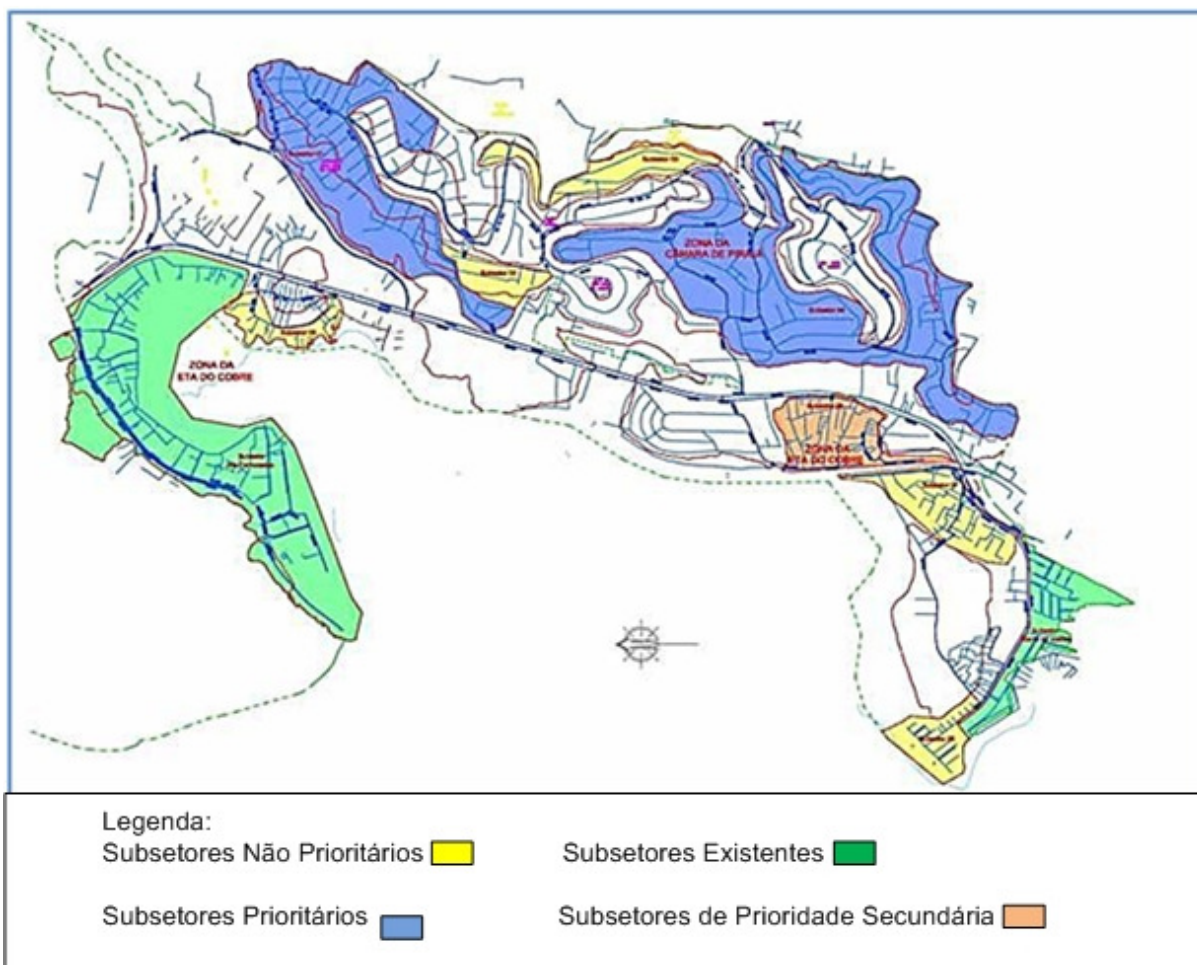
Zona de Abastecimento	Unidade Regional	Estimativa de ANF a ser Recuperada (L/s)	Participação na ANF no SIAA Salvador Total (%)
21	UML (Cabula)	55	5,9
43	UMB (Bolandeira)	106	9,7
60	UMJ (Pirajá)	57	3,3
62	UMJ (Pirajá)	46	5,2
63	UMJ (Pirajá)	68	6,7
67	UMJ (Pirajá)	52	3,6
68	UMJ (Pirajá)	54	4,4
69	UMJ (Pirajá)	74	5,0
<b>TOTAIS</b>		<b>512</b>	<b>43,6</b>

Fonte: Embasa, 2005a

As zonas de abastecimento selecionadas abrangeram diversos bairros de Salvador, destacando-se os Subúrbios Rodoviário e Ferroviário e áreas de ocupação espontânea dispersas na cidade, onde as perdas de água eram significativas. Os seguintes bairros foram contemplados: Alto do Peru, Bairro da Paz, Bate-coração, Brotas, Castelo Branco, Fazenda Coutos, Fazenda Grande, Itinga, Lobato, Itapuã, Mussurunga, Pirajá, Paripe, Pau da Lima, Pau Miúdo, Patamares, Periperi, Plataforma, São Cristovão, São Caetano e Villas do Atlântico (EMBASA, 2005a).

A Figura 32 apresenta os subsetores estudados na Unidade Regional de Pirajá (UMJ).





Fonte: Embasa, 2005a

**Figura 32 - Subsetores avaliados na Unidade Regional de Pirajá**

### **5.2.3. Resultados alcançados**

O Programa de prestação de serviços técnicos de engenharia para a redução e controle de pressões nas redes de distribuição e localização de vazamentos não visíveis no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho apresentou os seguintes resultados (EMBASA, 2005a):

- Implantação de 38 sistemas de redução de pressão e/ou controle de vazão.
- Pesquisa de vazamentos nos subsetores selecionados em 403km.
- Implantação de sistema de telemetria em 23 subsetores.
- Implantação de sete macromedidores.

A Tabela 6 apresenta os resultados de vazão média distribuída nos subsetores antes e depois da implantação do Programa.

**Tabela 6 - Redução da vazão média distribuída por Unidade Regional**

Unidade Regional	Quantidade de Válvulas Implantadas	Vazão Média Diária Distribuída (L/s)		Resultados	
		Antes do Programa	Depois do Programa	Meta de Recuperação de Vazão (L/s)	Redução da Vazão Média Diária Distribuída (L/s)
UMJ (Pirajá)	16	330,3	247,0	61,3	83,3
UMB(Bolandeira)	16	456,0	360,4	95,2	95,6
UMF (Federação)	3	11,6	7,6	6,1	4,0
UML (Cabula)	3	21,4	15,9	4,6	5,5
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>819,3</b>	<b>630,9</b>	<b>167,2</b>	<b>188,4</b>

Fonte: Embasa, 2005a

Observa-se que houve uma redução média de 188,4L/s na vazão média distribuída para as zonas de abastecimento, sem provocar restrição à demanda de água da população.

A Tabela 7 mostra os resultados de Água Não Faturada (ANF) e Água Não Contabilizada (ANC) antes do início das ações e após a conclusão da correção dos vazamentos, já com as válvulas em operação.

**Tabela 7 - Redução de ANF e ANC distribuída por Unidade Regional**

Unidade Regional	Quant. de Válvulas Implant.	Antes da Operação das Válvulas		Depois da Correção dos Vazamentos		Resultados	
		ANF (L/s)	ANC (L/s)	ANF (L/s)	ANC (L/s)	Redução ANF (L/s)	Redução ANC (L/s)
UMJ (Pirajá)	16	231,9	233,8	147,2	153,1	84,7	80,7
UMB (Bolandeira)	16	235,0	244,7	154,3	149,7	80,7	95,0
UMF (Federação)	3	6,6	7,1	2,8	3,3	3,8	3,8
UML (Cabula)	3	14,0	14,7	8,8	9,6	5,2	5,1
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>487,5</b>	<b>500,3</b>	<b>313,1</b>	<b>315,7</b>	<b>174,4</b>	<b>184,6</b>

Fonte: Embasa, 2005a

Os resultados foram satisfatórios quando analisados de forma pontual, pois houve uma redução média de 36% nos valores dos indicadores ANF e ANC. Quanto à representatividade dos mesmos quando comparados com a totalidade do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas é

muito pequena, pois essa redução representa menos de 1% da produção de água ofertada para todo o sistema.

Apesar de ocorrer uma redução de pressão e, conseqüentemente, da vazão ofertada nos locais onde ocorreram intervenções, os boletins de vazão distribuída permaneceram inalterados, ou seja, a vazão ofertada para todo o sistema integrado não foi reduzida. Essa afirmação mostra que a vazão reduzida nas zonas de abastecimento estudadas permanece no sistema global (SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas). Portanto, considerando que o SIAA se encontra com o abastecimento normal, esse acréscimo de vazão pode ter implicado no aumento das perdas em outras zonas de abastecimento não abrangidas pelo Programa, mas dentro da mesma área de abrangência do reservatório de distribuição.

#### **5.2.4. *Análise Global do Programa***

Após a análise do Programa pôde-se identificar as categorias e variáveis contempladas em sua concepção. No Quadro 9 são apresentadas em vermelho com um asterisco as ações desenvolvidas no Contrato nº 231/2003.

**Quadro 9 - Variáveis apresentadas no Contrato nº 231/2003 – Consórcio ENOPS/Barcino Esteve/Team**

Categorias analíticas	Variáveis
<b>Fatores Técnicos</b>	Implantar sistema de medição hidráulica e elétrica em cada unidade* operacional
	Incentivar o uso de medição individualizada
	Implantar válvulas redutoras de pressão*
	Implantar <i>boosters</i>
	Realizar simulação hidráulica da rede distribuidora por modelos computacionais
	Implantar novas tecnologias de manutenção para as tubulações
	Implantar/desenvolver sistema comercial
	Implantar sistema de informações de água e eficiência energética
	Automatizar leitura, entrega de contas e atualização do cadastro comercial
	Implantar conversores de frequência
	Implantar bancos capacitores
	Implantar alternativas para a geração/suprimento de energia
	Estabelecer o controle automático do sistema
	Substituir equipamentos obsoletos
Substituir tubulações antigas	
<b>Fatores Operacionais</b>	Controlar as pressões no sistema*
	Controlar os extravasamentos e vazamentos nos reservatórios
	Realizar pesquisa de vazamentos*
	Reduzir o tempo de reparo de vazamentos
	Realizar a setorização da rede distribuidora*
	Manter cadastro operacional atualizado*
	Manter cadastro comercial atualizado
	Monitorizar as variáveis hidráulicas em tempo real em contraposição a operação empírica
	Adequar hidráulicamente e eletricamente os sistemas*
	Adequar e estabelecer a aferição da macromedição
	Realizar manutenções periódicas nas tubulações e acessórios
	Realizar manutenções periódicas nos equipamentos
	Adequar e estabelecer a aferição da micromedição
	Combater fraudes
Monitorizar processo comercial	
Compatibilizar setorização com zoneamento comercial	
Estabelecer ações operacionais para o controle do consumo com energia elétrica	
<b>Fatores Administrativos</b>	Estabelecer grade de treinamento específico para perdas de água e eficiência energética nos níveis básico, técnico e superior
	Promover programas de manutenção e assistência técnica para a racionalização do uso da água e energia
	Melhorar a imagem da empresa frente à sociedade
	Contratar consultores especializados em cada área fim
	Destinar espaço físico adequado para as equipes de trabalho
	Contratar equipe de suporte e logística

Legenda:

\*Ações desenvolvidas pelo programa

**Quadro 9 - Variáveis apresentadas no Contrato nº 231/2003 – Consórcio ENOPS/Barcino Esteve/Team (Continuação)**

Categories analíticas	Variáveis
Fatores Administrativos	Promover os materiais e equipamentos necessários para as ações
	Estabelecer ações administrativas para o controle do consumo de energia elétrica
Fatores Gerenciais	Buscar financiamentos para sistemas em operação
	Buscar financiamentos para novos sistemas
	<b>Reduzir Custos*</b>
	Estabelecer política interna de perdas de água e eficiência energética
	Propor e implementar as bases legais
	Estabelecer objetivos e metas com o devido acompanhamento das mesmas desdobrando para água e eficiência energética
	Estabelecer reuniões periódicas
	Estabelecer protocolos de coleta e análise de dados
	Promover o gerenciamento da rede distribuidora
	Desenvolver parceiras com outras instituições na área de perdas de água e eficiência energética
	Desenvolver novos projetos focados nas ações de perdas de água e eficiência energética
	<b>Estabelecer indicadores de desempenho para água e energia*</b>
	Promover contratos específicos de performance
	Promover incentivos e recompensas a equipe
	Realizar planejamento (inclusive financeiro) para ação contínua no controle de perdas de água e eficiência energética
	Designar equipes específicas para atuação na área de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer política de combate às fraudes
	Promover equipe de efficientização descentralizada, com gerente do processo com autonomia interdepartamental
	Desenvolvimento de estudos e programas de avaliação de novas tecnologias para perdas de água e eficiência energética
Promover gestão integrada e participativa com estabelecimento de reuniões periódicas	
Fatores Ambientais	Reduzir retirada de água dos mananciais
	Minimizar a geração de esgotos domésticos
	Reduzir emissões atmosféricas
	Promover o cumprimento da legislação de recursos hídricos
Fatores Sociais	Melhorar a qualidade de vida da população
	Melhorar a saúde da população
	Promover programas de educação ambiental para uso racional de água e energia
	Estabelecer canais de comunicação entre a empresa e os usuários
	Reduzir a tarifa de água e esgoto por meio das reduções de gastos com as ações de perdas de água e eficiência energética
	Gerar novos empregos

Legenda:

\*Ações desenvolvidas pelo programa

O Programa teve uma abordagem essencialmente técnico/operacional. Todos os recursos foram direcionados para a implementação de tecnologias (válvulas de controle), estratégia característica das divisões operacionais da Embasa, formadas exclusivamente por engenheiros, que foram os fiscais do contrato em questão.

Foram feitas verificações do cadastro das tubulações e implantados macromedidores em cada distrito operacional, sendo possível a medição e a análise das vazões de entrada em cada zona de abastecimento/subsetor. Todos os distritos tiveram as suas redes simuladas hidraulicamente por modelo computacional. Foram realizadas diversas varreduras em busca de vazamentos não visíveis.

Pode-se destacar a utilização de novas tecnologias como as válvulas redutoras de pressão, transmissão de dados por telemetria e monitorização *on-line* das informações.

Não houve ação na área de perdas aparentes. Apenas, quando da atuação no distrito operacional, equipes próprias da Embasa executavam ações nessa vertente, por iniciativa de cada gestor, o que às vezes não era uma prioridade.

Nenhuma ação que facilitasse o gerenciamento para o controle de perdas foi desenvolvida. Por outro lado, foram avaliados apenas indicadores em percentuais para o controle de perdas de água, o que não representa uma medida confiável do desempenho dos sistemas (AWWA, 2003).

A implantação de válvulas redutoras de pressão em 38 distritos fez com que houvesse uma atenção maior no controle das perdas de água dentro da Embasa, visto que o Programa foi amplamente divulgado, sendo apresentado como *benchmarking* em reuniões gerenciais para toda a liderança da Empresa, em jornadas técnicas promovidas pela Diretoria de Operações e também no 23º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental em Campo Grande (MS). Outro fato que gerou o envolvimento de toda a Embasa (RMS) foi a participação no Programa de todas as Unidades Regionais situadas em Salvador.

Na área da engenharia é comum que as ações imediatas que promovem resultados rápidos sejam valorizadas. Porém, o Programa de implantação de válvulas surtiu um resultado pontual, apenas nos distritos alvo e, no final, nenhuma zona de abastecimento foi plenamente atendida. A expectativa era que houvesse uma disseminação da cultura do uso de válvulas, pois existiram treinamentos e

*workshops*, inclusive trabalhos apresentados em jornadas técnicas e congressos de engenharia. No entanto, o que ocorreu ao longo do tempo foi o sucateamento do sistema de operação por válvulas, devido basicamente à falta de recursos para manutenção do sistema e a ausência de prioridade para as ações de perdas dentro da gama de atividades operacionais, consideradas como “de urgência”. Esses fatos evidenciam a inexistência de uma política mais consistente na Empresa em relação a essa área.

O principal fator limitante para a continuidade do Programa foi à escassez de recursos para manutenção/substituição dos equipamentos, uma vez que estes são sensíveis e muito dispendiosos. Também, na maioria das vezes, financeiramente é inviável a manutenção. Não existiu, posteriormente à implantação do Programa, uma política contínua de aplicação de recursos visando à manutenção/reposição desses equipamentos, sendo os mesmos degradados com o passar do tempo. Alguns distritos criados foram abandonados e todas as válvulas nas quais haviam sido aplicadas a tecnologia de transmissão dos dados por telemetria já não funcionam virtualmente, sendo mantidas apenas a redução de pressão em um único ponto fixo, perdendo a função de automatismo. Esses fatos evidenciam, mais uma vez, a ausência de política pelo prestador de serviço na área em estudo.

A ausência de um grupo coordenador específico, disseminador, acompanhador e avaliador das ações dentro da estrutura organizacional da Embasa, referente ao controle de perdas de água nas Unidades Regionais, com recursos definidos para as ações específicas, foi certamente um dificultador para a continuidade das atividades propostas no Programa.

Não foram previstas ações de caráter ambiental e social no Programa analisado.

### **5.3. Contrato nº 672/2008 – Consórcio BARCINO ESTEVE/ENOPS**

#### **5.3.1. Considerações Gerais**

O Contrato nº 672/2008 teve como objeto a prestação de serviços técnicos de engenharia na revisão, implantação e pré-operação da infraestrutura de macromedição e pitometria para controle operacional e redução de perdas na distribuição de água do Sistema Integrado de Abastecimento de Salvador, Simões

Filho e Lauro de Freitas. O período do Programa transcorreu entre novembro/2008 a agosto/2011 (EMBASA, 2011e).

Os recursos investidos foram no valor de R\$ 3.474.713,14 (U\$ 1.780.443,30) e tinham como objetivo desenvolver estudos para redução de perdas da Zona de Abastecimento 21 (ZA 21), da Unidade Regional do Cabula; e da Zona de Abastecimento 62 (ZA 62), da Unidade Regional de Pirajá. Todo o investimento foi financiado por meio do Programa de Desenvolvimento Institucional (DI) da Caixa Econômica Federal (EMBASA, 2011e).

### 5.3.2. Características do Programa

O objetivo do contrato foi a adequação de pressões e vazões à relação "oferta vs. demanda" em áreas críticas; em zonas de abastecimento prioritárias para implementação das ações por intermédio da implantação de válvulas controladoras de vazão e/ou pressão; atualização cadastral (cadastro técnico de rede distribuidora de água e cadastro comercial, incluindo atualização tarifária); pesquisa e identificação de *by-pass* (fraudes) (EMBASA, 2008a).

A escolha das zonas de abastecimento (ZA 21 e ZA 62) atendeu ao critério de recuperação de água não faturada, em termos de vazão, além da facilidade de acesso às áreas para execução dos trabalhos pelas Unidades Regionais. Com base nesse critério foram selecionadas duas zonas de abastecimento, apresentadas na Tabela 8.

**Tabela 8 - Zonas de abastecimento selecionadas para o controle de perdas**

Unidade Regional	Zona de Abastecimento	Extensão de Rede (km)	ANF (%)	ANC (%)	IPL (L/lig.dia)
UMJ	62	250	47,0	50,0	482
UML	21	151	48,5	52,5	680

Fonte: Embasa, 2008a

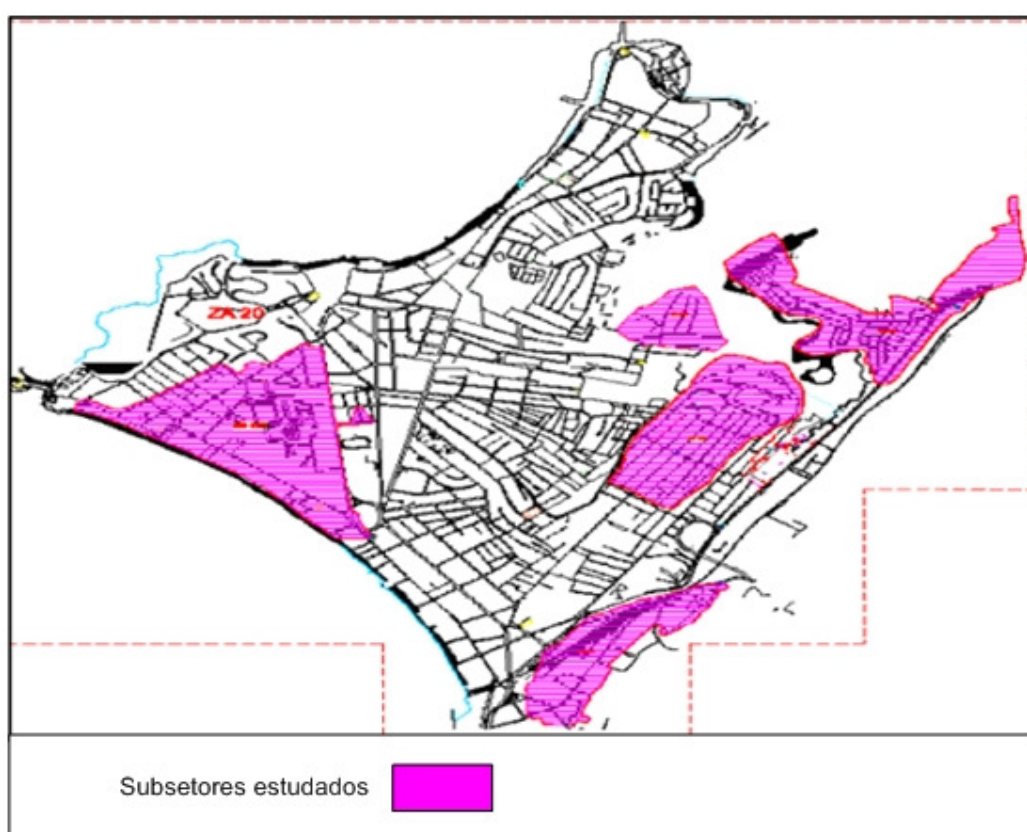
Estabeleceu-se que a meta com os trabalhos realizados seria obter uma redução de 30% no índice de perdas por ligação (IPL) nas Unidades Regionais de Pirajá (UMJ) e Cabula (UML) (EMBASA, 2008a).



O Programa abrangeu os seguintes bairros (EMBASA, 2011e):

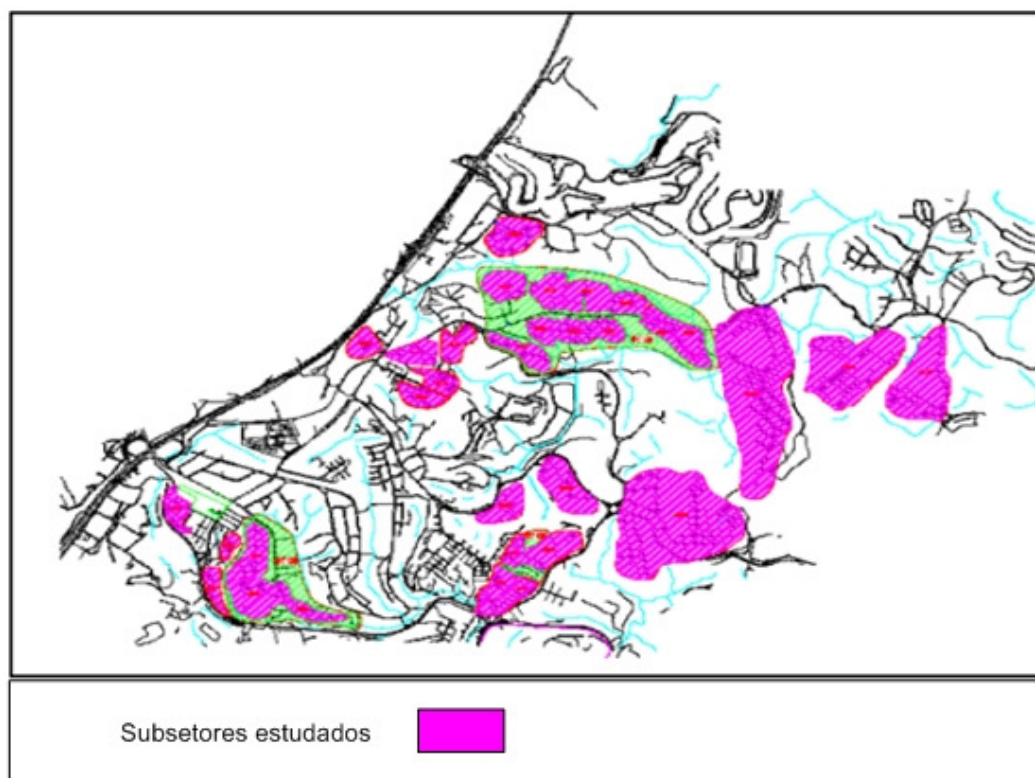
- Zona de abastecimento 62 - Castelo Branco, Cajazeiras 3 a 7, Cajazeiras 11, Dom Avelar, Águas Claras, Porto Seco, Pau da Lima, Jardim Cajazeiras, Vila Canária e Granjas Rurais.
- Zona de abastecimento 21 - Calçada, Uruguai, Roma, Massaranduba e Lobato.

As Figuras 33 e 34 apresentam os subsetores estudados nas zonas de abastecimentos 21 e 62.



Fonte: Embasa, 2011e

**Figura 33 - Subsetores avaliados na zona de abastecimento 21**



Fonte: Embasa, 2011e

**Figura 34 - Subsetores avaliados na zona de abastecimento 62**

A metodologia aplicada para o desenvolvimento das ações foi diferenciada em função das características de cada zona de abastecimento estudada (EMBASA, 2011e). Assim tem-se:

a) Metodologia utilizada para a ZA 21

- Dimensionamento e projeto das válvulas redutoras de pressão que iriam operar em série com a válvula da Baixa do Fiscal.
- Dimensionamento de reforço de rede necessário para implantação do sistema de controle.
- Instalação e regulagem das válvulas redutoras de pressão.
- Pesquisa de fraudes nos subsetores com controle de pressão.
- Atualização do Cadastro Técnico e Comercial nos subsetores com controle de pressão.
- Pré-operação das válvulas redutoras de pressão.
- Acompanhamento e avaliação dos resultados.

A Figura 35 mostra a montagem de uma válvula controladora de pressão na ZA-21.



**Figura 35 - Montagem de estrutura de controle de pressão na Avenida Luiz Tarquínio (Largo de Roma). Salvador, fevereiro de 2011.**

Fonte: Embasa, 2011e

b) Metodologia utilizada para a ZA 62

- Mapeamento das áreas em condições sócio-econômicos de médio e baixo potencial de retorno e macromedidas.
- Priorização do abastecimento para as áreas macromedidas, sem limitação de vazão.
- Estudo para implantação de válvulas limitadoras de vazão nas áreas de médio e baixo potencial, com instalação em série de válvulas sustentadoras de pressão para equalizar a restrição de consumo nesses locais.
- Projeto executivo para implantação das válvulas.
- Instalação de válvulas sustentadoras e redutoras de pressão de pequeno porte dentro das áreas com restrição de vazão.
- Instalação das válvulas limitadoras de vazão.
- Atualização do Cadastro Técnico e Comercial nos subsetores com controle de pressão/vazão.
- Pré-operação dos sistemas implantados.

### 5.3.3. Resultados alcançados

O Programa de prestação de serviços técnicos de engenharia na revisão, implantação e pré-operação da infraestrutura de macromedição e pitometria para controle operacional e redução de perdas na distribuição de água do Sistema Integrado de Abastecimento de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas apresentou os seguintes resultados (EMBASA, 2011e):

- Instalação de 81 válvulas sendo:
  - ✓ Onze válvulas redutoras de pressão (VRP).
  - ✓ Nove válvulas controladoras de vazão (VCV).
  - ✓ Sessenta e uma válvulas Redutoras/Sustentadoras de Pressão (VRP/VSP).

A Tabela 9 apresenta os resultados comerciais quando da finalização das atividades nas zonas de abastecimento estudadas.

**Tabela 9 - Resultados da pesquisa de fraudes**

Anormalidades / normalidades	Cabula (ZA21)		Pirajá (ZA62)		Total do Contrato	
	Número	%	Número	%	Número	%
<i>By-pass</i>	217	15,7%	147	17,3%	364	16,3%
Hidrômetro. invertido	4	0,3%	4	0,5%	8	0,4%
Hidrômetro com defeito	138	10,0%	96	11,3%	234	10,5%
Hidrômetro vidro embaçado	5	0,4%	1	0,1%	6	0,3%
Hidrômetro violado	45	3,3%	2	0,2%	47	2,1%
Ligação clandestina	56	4,1%	105	12,4%	161	7,2%
Situação normal	648	47,0%	413	48,7%	1061	47,6%
Abastecimento alternativo/poço	0	0,0%	5	0,6%	5	0,2%
Abastecido por outra matrícula	11	0,8%	6	0,7%	17	0,8%
Fraude/ligação direta	255	18,5%	70	8,2%	325	14,6%
<b>Total</b>	<b>1.379</b>	<b>-</b>	<b>849</b>	<b>-</b>	<b>2.228</b>	<b>-</b>

Fonte: Embasa, 2011e

De acordo com a Tabela 9, observa-se o grande número de anormalidades encontradas. Considerando as duas zonas de abastecimento constatou-se que, aproximadamente, 52% das ligações pesquisadas apresentaram algum tipo de anormalidade. Vale observar que o número de ligações pesquisadas representou uma amostra de 10% do total dos subsetores analisados.

Esse fato reforça a necessidade do fortalecimento das ações comerciais, principalmente, nas áreas com menor infraestrutura urbana, como no caso dos bairros abrangidos pelo Programa.

A Tabela 10 mostra os resultados obtidos quanto às pesquisas de vazamento realizadas.

**Tabela 10 - Resultados da pesquisa de vazamentos**

Unidade Regional	Extensão (km)	Vazam. Visíveis	Vazam. Não Visíveis	Total de Vazam.	Índice de Vazam. Visíveis por km de Rede	Índice de Vazam. Não Visíveis por km de Rede
UML (ZA21)	151	154	111	265	1,0	0,7
UMJ (ZA62)	251	159	136	295	0,6	0,5
<b>Total</b>	<b>402</b>	<b>313</b>	<b>247</b>	<b>560</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>

Fonte: Embasa, 2011e

Analisando a Tabela 10 chega-se a conclusão de que o número de vazamentos era significativo (0,7 vazamento/km), porém a maioria desses (inclusive os não visíveis) ocorreu nos ramais prediais, reforçando Tsutiya (2004) que afirma que cerca de 90% dos vazamentos acontecem nos ramais prediais.

As Tabelas 11 e 12 mostram os resultados de Água Não Faturada e (ANF) e Água Não Contabilizada (ANC) antes do início das ações e após a conclusão da correção dos vazamentos, com as válvulas em operação.

**Tabela 11 - Redução de ANF e ANC na ZA 21 (Cabula)**

Subsetores	Número de Economias	ANF (%)		ANC (%)	
		Antes da operação das válvulas	Depois da operação das válvulas	Antes da operação das válvulas	Depois da operação das válvulas
<b>Por meio do controle de pressão</b>					
224	5.151	40,5	34,7	49,8	48,1
225	1.590	66,6	63,5	76,2	72,1
226	1.728	58,3	55,5	72,5	69,1
227	1.241	60,6	47,0	72,1	64,4
<b>ZA 21</b>	<b>43.650</b>	<b>48,5</b>	<b>45,4</b>	<b>52,5</b>	<b>49,0</b>

Fonte: Embasa, 2011e

**Tabela 12 - Redução de ANF e ANC na ZA 62 (Pirajá)**

Subsetores	No. de Economias	ANF (%)		ANC (%)	
		Antes da operação das válvulas	Depois da operação das válvulas	Antes da operação das válvulas	Depois da operação das válvulas
<b>Por meio do controle de pressão</b>					
201	371	52,2	42,3	59,3	59,3
202	834	61,8	46,9	72,0	64,5
203	1.311	35,7	20,2	47,7	32,2
206	343	61,7	27,1	58,2	30,1
207	1.305	29,8	19,3	38,7	34,0
208	288	64,7	55,7	71,3	63,4
<b>Por meio do controle de vazão</b>					
ST.01	1.953	75,3	58,6	80,8	69,9
ST.02	4.895	58,9	56,4	66,6	64,5
ST.03	1.443	46,3	35,6	55,5	49,9
ST.04	1.422	71,7	66,6	81,0	72,4
ST.05	2.748	42,2	38,4	50,8	48,2
ST.06	1.061	53,6	55,9	63,1	60,1
ST.07	921	59,5	51,2	67,5	62,0
ST.08	1.772	63,3	57,4	68,4	63,7
<b>ZA 62</b>	<b>48.564</b>	<b>47,0%</b>	<b>40,0%</b>	<b>50,0%</b>	<b>42,0%</b>

Fonte: Embasa, 2011e

Nas duas zonas de abastecimento estudadas não foram obtidos os resultados esperados com a diminuição dos indicadores ANC e ANF, pois houve uma redução de, aproximadamente, 3% (ANC e ANF) para a ZA 21 e também na ZA 62 em torno de 8% e 7% para o ANC e ANF, respectivamente. Os resultados não foram os esperados, pois quando da realização das atividades em campo foi identificado o "estrangulamento" de registros, que já proporcionava uma redução das vazões ofertadas para os sub-setores. Esse fato reforça a falta de planejamento das ações,

pois quando da seleção das zonas de abastecimento com base no indicador ANF se superestimou os resultados a serem obtidos. Isso caracteriza também uma limitação na ação gerencial, que deveria ter reunido todos os técnicos, deixando claras as metas estabelecidas e a necessidade da obtenção dos resultados. Houve uma falta de diálogo entre a gerência imediata (que elaborou o Termo de Referência definindo as áreas-piloto) e as equipes de campo que certamente sabiam da restrição de oferta de água devido ao "estrangulamento" de registros.

Considerando a proposta de atuação em um "projeto-piloto" o ganho em escala para o SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas foi bastante reduzido, pois devido à magnitude do sistema integrado, os resultados pontuais obtidos praticamente não impactam os indicadores de forma global (ANC, ANF e IPL).

É importante destacar que os resultados foram bem abaixo do esperado (30% de redução do IPL), reforçando mais uma vez que existem outros fatores, além dos técnicos e operacionais, que devem ser levados em consideração. No Programa os problemas foram analisados apenas do ponto de vista técnico (nesse caso áreas com maior ANF), faltando considerar aspectos da gestão para a obtenção dos resultados desejados e também a seleção de uma área onde fosse possível conseguir um impacto maior. Apesar do Termo de Referência do Contrato apontar que deveria ser realizado o acompanhamento do indicador IPL, todos os registros foram realizados por meio de indicador percentual (ANC e ANF), o que segundo Miranda (2002), não é recomendado devido à forte influência dos mesmos pelo consumo.

#### **5.3.4. Análise Global do Programa**

Após a análise do Programa pôde-se identificar as categorias e as variáveis contempladas em sua concepção. No Quadro 10 são apresentadas em vermelho e com um asterisco as ações desenvolvidas no Contrato nº 672/2008.

**Quadro 10 - Variáveis apresentadas no Contrato nº. 672/2008 – Consórcio Barcino Esteve/ENOPS**

Categorias analíticas	Variáveis
<b>Fatores Técnicos</b>	Implantar sistema de medição hidráulica e elétrica em cada unidade* operacional
	Incentivar o uso de medição individualizada
	Implantar válvulas redutoras de pressão*
	Implantar <i>boosters</i>
	Realizar simulação hidráulica da rede distribuidora por modelos computacionais
	Implantar novas tecnologias de manutenção para as tubulações
	Implantar/desenvolver sistema comercial
	Implantar sistema de informações de água e eficiência energética
	Automatizar leitura, entrega de contas e atualização do cadastro comercial
	Implantar conversores de frequência
	Implantar bancos capacitores
	Implantar alternativas para a geração/suprimento de energia
	Estabelecer o controle automático do sistema
	Substituir equipamentos obsoletos
Substituir tubulações antigas	
<b>Fatores Operacionais</b>	Controlar as pressões no sistema*
	Controlar os extravasamentos e vazamentos nos reservatórios
	Realizar pesquisa de vazamentos*
	Reduzir o tempo de reparo de vazamentos
	Realizar a setorização da rede distribuidora*
	Manter cadastro operacional atualizado*
	Manter cadastro comercial atualizado *
	Monitorizar as variáveis hidráulicas em tempo real em contraposição a operação empírica
	Adequar hidráulicamente e eletricamente os sistemas*
	Adequar e estabelecer a aferição da macromedição
	Realizar manutenções periódicas nas tubulações e acessórios
	Realizar manutenções periódicas nos equipamentos
	Adequar e estabelecer a aferição da micromedição
	Combater fraudes*
Monitorizar processo comercial	
Compatibilizar setorização com zoneamento comercial	
Estabelecer ações operacionais para o controle do consumo com energia elétrica	
<b>Fatores Administrativos</b>	Estabelecer grade de treinamento específico para perdas de água e eficiência energética nos níveis básico, técnico e superior
	Promover programas de manutenção e assistência técnica para a racionalização do uso da água e energia
	Melhorar a imagem da empresa frente à sociedade
	Contratar consultores especializados em cada área fim
	Destinar espaço físico adequado para as equipes de trabalho
	Contratar equipe de suporte e logística

Legenda:

\*Ações desenvolvidas pelo programa



**Quadro 10 - Variáveis apresentadas no Contrato nº. 672/2008 – Consórcio Barcino Esteve/ENOPS (continuação)**

Categorias analíticas	Variáveis
Fatores Administrativos	Promover os materiais e equipamentos necessários para as ações
	Estabelecer ações administrativas para o controle do consumo de energia elétrica
Fatores Gerenciais	Buscar financiamentos para sistemas em operação
	Buscar financiamentos para novos sistemas
	<b>Reduzir Custos*</b>
	Estabelecer política interna de perdas de água e eficiência energética
	Propor e implementar as bases legais
	Estabelecer objetivos e metas com o devido acompanhamento das mesmas desdobrando para água e eficiência energética
	Estabelecer reuniões periódicas
	Estabelecer protocolos de coleta e análise de dados
	Promover o gerenciamento da rede distribuidora
	Desenvolver parceiras com outras instituições na área de perdas de água e eficiência energética
	Desenvolver novos projetos focados nas ações de perdas de água e eficiência energética
	<b>Estabelecer indicadores de desempenho para água e energia*</b>
	Promover contratos específicos de performance
	Promover incentivos e recompensas a equipe
	Realizar planejamento (inclusive financeiro) para ação continua no controle de perdas de água e eficiência energética
	Fatores Ambientais
Minimizar a geração de esgotos domésticos	
Reduzir emissões atmosféricas	
Promover o cumprimento da legislação de recursos hídricos	
Fatores Sociais	Melhorar a qualidade de vida da população
	Melhorar a saúde da população
	Promover programas de educação ambiental para uso racional de água e energia
	Estabelecer canais de comunicação entre a empresa e os usuários
	Reduzir a tarifa de água e esgoto por meio das reduções de gastos com as ações de perdas de água e eficiência energética
	Gerar novos empregos

Legenda:

\*Ações desenvolvidas pelo programa

O Programa implementado teve uma característica semelhante ao desenvolvido no período 2003-2005, inclusive com praticamente a mesma metodologia utilizada e empresas executoras. A quantidade de pesquisa de vazamento realizada foi próxima à realizada no Contrato nº 231/2003 (em torno de 400km), evidenciando que não foi realizada uma avaliação dos resultados do Programa anterior, com vistas a corrigir os problemas identificados.

No entanto, um ponto característico desse Programa, que significou um avanço em relação ao Contrato nº 231/2003 (2003-2005), foi a inserção das ações comerciais em paralelo com as de caráter técnico e operacional. Assim, a empresa contratada pôde solucionar diretamente alguns problemas verificados em campo. No contrato anterior as ações comerciais eram apontadas, porém apenas registradas, para que a Embasa providenciasse a solução em outro momento e com equipes diferentes. Essa foi uma crítica ao Contrato nº 231/2003, que foi corrigida, podendo as ações operacionais e comerciais serem resolvidas de forma conjunta. Sendo assim, ao mesmo tempo eram revisados os cadastros operacional (tubulações) e comercial (quadra, lotes, situação do imóvel, classe, etc.), e concomitantemente, as ações se desenvolveram pela mesma empresa contratada sob supervisão da Embasa, evitando a descontinuidade das atividades.

O número de válvulas implantadas foi superior ao Contrato nº 231/2003 (81 válvulas), porém foram instaladas 35 válvulas redutoras de pressão e controladoras de vazão (com diâmetros variando entre 50 a 200mm), número semelhante ao de válvulas implantadas no contrato anterior (38 válvulas). As outras 46 válvulas foram em sua grande maioria válvulas do tipo sustentadora de pressão, utilizadas em ramais prediais que atendem diversas casas em pequenos becos e vielas, fato comum em áreas de ocupação espontânea e desaconselhável tecnicamente. Nos locais de maiores declives e com baixo potencial de retorno econômico, a contratada optou em instalar as válvulas sustentadoras de pressão visando restringir a vazão para aquelas áreas, devido aos elevados desperdícios de água (relacionados com a alta inadimplência e o elevado número de fraudes) e também, garantir a pressão desejável nos pontos de cotas mais altas, as quais, conseqüentemente, tinham maiores dificuldades de abastecimento. Certamente que se faz necessário o estabelecimento de estratégias de ação mais apropriadas nas áreas com as

características relatadas, para que se garanta tanto o direito ao acesso à água como a viabilidade econômico-financeira do serviço público de abastecimento de água.

A Tabela 13 apresenta os tipos de válvulas utilizadas no Programa, com o seu respectivo diâmetro.

**Tabela 13 - Válvulas implantadas por zona de abastecimento**

Unidade Regional	Tipo de válvula	Diâmetro das válvulas (mm)	Quantidade de válvulas
UML (ZA21)	VRP	150	3
		200	2
UMJ (ZA 62)	VRP	50	3
		100	3
		100	4
	VCV	150	3
		200	2
	VRP/VSP	1"	26
		1 1/2"	20
2"		15	
<b>Total</b>			<b>81</b>

Fonte: Embasa, 2011e

Destaca-se que, do ponto de vista tecnológico, foram usados alguns tipos de válvulas as quais até o momento não haviam sido utilizadas em outros programas. As válvulas controladoras de vazão e sustentadoras de pressão são atualmente bastante adotada pelos prestadores de serviço público de abastecimento de água para controlar as malhas de rede distribuidoras em zonas urbanas.

Todas as válvulas instaladas na ZA 21, cinco no total, além da VRP existente na entrada da zona de abastecimento, tiveram controlador inteligente instalado no seu sistema, além de registradores de pressão (*data-logger*) nos pontos críticos de abastecimento, todos com transmissão de dados via GSM (*Global System for Mobile Communications*, ou Sistema Global para Comunicações Móveis) que é uma tecnologia utilizada mundialmente para telefones celulares.

Na ZA 62 foi instalado apenas um controlador, com *data-logger* de pressão no ponto crítico e cinco *data-loggers* de pressão/vazão no restante das VRP instaladas. Além disso, foram instalados *data-loggers* com 2 canais de pressão e 1 de vazão nas válvulas limitadoras de vazão e *data-logger* de pressão no ponto crítico (EMBASA, 2011e).

As válvulas instaladas, juntamente com os *data-loggers* de pressão e vazão, permitiram a monitorização contínua das zonas de abastecimento e sub-setores alvo do Programa.

Não ocorreram ações gerenciais para desdobramento das atividades realizadas pela contratada, nem estas faziam parte do escopo do contrato. Apenas foi previsto a pré- operação do sistema de válvulas, visando à transição do sistema para o setor operacional da Embasa.

A assimilação das abordagens e ações do Programa pelo corpo técnico ocorreu com certa facilidade devido à experiência com o contrato anterior de característica semelhante, apesar de ainda permanecerem as dificuldades de ordem financeira para manutenção das válvulas controladoras.

Não foram previstas ações de caráter ambiental e social no Programa analisado.

O Quadro 11 mostra um resumo das características gerais dos 3 programas apresentados nos Itens 5.1 a 5.3.

### Quadro 11 - Características gerais dos Programas de perdas de água

<u>Contrato nº 254/96 :</u> Consórcio Lysa Engenharia/Heath/Etep/Latin Consult	<u>Contrato nº 231/03:</u> Consórcio Enops/Barcino Esteve/Team	<u>Contrato nº 672/08:</u> Consórcio Barcino Esteve/Enops
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIAA de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho.</li> <li>• Atividades de diagnóstico e elaboração do plano de ação para todo o sistema.</li> <li>• Dezembro/1996 a novembro/1998.</li> <li>• Investimento de R\$ 2.452.096,40.</li> <li>• Atuação em 3 distritos operacionais: Paripe, Cosme de Farias, Pituba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIAA de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho.</li> <li>• Atividades de redução e controle de pressões nas redes de distribuição e localização de vazamentos invisíveis.</li> <li>• Março/2003 a novembro/2005.</li> <li>• Investimento de R\$ 1.350.000,00.</li> <li>• Atuação em 38 distritos operacionais em vários bairros de Salvador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIAA de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho.</li> <li>• Atividades de redução e controle de pressões e vazões nas redes de distribuição, localização de vazamentos invisíveis e ações comerciais (fraudes).</li> <li>• Novembro/2008 a agosto/2011.</li> <li>• Investimento de R\$ 3.474.713,14.</li> <li>• Atuação em 2 zonas de abastecimento: ZA-21 (Cabula) e ZA-62 (Pirajá).</li> </ul>

O Quadro 12 apresenta um resumo das análises realizadas para cada Programa. Em vermelho são assinalados alguns pontos que se destacam nos Programas analisados nos Itens 5.1 a 5.3.

### Quadro 12 - Análise global dos Programas de perdas de água

<u>Contrato nº 254/96 :</u> Consórcio Lysa Engenharia/Heath/Etep/Latin Consult	<u>Contrato nº 231/03:</u> Consórcio Enops/Barcino Esteve/Team	<u>Contrato nº 672/08:</u> Consórcio Barcino Esteve/Enops
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico para identificar "status" da perda.</li> <li>• Sem compatibilização entre setor operacional e comercial.</li> <li>• Desenvolver projeto-piloto.</li> <li>• Ações totalmente operacionais com baixa aplicação de tecnologias.</li> <li>• Poucas medições, grande imprecisão das informações.</li> <li>• Utilização de indicadores percentuais.</li> <li>• Resultados obtidos de pouca relevância global.</li> <li>• Estabelecimento de plano de ação para SIAA (1998 a 2001).</li> <li>• Estratificação das perdas reais e aparentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto de cunho técnico/operacional.</li> <li>• Verificação de cadastro operacional.</li> <li>• Implantação de macromedidores.</li> <li>• Utilização de indicadores percentuais.</li> <li>• Ausência de foco nas ações comerciais.</li> <li>• Inexistência de ação gerencial.</li> <li>• Resultados obtidos de pouca relevância global.</li> <li>• Falta de recursos para manutenção do sistema implantado.</li> <li>• Disseminação do projeto na Empresa.</li> <li>• Realização de treinamentos.</li> <li>• Implantação de novas tecnologias (válvulas redutoras de pressão, transmissão de dados, simulação matemática de redes distribuidoras).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto de cunho técnico/operacional.</li> <li>• Verificação de cadastro operacional e comercial.</li> <li>• Utilização de indicadores percentuais.</li> <li>• Praticamente nenhuma ação gerencial.</li> <li>• Falta de recursos para manutenção do sistema implantado.</li> <li>• Resultados bem abaixo do esperado (falta de planejamento inicial) e de pouca relevância global.</li> <li>• Implantação de novas tecnologias (81 válvulas VRP, VCV, VSP) transmissão de dados via GSM, implantação de registradores de pressão e vazão, simulação matemática de redes distribuidoras).</li> </ul>

#### **5.4. Outros contratos realizados com influência no controle de perdas de água na RMS**

Nesse item serão analisados alguns contratos de natureza específica, principalmente, em atividades voltadas para ações de caráter comercial.

Devido à característica desses contratos apenas para as ações comerciais da Embasa/RMS não serão avaliadas as categorias e variáveis analíticas, visto que, elas já foram concebidas de forma muito específica.

##### **5.4.1. Contrato de fraude**

São consideradas ligações com fraude todas as que apresentam alimentação irregular (aí incluídas as ligações com *by-pass*, ligações clandestinas e ligações inativas abastecidas) ou adulteração nos medidores, por meio da inversão do fluxo, mecanismo para travamento das engrenagens do hidrômetro, dentre outras.

Fraude em ligação de água é crime previsto no Código Penal, passível de pena de dois a oito anos, e multa, por se caracterizar como furto qualificado. Está previsto no artigo 155 do Código Penal: "subtrair para si ou para outrem coisa alheia móvel" (BRASIL, 1940, p.35). De acordo com o Código, equipara-se a coisa móvel à água, energia elétrica ou qualquer outra que tenha valor econômico. Sendo assim, contratos específicos de combate a fraude contribuem para redução das perdas (TARDELLI FILHO, 2004).

##### **5.4.1.1. Considerações gerais**

O Convênio CV093/2004 firmado entre a Embasa, Secretaria de Segurança Pública (SSP) e Coelba foi assinado em 06/04/2004, tendo como objeto o desenvolvimento de ações por parte da unidade conveniente, visando o combate da utilização clandestina de energia elétrica, água e a consequente evasão fiscal, assim como os roubos, furtos e depredações de equipamentos e materiais inerentes às empresas envolvidas. O Convênio teve como finalidade maior a proteção e a segurança da sociedade em relação às condutas referidas tipificadas pela legislação criminal em vigor, por se tratar de crime de ação pública, que reclamam do Estado o desenvolvimento de constantes ações preventivas e repressivas (EMBASA, 2007b).

O período do Convênio transcorreu entre abril/2004 a abril/2007 e os recursos investidos foram no valor de R\$ 601.851,21 (U\$ 256.063,31) e tinham como objetivo reduzir de forma direta e indireta o volume de água não faturada em razão de fraudes em toda a área de abrangência da RMS (EMBASA, 2007b).

Todo o investimento foi realizado com recursos próprios.

#### *5.4.1.2. Características do Programa*

O fato das redes distribuidoras da Embasa serem subterrâneas, implicam no aumento das dificuldades de identificação e combate às fraudes o que, aliado às impunidades para os infratores, gera um alto índice de reincidência de ligações com fraudes.

O objetivo do convênio era de identificar fraudes e acompanhar a atividade policial de combate e repressão, com adoção das medidas cabíveis contra os fraudadores, com abertura de processos e inquéritos policiais, paralelamente a campanhas educativas. Buscava-se com essa estratégia diminuir as fraudes, modificando a imagem de que estas não são passíveis de punições.

As consequências das fraudes apontadas por Embasa (2007b) foram:

- Redução do volume de água contabilizado e faturado, com consequente aumento das perdas comerciais.
- Redução do faturamento.
- Descontrole hidráulico, com redução de vazão e pressão nas redes distribuidoras.
- Queda na qualidade dos serviços ofertados.
- Aumento no número de ligações com consumo menor que o mínimo.

Segundo Embasa (2007b), existiam 31.378 ligações ativas com algum tipo de fraude, dos quais 50% delas apresentavam *by-pass* do medidor, 30% possuíam mecanismos de redução de leitura por meio de alterações físicas no medidor e 20% das ligações com fraude não registravam nenhuma leitura.

A Tabela 14 apresenta os dados que motivaram o desenvolvimento do Convênio pela Embasa.

**Tabela 14 - Dados apresentados pela Embasa para realização do Convênio CV093/2004**

Situação	Unidade	Mensal	Anual
Volume perdido com fraudes	m <sup>3</sup>	3.309.023	39.708.278
Perdas no sistema com fraudes	%	16%	16%
Custo estimado com as perdas para a Embasa	R\$	4.103.188,72	49.238.264,62
Redução no recolhimento de ICMS	R\$	135.098,03	1.621.176,34
Redução no recolhimento de COFINS	R\$	126.902,74	1.522.832,93
Redução no recolhimento de PIS/PASEP	R\$	68.838,45	826.061,38
Redução Total no recolhimento de tributos	R\$	330.839,22	3.970.070,65

Fonte: Embasa, 2007b

A Tabela 14 mostra que os ganhos eram significativos com a implementação do Convênio, objetivando uma redução em torno de 16% das perdas comerciais.

Em outubro/2004, a Superintendência Metropolitana criou uma Unidade Especial de Combate a Fraude (OMCF), com o intuito de coordenar as atividades, procedendo a gestão do Convênio. Essa unidade se constituiu no elo entre as Unidades Regionais e o Grupo Especial de Repressão a Crimes contra a Administração e Serviços Públicos (GERCCASP). As atividades da OMCF consistiam na prestação de queixas crime contra os responsáveis pelas ligações com fraudes de água, detectadas pelas Unidades Regionais.

Conforme Embasa (2007b), os procedimentos adotados desde a escolha das ligações até a instauração do procedimento policial eram:

- As ligações eram escolhidas por meio de perfis predefinidos, a exemplo de categoria, valor de débito e número de meses em débito. Após análise das informações comerciais no escritório, buscava-se a constatação da fraude em campo.
- As inspeções ocorriam de duas formas: visual e invasiva. A visual representa ações de avaliação, entrevistas e fotografias dos imóveis e a invasiva, por meio de escavação. Ao se constatar a fraude, o cliente era orientado a regularizar o débito junto à Embasa.
- A partir das ligações com fraudes identificadas e não regularizadas eram prestadas as queixas, estabelecendo-se o seguinte procedimento: queixa; inspeção técnica; depoimentos; prisão. As



ocorrências poderiam ser por meio flagrantes ou inquéritos regulares (quando a inspeção e o depoimento ocorrem posteriormente) sempre gerando processos policiais, que são encaminhados para o Ministério Público.

#### *5.4.1.3. Resultados alcançados*

Com a criação da GERCCASP esperava-se obter os seguintes resultados (EMBASA, 2007b):

- Aumento da arrecadação anual de ICMS e outros impostos.
- Redução do percentual de ligações com fraudes.
- Aumento no faturamento com redução das perdas comerciais na empresa.
- Melhoria dos serviços prestados.
- Maior agilidade nos processos policiais instaurados.
- Redução do surgimento de novas fraudes e redução das reincidências com conscientização da população.
- Alteração da imagem de impunidade aos atos ilícitos contra os prestadores de serviços públicos.

O GERCCASP desenvolveu 19.802 atividades ao longo do período do Convênio, tais como: acompanhamento em áreas de risco; audiências públicas; guias para exame pericial; guias periciadas; inquéritos policiais instaurados/remetidos à justiça; intimações expedidas/entregues; laudos de perícias expedidos e recebidos; ocorrências registradas; requerimentos recebidos; repressão contra roubos; repressão contra cortes de água; prisões em flagrante; diligências, dentre outras. Essas atividades foram desenvolvidas pelas equipes da Polícia Civil, Polícia Técnica e Polícia Militar, cada qual em sua área de atuação.

A equipe disponibilizada para as ações é apresentada no Quadro 13.

**Quadro 13- Efetivo de pessoal disponibilizado pela GERCCASP**

<b>Coorporação</b>	<b>Efetivo</b>	<b>Viaturas*</b>
<b>Polícia Militar</b>	01 Oficial Coordenador 26 servidores (sargentos e soldados)	02 viaturas devidamente equipadas e padronizadas
<b>Polícia Civil</b>	01 delegado coordenador 02 delegados plantonistas 04 escrivães 12 agentes policiais	02 viaturas devidamente equipadas com rádio e descaracterizadas para serviços de investigação e campana.
<b>Polícia Técnica</b>	02 peritos 02 fotógrafos 02 motoristas	01 viatura devidamente padronizada

Fonte: Embasa, 2007b

\* As viaturas eram disponibilizadas pelos prestadores de serviço.

O Quadro 13 mostra que o efetivo policial disponibilizado era significativo, gerando uma despesa mensal para os prestadores de serviços de, aproximadamente, R\$ 29 mil (EMBASA, 2007b).

A Polícia Militar acompanhou as equipes da Embasa, em cerca de 1.500 atividades de risco. Cerca de 1.200 ligações com suspeita de fraude foram inspecionadas gerando 206 inquéritos policiais (EMBASA, 2007b).

Qualquer contrato de combate à fraude coloca-se como o braço operacional das ações diretas de identificação e retirada de irregularidades.

Partindo da premissa de que ligações irregulares de água causam enormes prejuízos, tanto de cunho econômico-financeiro quanto social, medidas que tenham como objetivo combater essa prática são plenamente justificáveis pela sua essência.

No âmbito econômico-financeiro, as fraudes existentes nas ligações de água impactam negativamente nos índices de faturamento e arrecadação da empresa. Desse modo, a perda desses recursos, além do prejuízo financeiro, pode ocasionar falhas e dificuldades na garantia da universalização do serviço público de abastecimento de água, com a conseqüente redução da qualidade da água, perda de pressão na rede e vazamentos. Já no âmbito social, além das dificuldades no abastecimento com qualidade já citadas, o consumidor que paga corretamente as suas contas arca indiretamente com o ônus financeiro gerado pelas infrações, por meio de reajustes e repasses desses custos nas tarifas.

Observou-se que em nenhum momento a Embasa acompanhou as ações da GERCCASP para avaliar se houve redução de perdas. Os indicadores apresentados

na Tabela 14 não foram acompanhados durante a realização do Convênio. Apenas eram observadas a quantidade de ações realizadas mensalmente e o impacto dessas atividades na mídia e comunidades envolvidas. Não foi apresentado nenhum quantitativo de ligações com fraudes ainda existentes, durante o desenvolvimento e após a conclusão do Convênio, o que demonstra que esse indicador não foi acompanhado.

As atividades desenvolvidas por um contrato/convênio de combate a fraudes devem ser realizadas concomitantemente por um contrato de cobrança e corte, de forma a permitir, com o apoio do corporativo policial, a agilidade na execução de algumas ações, principalmente, em áreas de ocupação desordenada e de risco, onde se encontram os maiores índices de fraudes.

É fundamental que sejam realizadas ações operacionais de forma integrada com as atividades comerciais, inclusive com os contratos de combate a fraude. Também se mostra importante identificar e caracterizar os segmentos que fazem a prática da fraude, de forma a se distinguir os que a praticam por desvio de conduta daqueles que utilizam essa estratégia em função de sua condição social. Embora nesse último caso também ocorra um desvio de conduta, avalia-se que outras variáveis influenciam na prática do delito, o qual não pode ser tratado apenas como caso de polícia. Esforços devem ser realizados para se conhecer/reconhecer esses segmentos de forma a traçar ações mais voltadas à educação, à negociação e à tarifação diferenciada.

#### **5.4.2. Contratos de risco**

Em 2010, a Embasa passou a financiar projetos baseados na metodologia de “contratos de risco”, voltados exclusivamente para as questões das perdas aparentes.

Os Contratos nº 1.094 e 1.099/2010 estão em andamento e tem como objeto a prestação de serviços comerciais voltados para recuperação de créditos vencidos de ligações ativas particulares com mais de três contas em débito e ligações inativas até 12 meses em débito de usuários com imóveis localizados em Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas (EMBASA, 2010c).

#### *5.4.2.1. Considerações gerais*

O Contrato nº 1.094/10 tem suas áreas de atuação nas Unidades Regionais da Federação (UMF) e Cabula (UML). Os recursos a serem investidos atingem o valor global de R\$ 21.093.829,52 (U\$ 11.709.036,65), sendo R\$ 8.191.105,27 (U\$ 4.546.825,02) para a Unidade Regional da Federação, com taxa de remuneração de 11,89%; e R\$ 12.902.724,25 (U\$ 7.162.211,63) para a Unidade Regional do Cabula, cuja taxa de remuneração é de 17,63% (EMBASA, 2010c). O Contrato está sendo executado pelo consórcio Viamar formado pelas empresas Vitalux Eficiência Energética Ltda. e Planal Engenharia Ltda.. Foi pago ao Consórcio o montante R\$ 1.137.840,80 (U\$ 631.607,44) referente ao valor de R\$ 7.441.794,87 (U\$ 4.130.888,08) recuperados para a Embasa (EMBASA, 2011g).

O Contrato nº 1.099/2010 atua nas Unidades Regionais da Bolandeira (UMB) e de Pirajá (UMJ). Para a execução dos serviços, a contratante pagará a contratada o valor global de R\$ 33.820.564,53 (U\$ 18.773.557,89) sendo R\$ 6.669.388,97 (U\$ 3.702.130,99), para a Unidade Regional da Bolandeira, com taxa de remuneração de 12,99%; e R\$ 27.151.175,56 (U\$ 15.071.426,96) para a Unidade Regional de Pirajá, com taxa de remuneração de 22,18% (EMBASA, 2010c). O consórcio Bonfim formado pelas empresas Stemag Engenharia e Construções Ltda. e Sanear Engenharia e Construção Ltda. foi contratado para execução dos serviços. Foi pago ao Consórcio o montante R\$ 1.482.328,90 (U\$ 822.830,36), referente ao valor de R\$ 8.510.468,72 (U\$ 4.724.101,43) recuperados para a Embasa (EMBASA, 2011g).

O período de vigência de ambos os contratos é de março/2011 a junho/2014 (EMBASA, 2011g).

Todo o investimento está sendo realizado com recursos próprios.

#### *5.4.2.2. Características do Programa*

Os objetivos principais dos contratos realizados são (EMBASA, 2010c):

- Otimizar a arrecadação por meio de recuperação de créditos vencidos, por meio da cobrança com remuneração por risco.
- Promover ações de cobrança mais adequadas quanto aos diversos perfis de clientes existentes.

- Aumentar a eficiência das ferramentas atuais de cobrança.
- Melhorar a eficiência do contrato de cobrança e corte, além de alinhar o interesse entre as partes envolvidas.
- Conhecer melhor o perfil dos usuários adimplentes e inadimplentes, inclusive por meio de indicadores relativos à cobrança.

Como a modalidade de pagamento é a de risco, a contratada somente receberá recursos proporcionais à recuperação de créditos realizada.

#### *5.4.2.3. Resultados parciais*

Embasa (2011g) aponta alguns indicadores parciais de andamento dos contratos em questão:

- Observou-se que a relação custo do contrato/arrecadação teve um resultado positivo reduzindo sensivelmente o valor desembolsado pela Embasa. Porém, o valor cobrado e o arrecadado são menores do que o contrato convencional, no qual os serviços possuem um valor fixo definido no processo licitatório.
- O objetivo de recuperar saldo de contas a receber, principalmente, de ligações com débitos com muitos meses em atraso, não teve muito sucesso. A maior parte dessas matrículas não tem hidrômetro, o ramal é de difícil localização e estão em locais de baixíssima renda ou em área de risco.
- O resultado de recuperação dos débitos antigos é similar ao que era realizado com o contrato convencional.
- Os responsáveis pelos consórcios apontaram como grande dificuldade a cultura e a facilidade da realização da fraude em Salvador. Em muitas áreas foi observado que o corte da ligação não tem resultados satisfatórios.
- As ligações sem hidrômetro, não medidas ou com ramal não localizado (muitos casos observados) são devolvidas pela contratada como problema de cadastro e a Unidade Regional não tem recursos para atuar. Para essas ligações seria necessário realizar uma atuação específica de combate a fraudes, a qual tem custo elevado.

- O contrato de risco tem como objeto atuar em 100% das matrículas dos usuários encaminhadas pela Embasa e devem devolvê-las como ligação ativa recuperada ou inativa. Portanto, com essa ação em ligações com débitos antigos a tendência é aumentar as ligações inativas, tendo como consequência o crescimento das perdas de faturamento.

Os contratos apresentam em média 29% de desembolso, portanto, estão ainda em uma fase intermediária de suas atividades, não permitindo tirar conclusões definitivas. Todavia, pode-se observar com os resultados parciais algumas falhas básicas de planejamento, destacando-se:

- As ações comerciais desenvolvidas de forma independente das atividades operacionais não apresentaram resultados objetivos. Esse ponto fica evidente quando as empresas contratadas apresentam as dificuldades de localizar o ramal predial. Essas dificuldades influenciam o ritmo das atividades das empresas contratadas, pois a busca por ligações clandestinas e fraudes e até mesmo a execução do "corte" para inativação da ligação, implica no conhecimento do local onde o ramal está instalado.
- Os resultados da recuperação dos débitos não apresentaram uma evolução significativa se comparados com os obtidos na cobrança realizada com contratos convencionais. Além disso, é comum a religação de forma indevida, ou seja, feita pelo próprio usuário. Isso significa que é necessário atuar com estratégias mais apropriadas, de caráter educativa e social, onde seja apresentado e discutido com o usuário a necessidade e importância do pagamento das faturas, aliado a implementação de processos de negociação de dívidas, tarifas diferenciadas, e, ainda, penalidades como multas e encaminhamento dos nomes dos inadimplentes para empresas de serviços de proteção ao crédito.
- Devido às dificuldades de negociação dos débitos é fato o aumento das ligações inativas. Quando uma ligação é considerada inativa, o sistema comercial da Embasa não emite mais a cobrança para o faturamento e, conseqüentemente, a ligação é considerada "fechada". Não sendo mais emitido aviso de cobrança, não existe mais atuação sobre essa ligação,

pois a mesma teoricamente estaria "fechada". É sabido que a quase totalidade das ligações nessa situação são abastecidas de forma indevida, por meio de *by-pass* e ligações impróprias/clandestinas e a inativação dessas provoca, de forma indireta, o aumento das perdas de água, nesse caso de faturamento.

Algumas ações comerciais realizadas de forma independente e sem planejamento podem provocar rapidamente o aumento das perdas, como no caso das ligações inativas. Contratos que se baseiam prioritariamente em "cobrança de débitos com corte" devem ser acompanhados de ações operacionais, principalmente, para localização dos ramais prediais e também por contratos especializados para trabalhar as fraudes.

É importante destacar que esse contrato de risco foi concebido para atuar apenas nas questões relativas às perdas de água e, em nenhum momento, alguma ação de eficiência energética foi desenvolvida, o que evidencia a política da Embasa/RMS na atuação de forma independente dessas ações.

#### **5.4.3. Contratos de manutenção de redes e ramais**

A Embasa, além dos programas de maior relevância citados, realiza continuamente ações operacionais e comerciais que culminam no controle das perdas de água, por contratos com recursos próprios, comumente denominados de "Contratos de Manutenção de Redes e Ramais" e "Contratos Comerciais". O desenvolvimento dessas ações segue a orientação da Alta Direção da Embasa e são elas que possibilitam a continuidade das atividades realizadas pelos programas de grande porte discutidos anteriormente (EMBASA, 2011f).

A Tabela 15 apresenta todos os contratos existentes no período de 2005 a 2011 que atenderam as Unidades Regionais de Salvador e Região Metropolitana, possibilitando o atendimento das atividades operacionais e comerciais como: retirada de vazamentos de redes e ramais prediais; instalação de hidrômetro; corte e religação; negociação de débito; pesquisa de *by-pass*; retirada de ligações clandestinas; dentre outros serviços.

Todos os serviços mencionados são de natureza continuada. Portanto, não podem em momento nenhum deixar de existir, pois se trata de atividades fim para a

Embasa. Na Tabela 15 observa-se que durante o período 2005-2011 foram gastos, aproximadamente, R\$ 102 milhões com os serviços operacionais e comerciais na RMS (EMBASA, 2011f). Esse montante pode ser considerado significativo, uma vez que trata-se de recursos próprios da Empresa. Apesar desse investimento em ações operacionais e comerciais as perdas se mantiveram altas, embora tenha decrescido no período de 1993 a 2011 (ver discussão no item 8).

Com base na Tabela 15 percebe-se que a Embasa deve redobrar a atenção nas suas ações de custeio (operação e manutenção hidráulica), reforçando e integrando ainda mais as ações específicas para a área de perdas. Certamente que tratando a questão das perdas em sua complexidade, levando em consideração as diversas variáveis que influenciam no seu comportamento, a exemplo das citadas no Quadro 7, do item 3, as perdas de água vão reduzir e, conseqüentemente, os valores desembolsados em programas específicos de controle.



**Tabela 15 - Custos dos serviços operacionais e comerciais por contrato da Superintendência Metropolitana**

<b>Nº CONTRATO</b>	<b>OBJETO</b>	<b>UNIDADE REGIONAL</b>	<b>ANO</b>	<b>DESEMBOLSO ANUAL (R\$)</b>	<b>RECURSOS (R\$)</b>
605/2004	Reabilitação de ligações Inativas por meio de ações conjugadas e negociação de débito	UMB	2005	1.340.306,00	3.475.631,00
			2006	1.533.410,00	
			2007	601.915,00	
122/2006	Serviço de negociação de débito, revisão, suspensão e reativação de fornecimento de água, pesquisa de <i>by-pass</i> e ligações clandestinas, etc	UMB	2006	1.419.109,68	4.026.913,96
			2007	2.607.804,28	
		UML	2006	935.126,16	1.568.586,66
			2007	633.460,50	
		UMJ	2007	117.100,22	117.100,22
355/2007	Serviços de entrega de notificação de débitos, suspensão e reativação do abastecimento de água, repavimentação, revisão de ligações e outras atividades comerciais pertinentes do SAA e SES da RMS na área de influência das Unidades Regionais UMB e UML	UMB	2008	2.146.210,24	8.672.539,64
			2009	4.029.677,08	
			2010	2.496.652,32	
		UML	2008	1.836.524,41	6.494.369,42
			2009	2.321.163,99	
			2010	2.336.681,02	
356/2007	Serviços de entrega de notificação de débitos, suspensão e reativação do abastecimento de água, repavimentação, revisão de ligações e outras atividades comerciais pertinentes do SAA e SES da RMS na área de influência das Unidades Regionais UMC e UMS	UMC	2008	1.983.124,80	4.193.635,77
			2009	1.766.557,87	
			2010	443.953,10	
		UMS	2008	1.309.479,98	2.749.487,03
			2009	1.124.466,89	
			2010	315.540,16	
438/2007	Serviços de entrega de notificação, negociação de débito, suspensão e reativação do abastecimento de água, repavimentação, revisão de ligações e outras atividades comerciais pertinentes do SAA da RMS na área de influência da UMF e UMJ, com fornecimento de materiais e equipamentos	UMJ	2008	1.814.040,69	5.076.107,63
			2009	2.310.329,60	
			2010	951.737,34	
		UMF	2008	1.100.287,22	3.764.920,68
			2009	1.871.146,59	
			2010	793.486,87	

Fonte: Embasa, 2011f

**Tabela 15 - Custos dos serviços operacionais e comerciais por contrato da Superintendência Metropolitana (continuação)**

<b>Nº CONTRATO</b>	<b>OBJETO</b>	<b>UNIDADE REGIONAL</b>	<b>ANO</b>	<b>DESEMBOLSO ANUAL (R\$)</b>	<b>RECURSOS (R\$)</b>
<b>454/2007</b>	Serviços de manutenção em redes e ramais de água e serviços comerciais na RMS	<b>UMF</b>	2007	492.978,68	12.535.197,60
			2008	4.553.177,17	
			2009	6.014.908,36	
			2010	1.487.133,39	
<b>455/2007</b>	Serviços de manutenção em redes e ramais de água e serviços comerciais na RMS	<b>UMS</b>	2008	3.306.278,50	9.674.573,89
			2009	4.405.448,91	
			2010	1.962.846,48	
<b>408/2008</b>	Execução de serviços de pesquisa de <i>by pass</i> e ramais clandestinos no município de Salvador e RMS nos âmbitos das URs: UMB,UMF,UML,UMJ,UMC e UMS	<b>UMB</b>	2008	247.580,64	1.082.645,49
			2009	835.064,85	
<b>493/2010</b>	Execução de serviços de entrega de notificação , negociação de débitos, suspensão e reativação do abastecimento de água, repavimentação, revisão de ligação e outras atividades comerciais do SAA/SES da RMS nas áreas de influência da UMC e UMS.	<b>UMC</b>	2010	897.093,34	2.222.883,89
			2011	1.325.790,55	
		<b>UMS</b>	2010	612.636,13	1.647.736,46
			2011	1.035.100,33	
<b>497/2010</b>	Execução de operação e manutenção de redes e ramais e serviços comerciais no município de Candeias na área de atuação da UMS	<b>UMS</b>	2010	3.182.901,91	7.316.205,79
			2011	4.133.303,88	
<b>513/2010</b>	Execução de serviços de entrega de notificação , negociação de débitos, suspensão e reativação do abastecimento de água, repavimentação, revisão de ligação e outras atividades comerciais do SAA/SES da RMS nas áreas de influência da UMF e UMJ, com fornecimento de material.	<b>UMF</b>	2010	1.347.482,23	3.235.762,03
			2011	1.888.279,80	
		<b>UMJ</b>	2010	1.950.545,37	4.225.140,85
			2011	2.274.595,48	

Fonte: Embasa, 2011f

**Tabela 15 - Custos dos serviços operacionais e comerciais por contrato da Superintendência Metropolitana (continuação)**

<b>Nº CONTRATO</b>	<b>OBJETO</b>	<b>UNIDADE REGIONAL</b>	<b>ANO</b>	<b>DESEMBOLSO ANUAL (R\$)</b>	<b>RECURSOS (R\$)</b>
<b>833/2010</b>	Execução dos serviços de operação e manutenção de redes e ramais e serviços comerciais no município de Salvador e região metropolitana, Lote I – UMC.	<b>UMC</b>	2010	902.770,60	7.304.312,10
			2011	6.401.541,50	
<b>891/2010</b>	Execução dos serviços de operação e manutenção de redes e ramais e serviços comerciais, no município de Salvador e RMS - UMB	<b>UMB</b>	2010	1.160.995,15	6.227.194,32
			2011	5.066.199,17	
<b>979/2010</b>	Execução de serviços de cobrança, negativar débitos, suspensão e reativação do abastecimento de água, repavimentação, revisão de ligação e outras atividades comerciais pertinentes, do sistema de abastecimento de água de água da RMS, na área de influência das Unidades Regionais de UMB e UML, com fornecimento de materiais e equipamentos.	<b>UMB</b>	2010	350.988,10	2.379.734,03
			2011	2.028.745,93	
		<b>UML</b>	2010	496.790,38	3.576.736,25
			2011	3.079.945,87	
<b>Total</b>					<b>101.567.414,71</b>

Fonte: Embasa, 2011f

## **6. PROGRAMAS E PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA RMS**

Neste item é apresentado o convênio de eficiência energética ECV-017/2004 e também um projeto que está sendo implantado no Parque da Federação realizados no âmbito da Embasa/RMS, dentro do SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas.

### **6.1. Convênio ECV-017/2004 – Eletrobrás/Ministério das Cidades**

#### **6.1.1. Considerações Gerais**

A Embasa atendeu a convocação da Chamada Pública nº. 001/2004 do Procel/Sanear, realizada sob a coordenação da Eletrobrás/Ministério das Cidades, para implementar ações de eficiência energética na empresa. Para tanto, apresentou um projeto, sendo uma das dez selecionadas no nível nacional, concorrendo com diversos prestadores de serviço público de abastecimento de água do País (EMBASA, 2004).

Após a seleção do projeto foi assinado o Convênio ECV-017/2004, que teve como objetivo a redução de consumo e demanda de energia elétrica, além da otimização operacional da Estação Elevatória de Água Tratada Teodoro Sampaio/R1 Duna, localizada no Parque da Bolandeira em Salvador. O período do projeto transcorreu entre junho/2004 a abril/2008 (EMBASA, 2008b).

Os recursos investidos atingiram o valor de R\$ 879.871,79 (US\$ 283.144,58), sendo R\$ 700.000,00 (US\$ 255.261,46) por meio de recursos não onerosos da Eletrobrás (Programa Procel/Sanear) e o restante dos investimentos com recursos próprios da Embasa (EMBASA, 2008b).

### 6.1.2. Características do Projeto

O Convênio ECV-017/2004 teve, os seguintes objetivos (EMBASA, 2008b, p.6):

- Promover a realização de projetos de conservação e uso racional de energia elétrica e água.
- Incentivar o desenvolvimento de medidas que promovam a eficiência energética e o combate ao desperdício de água e energia elétrica no âmbito dos sistemas de abastecimento de água em operação.
- Estimular o intercâmbio de experiências bem sucedidas.
- Consolidar grupos técnicos de eficiência energética e de redução de perdas para o combate ao desperdício de água e energia no âmbito dos prestadores de serviços.
- Contribuir para a universalização dos serviços de saneamento ambiental e energia elétrica, com benefícios adicionais para o meio ambiente e a saúde.

Mais especificamente, o Convênio apresentou os seguintes objetivos (EMBASA, 2008b, p.6):

- Redução do consumo de energia elétrica nos sistemas de recalque da Estação Elevatória de Água Tratada Teodoro Sampaio/R1 Duna.
- Redução da demanda no horário de ponta (18h00 às 21h00) definido pelo prestador de serviços públicos de energia elétrica (COELBA).
- Melhoria das condições operacionais, no rendimento dos conjuntos motorbomba e do fator de carga nas instalações elétricas, por meio da implantação de um plano de ação.

O setor de abastecimento do reservatório de distribuição R1 Duna é o responsável pelo abastecimento dos bairros do Stiep, Costa Azul, Pituba, Itagira, Caminho das Árvores, Imbuí, Boca do Rio, Rio Vermelho, Armação, Amaralina e parte do Nordeste de Amaralina da cidade do Salvador, atendendo a aproximadamente 266 mil economias com uma vazão distribuída média de 2.200L/s.

Visando à implementação do Convênio foram realizadas algumas etapas iniciais, essenciais para o desenvolvimento das atividades, a saber (EMBASA, 2008b):

- Levantamento de dados de campo - Foram realizados levantamentos de todos os equipamentos (bombas, motores, válvulas de retenção e de gaveta, diâmetro das tubulações, etc.), visando o cadastro dos mesmos bem como a atualização dos diagramas unifilares e hidráulicos.
- Medições elétricas - Foram realizadas medições elétricas por meio da instalação de três analisadores eletrônicos do tipo SAGA 1.000, sendo um em cada conjunto motorbomba.
- Medições hidráulicas - Foram realizadas medições hidráulicas utilizando um registrador (*data-logger*) de pressão e vazão.

Após a análise das medições iniciais, os dados foram tratados e analisados objetivando determinar o rendimento dos conjuntos motorbombas e os indicadores de consumo específico para cada equipamento instalado.

As estimativas de redução de consumo de energia e de demanda na ponta, definidas quando da apresentação do projeto, foram calculadas pelas diferenças entre valores medidos e os obtidos pela análise de curvas do sistema adutor Teodoro Sampaio/R1 Duna e a curva de performance da bomba disponibilizada pelo fabricante (EMBASA, 2008b).

Durante esse processo observou-se a ocorrência de situações atípicas, como as interferências da derivação para a Orla Marítima de Salvador e também da derivação para a Estação Elevatória Alta Carga que representavam "fugas" do sistema estudado, assim como recirculações nos barriletes da EEAT Teodoro Sampaio/R1 Duna (EMBASA, 2008b).

### **6.1.3. Resultados alcançados**

O Convênio ECV-017/2004 realizado na Estação Elevatória de Água Tratada Teodoro Sampaio/R1 Duna apresentou como resultados as seguintes intervenções físicas (EMBASA, 2008b):

- Substituição de três motores de 1.250CV por motores de 900CV de "alto rendimento".
- Recuperação de três bombas marca *Flowserve* modelo 12LN26 (sendo duas recuperadas na fábrica e uma na oficina de manutenção da Embasa).
- Substituição de três válvulas de retenção DN 600.
- Substituição de três válvulas de gaveta DN 600.
- Substituição de duas válvulas borboletas DN 350 e DN 700 de interligação com adutoras para Orla Marítima e Alta Carga, respectivamente.

A Tabela 16 apresenta os resultados previstos e realizados depois da instalação dos equipamentos. As medições para obtenção dos dados após as intervenções físicas instaladas referem-se a um período de avaliação de três meses.

**Tabela 16 - Metas previstas e realizadas para o Convênio ECV-017/2004**

Energia economizada (MWh/ano)		Redução de demanda na ponta (kW/ano)	
Previsto	Realizado	Previsto	Realizado
1.139,4	4.056,1	146,3	21,0

Fonte: Embasa, 2008b

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 16, conclui-se que a energia economizada foi 256% superior ao previsto inicialmente no projeto. Analisando a redução da demanda na ponta, pode-se verificar que a mesma, representa apenas 14% do previsto inicialmente, fato esse justificado pela influência da recirculação e interferências, fenômenos que eram desconhecidos inicialmente, induzindo uma avaliação inicial incorreta da demanda a ser reduzida.

Na Tabela 17 é apresentado um comparativo dos consumos específicos para as condições antes e depois da implantação do Projeto.

**Tabela 17 - Comparativo dos consumos específicos para o Convênio ECV-017/2004**

Número de Conjuntos motorbomba em funcionamento	Consumo Específico (kWh/m <sup>3</sup> )			Consumo Específico Normalizado (kWh/m <sup>3</sup> ) x (100/H)		
	Antes	Depois	Economia	Antes	Depois	Economia
1 CMB	0,388	0,266	0,122	0,485	0,326	0,159
2CMB	0,419	0,348	0,071	0,459	0,364	0,095

Fonte: Embasa, 2008b

De acordo com a Tabela 17, o consumo específico (índice que relaciona a potência requerida com a produção de água) apresentou uma redução média de 32%, considerando a análise com apenas um conjunto motorbomba e 19% para os dois conjuntos. Conforme Gomes *et al.* (2009), estima-se que a eficiência energética em sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário se encontra em torno de 25 a 30%. Portanto, os ganhos obtidos no Projeto foram dentro da margem esperada.

Além dos resultados obtidos foram concebidas algumas soluções para problemas existentes no sistema tais como (EMBASA, 2008b):

- Elaboração do novo esquema hidráulico do sistema.
- Definição de procedimento operacional permanente, para o sistema EEAT Teodoro Sampaio/R1 Duna.
- Fechamento das válvulas de interligação entre adutoras e desligadas as bombas do sistema de recalque responsáveis pela interferência.
- Agendamento das medições com o setor operacional responsável pelo sistema, com maior tempo de antecedência, para assegurar o êxito da campanha.

#### **6.1.4. *Análise Global do Projeto***

Após a análise do Convênio ECV-017/2004 celebrado entre a Eletrobrás e a Embasa visando à efficientização energética na Estação Elevatória Teodoro Sampaio//R1 Duna, no Parque da Bolandeira em Salvador, buscou-se identificar as categorias e variáveis contempladas em sua concepção. No Quadro 14 são apresentadas em vermelho com um asterisco as ações desenvolvidas pelo Convênio.



**Quadro 14 - Variáveis apresentadas no Convênio ECV-017/2004 – Eletrobrás**

Categorias analíticas	Variáveis
<b>Fatores Técnicos</b>	Implantar sistema de medição hidráulica e elétrica em cada unidade* operacional
	Incentivar o uso de medição individualizada
	Implantar válvulas redutoras de pressão
	Implantar <i>boosters</i>
	Realizar simulação hidráulica da rede distribuidora por modelos computacionais
	Implantar novas tecnologias de manutenção para as tubulações
	Implantar/desenvolver sistema comercial
	Implantar sistema de informações de água e eficiência energética*
	Automatizar leitura, entrega de contas e atualização do cadastro comercial
	Implantar conversores de frequência
	Implantar bancos capacitores*
	Implantar alternativas para a geração/suprimento de energia
	Estabelecer o controle automático do sistema*
	Substituir equipamentos obsoletos*
<b>Fatores Operacionais</b>	Substituir tubulações antigas
	Controlar as pressões no sistema
	Controlar os extravasamentos e vazamentos nos reservatórios
	Realizar pesquisa de vazamentos
	Reduzir o tempo de reparo de vazamentos
	Realizar a setorização da rede distribuidora
	Manter cadastro operacional atualizado
	Manter cadastro comercial atualizado
	Monitorizar as variáveis hidráulicas em tempo real em contraposição a operação empírica*
	Adequar hidráulicamente e eletricamente os sistemas*
	Adequar e estabelecer a aferição da macromedição
	Realizar manutenções periódicas nas tubulações e acessórios*
	Realizar manutenções periódicas nos equipamentos*
	Adequar e estabelecer a aferição da micromedição
	Combater fraudes
	<b>Fatores Administrativos</b>
Compatibilizar setorização com zoneamento comercial	
Estabelecer ações operacionais para o controle do consumo com energia elétrica*	
Estabelecer grade de treinamento específico para perdas de água e eficiência energética nos níveis básico, técnico e superior*	
Promover programas de manutenção e assistência técnica para a racionalização do uso da água e energia*	
Melhorar a imagem da empresa frente à sociedade	
Contratar consultores especializados em cada área fim	
Destinar espaço físico adequado para as equipes de trabalho	
Contratar equipe de suporte e logística	

Legenda:

\*Ações desenvolvidas pelo programa

**Quadro 14 - Variáveis apresentadas no Convênio ECV-017/2004 – Eletrobrás (continuação)**

Categories analíticas	Variáveis
Fatores Administrativos	Promover os materiais e equipamentos necessários para as ações
	Estabelecer ações administrativas para o controle do consumo de energia elétrica*
Fatores Gerenciais	Buscar financiamentos para sistemas em operação
	Buscar financiamentos para novos sistemas
	Reduzir Custos*
	Estabelecer política interna de perdas de água e eficiência energética
	Propor e implementar as bases legais
	Estabelecer objetivos e metas com o devido acompanhamento das mesmas desdobrando para água e eficiência energética*
	Estabelecer reuniões periódicas
	Estabelecer protocolos de coleta e análise de dados*
	Promover o gerenciamento da rede distribuidora
	Desenvolver parceiras com outras instituições na área de perdas de água e eficiência energética*
	Desenvolver novos projetos focados nas ações de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer indicadores de desempenho para água e energia*
	Promover contratos específicos de performance
	Promover incentivos e recompensas a equipe
	Realizar planejamento (inclusive financeiro) para ação continua no controle de perdas de água e eficiência energética
	Designar equipes específicas para atuação na área de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer política de combate às fraudes
Promover equipe de efficientização descentralizada, com gerente do processo com autonomia interdepartamental	
Desenvolvimento de estudos e programas de avaliação de novas tecnologias para perdas de água e eficiência energética*	
Promover gestão integrada e participativa com estabelecimento de reuniões periódicas	
Fatores Ambientais	Reduzir retirada de água dos mananciais
	Minimizar a geração de esgotos domésticos
	Reduzir emissões atmosféricas
	Promover o cumprimento da legislação de recursos hídricos
Fatores Sociais	Melhorar a qualidade de vida da população
	Melhorar a saúde da população
	Promover programas de educação ambiental para uso racional de água e energia
	Estabelecer canais de comunicação entre a empresa e os usuários
	Reduzir a tarifa de água e esgoto por meio das reduções de gastos com as ações de perdas de água e eficiência energética
	Gerar novos empregos

Legenda:

\*Ações desenvolvidas pelo programa

Analisando o Quadro 14 observa-se que o Convênio realizado abrangeu as categorias analíticas estudadas, contendo ações dentro das áreas técnica, operacional, administrativa e gerencial.

O principal diferencial do Convênio relacionou-se ao planejamento das ações. A necessidade de preparar um projeto para submeter a Eletrobrás fez com que fossem realizadas medições hidráulicas e elétricas, por equipamentos, além de adequações no sistema operacional que já permitiram ter dados para definir objetivos e metas adequadas à realidade do sistema. A redução das despesas com energia elétrica veio como consequência do planejamento realizado, sendo inclusive, superior ao previsto inicialmente.

Foi observada a necessidade de substituição de equipamentos obsoletos e recuperação de equipamentos com baixos rendimentos. Esses investimentos foram realizados apenas após a execução de medições que permitiram avaliar a possibilidade de troca dos mesmos. Estabeleceu-se, portanto, uma discussão dos conceitos de conservação de energia e sua interferência nos custos operacionais da Embasa.

O cadastro operacional foi atualizado permitindo uma revisão em tempo hábil do sistema de operação a ser adotado.

Foram inseridas novas tecnologias e instrumentos de última geração na EEAT Teodoro Sampaio/R1 Duna.

Os indicadores de desempenho estudados evidenciaram que se deve analisar o consumo específico do processo de produção, de forma a se estabelecer procedimentos operacionais do tipo "normal" e de "contingência", na condição de máxima eficiência hidráulica e, conseqüentemente, energética.

Foi detectada a necessidade de pesquisa de modo específico e preventivo da recirculação e estanqueidade de válvulas, como identificação de declínio de performance de equipamentos.

Como oportunidade de melhoria destaca-se que o montante investido foi muito baixo para o período de quatro anos (2004-2008). O tempo de execução das ações foi elevado, devido, principalmente, à cultura organizacional da Embasa para a aquisição de novas tecnologias (motores de alto rendimento); aumento de performance das bombas com realização de testes e ensaios na fábrica; e aquisição

de válvulas de maior desempenho hidráulico. O setor de compras da Embasa não estava adaptado a especificações técnicas mais detalhadas e isso confrontava com empresas que estavam acostumadas a vender seus produtos (válvulas, registros) com especificações mais simplificadas e, conseqüentemente, trazendo a aquisição de produtos de menor confiabilidade e garantia operacional.

A operação da Embasa não estava adaptada à realização de medições para respaldar suas ações e esse foi um fator dificultador, pois foi necessário um esforço adicional para mostrar a importância dessa atividade.

O Projeto teve uma abrangência restrita. Trata-se da efficientização energética de uma estação elevatória dentre centenas existentes no SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, tendo característica de um projeto-piloto.

Os resultados mostram a necessidade da incorporação universal do processo de eficiência energética em toda à Embasa, fazendo com que um projeto realizado de forma planejada apresente bons frutos. Os benefícios previstos e realizados são importantes para os diversos atores envolvidos.

Para Embasa (2008b, p.21)

A cultura, preocupação e conceitos despertados e inseridos no processo operacional, principalmente quanto ao uso racional da energia elétrica objetivando sua eficiência e conseqüentes reduções de demandas, consumos e despesas nos diversos segmentos com este setor, representam um significativo e inexorável avanço e vislumbra profícuos resultados.

Não foram previstas ações de caráter ambiental e social no Convênio analisado.

## **6.2. Projeto de efficientização do Parque da Federação (R15)**

### **6.2.1. Considerações Gerais**

A Embasa desenvolveu uma proposta para um projeto de efficientização energética no Parque da Federação R-15, onde se localiza um dos principais Centros de Reservação da cidade do Salvador. O projeto propôs alterar a configuração atual dos sistemas hidráulicos visando uma melhor operação do sistema de abastecimento de água, com a conseqüente redução dos gastos com energia elétrica.

A previsão para o início da implementação do projeto é em junho/2012 e os recursos investidos serão no valor de R\$ 1.144.662,31 (US\$ 605.065,18), provenientes de recursos próprios da Embasa (EMBASA, 2010d).

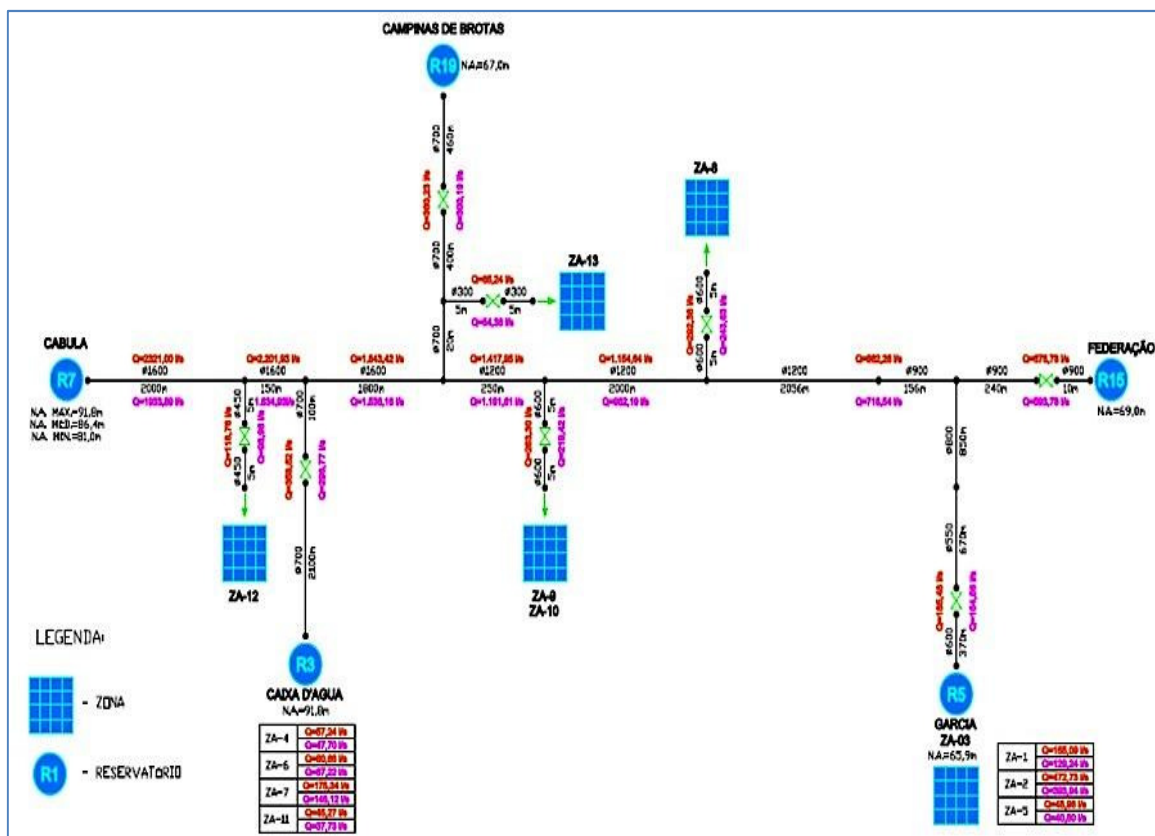
### **6.2.2. Características do Projeto**

A estrutura organizacional do abastecimento de água na Grande Salvador compreende quatro Unidades Regionais. A Unidade Regional da Federação (UMF) é uma das integrantes do complexo Sistema Integrado de Abastecimento de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas responsável por uma distribuição média anual de 66,88 milhões de metros cúbicos de água tratada, para atender a cerca de 265 mil economias, com um total estimado de 908 mil habitantes (FERREIRA *et al.*, 2011).

A logística da UMF compreende a administração de cinco parques de reservação e distribuição, constituídos de reservatório(s) apoiado(s), estações elevatórias e reservatórios elevados. Nessa situação, enquadram-se os parques do Cabula (R7), da Caixa D'água (R3), do Garcia (R5), de Campinas de Brotas (R19) e da Federação (R15). Existe um sexto parque de reservação em Brotas (R4, situado na localidade de Pitangueiras), que está temporariamente desativado.

Além dos referidos parques de reservação, alimentados ao longo do caminhamento da subadutora R7/R15 (com trechos de diâmetros nominais que variam de 1.600mm a 900mm), existem algumas zonas de abastecimento que também são abastecidas diretamente a partir dessa subadutora.

A Figura 36 mostra um croqui da sub-adutora R7/R15 apresentando as zonas de abastecimento da Unidade Regional da Federação (UMF) com seus respectivos parques de reservação.



Fonte: Ferreira *et al.*, 2011

**Figura 36 - Croqui da sub-adutora R7/R15 apresentando as zonas de abastecimento e parques de reservação da Unidade Regional da Federação**

A proposta de eficiência energética tem seu foco no Parque da Federação – Reservatório R15 que atende os bairros da Barra, Centenário, Ondina, Rio Vermelho, Vale dos Barris, Centro Histórico, Federação, Engenho Velho da Federação, Vitória, Graça, Canela, Garcia, Jardim Apipema, além da Avenida Garibaldi, Avenida Oceânica e Avenida Vasco da Gama.

Embasa (2010d, p. 2) estabeleceu os seguintes objetivos a serem alcançados com o projeto:

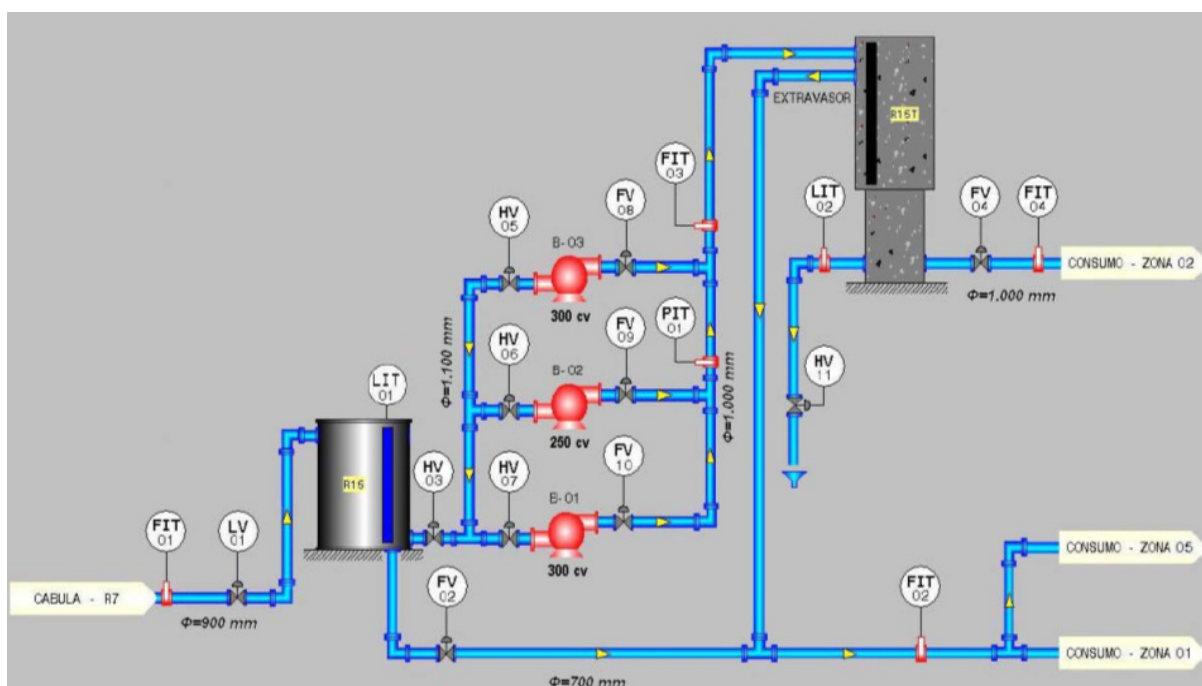
- Recuperar perdas de energia mediante melhor aproveitamento da pressão afluente, extinção de recirculações e estabelecimento adequado da pressão de distribuição para consumo.
- Minimizar os vórtices ocorridos no poço de sucção, quando a submersão da sucção for menor do que a necessária.
- Adequar o dimensionamento e operação dos conjuntos motorbomba à nova realidade operacional do sistema, maximizando sua eficiência.
- Reduzir a demanda contratada na ponta e fora de ponta.
- Minimizar perdas de água tratada decorrentes de sobrepressão na rede de distribuição.
- Funcionar como "projeto piloto" para futura aplicação em outras unidades operacionais da Embasa, buscando a multiplicação dos benefícios alcançados.

O projeto de eficiência do Parque da Federação tem seu foco na zona de abastecimento 02 (zona alta).

O reservatório R7, de onde é abastecido o R15 Apoiado, tem cota de fundo 79,8m e seu nível varia entre 5,0 e 11,0m. O reservatório R15 Apoiado é uma câmara circular de concreto com  $\Phi=56,0\text{m}$ , com cota de fundo 60,0m e cota de extravasamento 69,0m. Comparando-se esses parâmetros foi identificada significativa diferença de potencial hidráulico a ser aproveitado (EMBASA, 2010d).

O reservatório elevado (R15-T) é uma torre de concreto de base cilíndrica e acumulador em tronco de cone invertido, que tem cota de fundo 90,0m, cota de extravasamento 95,9m. É abastecido por estação elevatória constituída de duas bombas de 300CV e uma de 250CV, operando com duas bombas e uma de reserva. As bombas recalçam para um barrilete de DN 1.000, cujo prolongamento, de mesmo diâmetro, alimenta o R15-T pelo topo. Abastece a ZA 2 por meio de uma linha com diâmetro inicial  $\Phi=1.000\text{mm}$ , e seu extravasor é interligado na linha que sai do R15 Apoiado para abastecer as zonas baixas (EMBASA, 2010d).

A configuração atual dos sistemas hidráulicos no Parque da Federação é sintetizada na Figura 37.



Fonte: Embasa, 2010d

**Figura 37 - Diagrama esquemático do sistema hidráulico existente no Parque da Federação**

#### *6.2.2.1. Ações operacionais para o by-pass do R15-T, abastecendo a zona baixa diretamente pelas bombas com uso de conversor de frequência*

Foram realizadas medições de campo, na entrada do R15 Apoiado (com todo o sistema em condições normais de consumo) e constatou-se que a pressão ali disponível excede sempre a do barrilete de sucção das bombas. Por outro lado, como a tubulação de recalque das bombas abastece o R15 Elevado pelo topo, a altura de recalque (desnível geométrico) a ser vencida é sempre constante. Embora a pressão requerida para o suprimento da zona alta (obviamente sujeita às variações de demanda de água que ocorrem ao longo do dia e sazonalmente ao longo do ano) somente corresponde ao pleno potencial hidráulico estabelecido pelo R15-T, quando a vazão solicitada é máxima. Isso significa que, nos intervalos de tempo com menor demanda de água, a pressão requerida é sempre inferior à cota de extravasamento do R15-T, que, por sua vez, situa-se 1,5m abaixo do topo da linha de recalque (EMBASA, 2010d).

Dessa forma, é sugerido o *by-pass* do R15-T, com bombeamento direto para a rede de abastecimento da zona alta.

Visando compensar a sazonalidade e as variações de demanda, bem como as variações de pressão na subadutora de chegada, o recalque será condicionado por variação de velocidade com conversor de frequência, controlado pela pressão na alimentação da rede de distribuição para consumo. Assim, será despendido apenas o mínimo de energia necessário para garantir as condições ideais de abastecimento em cada momento, contribuindo para reduzir ainda mais a altura manométrica total requerida pelo sistema (EMBASA, 2010d).

#### *6.2.2.2. Ações operacionais para entroncamento da adutora de chegada do R15 com barrilete de sucção das bombas para redução da potência de bombeamento*

Nas atuais condições de operação, a altura geométrica de recalque varia entre 33,9 e 39,1m, em função do nível do R15 Apoiado. Realizando o entroncamento da adutora de chegada do R15 diretamente no barrilete de sucção das bombas, a altura geométrica de recalque deverá ficar situada entre 14,0 e 18,0m, valores estes determinados pela combinação da pressão disponível na subadutora de chegada



com a pressão requerida na alimentação da linha de distribuição para a zona alta. Fica assim evidenciada a oportunidade de redução significativa da potência de bombeamento solicitada (EMBASA, 2010d).

Será ampliado também o diâmetro do barrilete de recalque visando à redução das perdas de carga localizadas e a consequente redução da potência dos motores instalados.

#### *6.2.2.3. Ações operacionais para by-pass do R15T abastecendo a zona baixa diretamente pela adutora*

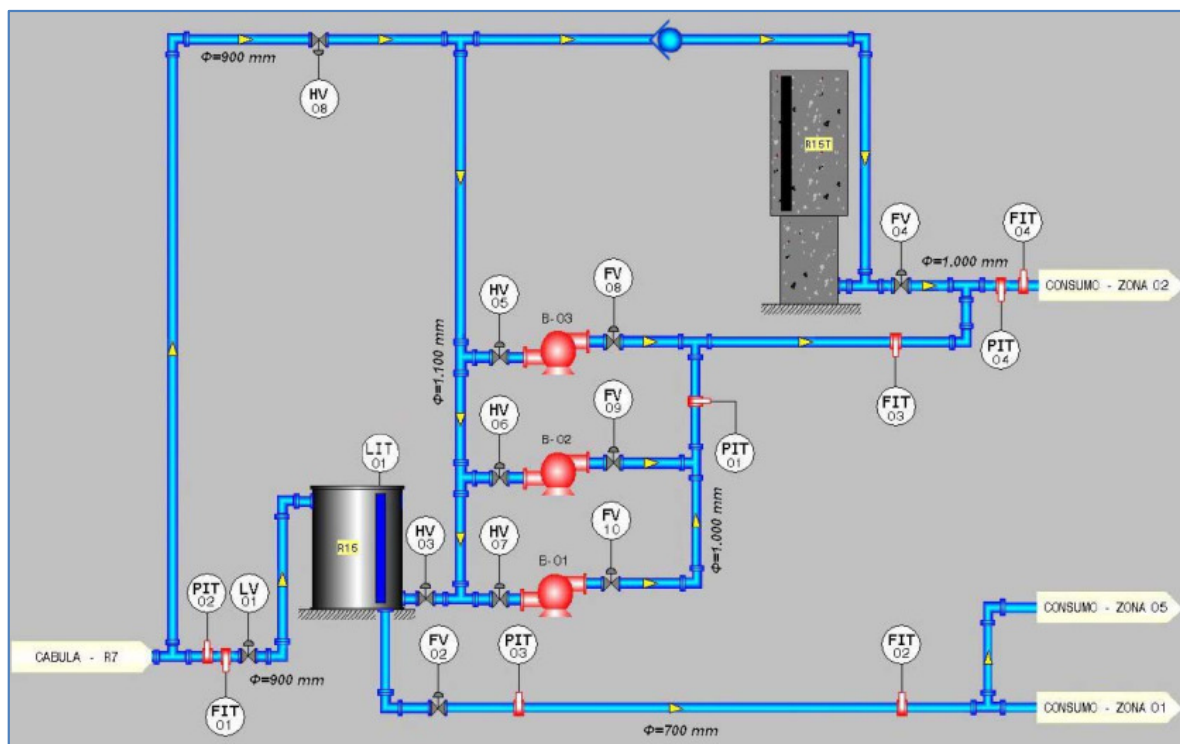
De acordo com medições realizadas, constata-se a existência de intervalos de tempo suficientes para garantir o abastecimento da zona alta sem bombeamento, embora o arranjo atual não permita que se opere o sistema desta maneira.

Portanto, fica caracterizada a oportunidade de complementar as intervenções, introduzindo um *by-pass* adicional ligando a subadutora que supre o R15 à linha distribuidora para a zona alta, permitindo então o seu abastecimento nos intervalos favoráveis, sem nenhum consumo adicional de energia elétrica.

Com as medições realizadas observou-se que quando mantidas duas bombas em operação, durante longos intervalos de tempo, ocorria o extravasamento do R15-T, sem que fosse percebido, visto que, ele é interligado a linha distribuidora de saída para a zona baixa. Isso significa que a vazão atualmente estabelecida por dois conjuntos operando em paralelo, excede quase que, permanentemente, à demanda da zona 2 (EMBASA, 2010d).

#### *6.2.2.4. Configuração proposta para o sistema hidráulico*

A configuração proposta para o sistema hidráulico, contemplando as alterações previstas, é sintetizada na Figura 38.



Fonte: Embasa, 2010d

**Figura 38 - Diagrama esquemático do sistema hidráulico com alterações propostas no Parque da Federação**

Portanto, com essa configuração proposta, o abastecimento da zona alta deixa de ser efetuado a partir do reservatório elevado, podendo ser efetivado diretamente a partir da subadutora de chegada, quando as condições operacionais de demanda de água e disponibilidade de pressão afluyente assim o permitirem, ou por intermédio das bombas, que estarão ativadas quando as condições operacionais não forem favoráveis à primeira alternativa.

Na segunda alternativa, que será a mais utilizada, as bombas serão diretamente abastecidas pela subadutora de chegada, para aproveitar o excesso de pressão disponível, e reforçarão a pressão para a rede distribuidora, na medida exata da sua necessidade, por meio do acionamento de conversores de frequência com velocidade variável, comandado pela pressão requerida. Nesta configuração a válvula de retenção, inserida no *by-pass* para a rede de consumo, impedirá a recirculação no sistema.

### 6.2.3. Resultados alcançados

As Tabelas 18 e 19 apresentam os resultados previstos após a implantação das melhorias propostas do projeto de eficiência energética do Parque da Federação.

**Tabela 18 – Consumos e demandas antes e após as intervenções previstas**

Sistema Existente				Sistema Proposto			
Consumo (MWh)		Demanda (kW)		Consumo (MWh)		Demanda (kW)	
NP	FP	NP	FP	NP	FP	NP	FP
156,5	2.685,6	200,6	470,8	0	587,0	0	203,8

Fonte: Embasa, 2010d

**Tabela 19 – Resultados após as intervenções previstas**

Identificação da intervenção	Redução de Demanda (kW)	Energia Economizada (MWh/ano)
No Horário de Ponta	200,6	156,5
No Horário Fora de Ponta	267,1	2.098,6
Total	467,7	2.253,5

Fonte: Embasa, 2010d

Com base nas Tabelas 18 e 19 observa-se que após a implementação do projeto, a Embasa terá redução significativa de sua fatura de energia elétrica referente ao Parque da Federação. Tomando como base os valores praticados pela Coelba em abril/2010, tem-se uma recuperação anual de custo com o consumo de energia no valor de R\$ 530.524,81 (U\$ 280.433,88). Considerando a redução de demanda estimada (267,05kW) espera-se obter uma recuperação mensal de custo no valor de R\$ 4.392,42, perfazendo um total anual de R\$ 52.709,04. Assim, a economia anual prevista será de R\$ 583.233,85 (U\$ 308.295,72) (EMBASA, 2010d).

Considerando a redução de custos de energia elétrica e os investimentos a serem realizados conclui-se que o investimento será amortizado em apenas dois anos.

Para atingir os resultados previstos será necessária a realização de algumas intervenções, a saber (EMBASA, 2010d):

- Construção de trechos complementares de tubulação com diâmetros de 600, 900 e 1100mm, com a correspondente inclusão e/ou substituição de dispositivos de manobra e proteção hidráulica, para:
  - ✓ possibilitar o suprimento direto da zona alta a partir da sub-adutora de chegada, sem bombeamento, nos intervalos de tempo em que as condições de processo assim o permitirem;
  - ✓ fazer uso das bombas nos intervalos de tempo em que seja necessário e possibilitar o bombeamento direto (com variação de velocidade) para a rede de abastecimento da zona alta, sendo o barrilete de sucção abastecido diretamente pela sub-adutora de chegada;
  - ✓ eliminar perdas de carga localizadas no barrilete de descarga e perdas por recirculação nas válvulas de bloqueio e retenção.
- Reforma das bombas existentes, com corte do rotor para a bitola de 11 1/2".
- Substituição dos motores elétricos de 250 e 300CV, por outros de alto rendimento e potência de 150CV.
- Substituição do painel elétrico existente por outro com proteção adequada às novas condições operacionais e incorporação dos conversores de frequência e medidores individuais de energia.
- Instalação de transmissores de pressão para monitorização permanente da subadutora de chegada, controle da pressão de distribuição para as zonas baixas e controle da velocidade das bombas.
- Reconfiguração do sistema de automação existente para adequação ao novo esquema operacional.

Essas intervenções estão previstas para acontecerem a partir de março/2012, logo após o final do período de alta estação na cidade de Salvador e o início da estação chuvosa.

O projeto foi concebido de forma que os ganhos de eficiência energética possam ser implementados em etapas, visto que, em algumas situações não existem recursos suficientes para realização de todas.

#### **6.2.4. *Análise Global do Projeto***

Após a análise do projeto concebido e a ser implementado pela Embasa, buscou-se identificar as categorias e variáveis contempladas em seu processo de elaboração.

No Quadro 15 são apresentadas em vermelho com um asterisco as ações a serem desenvolvidas pelo Projeto.

**Quadro 15 - Variáveis apresentadas no projeto de efficientização energética do Parque da Federação**

Categorias analíticas	Variáveis
<b>Fatores Técnicos</b>	Implantar sistema de medição hidráulica e elétrica em cada unidade* operacional
	Incentivar o uso de medição individualizada
	Implantar válvulas redutoras de pressão
	Implantar <i>boosters</i>
	Realizar simulação hidráulica da rede distribuidora por modelos computacionais
	Implantar novas tecnologias de manutenção para as tubulações
	Implantar/desenvolver sistema comercial
	Implantar sistema de informações de água e eficiência energética*
	Automatizar leitura, entrega de contas e atualização do cadastro comercial
	Implantar conversores de frequência
	Implantar bancos capacitores
	Implantar alternativas para a geração/suprimento de energia
	Estabelecer o controle automático do sistema*
	Substituir equipamentos obsoletos*
<b>Fatores Operacionais</b>	Substituir tubulações antigas
	Controlar as pressões no sistema
	Controlar os extravasamentos e vazamentos nos reservatórios
	Realizar pesquisa de vazamentos
	Reduzir o tempo de reparo de vazamentos
	Realizar a setorização da rede distribuidora
	Manter cadastro operacional atualizado
	Manter cadastro comercial atualizado
	Monitorizar as variáveis hidráulicas em tempo real em contraposição a operação empírica*
	Adequar hidráulicamente e eletricamente os sistemas*
	Adequar e estabelecer a aferição da macromedição
	Realizar manutenções periódicas nas tubulações e acessórios
	Realizar manutenções periódicas nos equipamentos
	Adequar e estabelecer a aferição da micromedição
	Combater fraudes
	<b>Fatores Administrativos</b>
Compatibilizar setorização com zoneamento comercial	
Estabelecer ações operacionais para o controle do consumo com energia elétrica*	
Estabelecer grade de treinamento específico para perdas de água e eficiência energética nos níveis básico, técnico e superior	
Promover programas de manutenção e assistência técnica para a racionalização do uso da água e energia	
Melhorar a imagem da empresa frente à sociedade	
Contratar consultores especializados em cada área fim	
Destinar espaço físico adequado para as equipes de trabalho	
Contratar equipe de suporte e logística	

Legenda:

\*Ações a serem desenvolvidas pelo programa

**Quadro 15 - Variáveis apresentadas no projeto de efficientização energética do Parque da Federação (continuação)**

Categories analíticas	Variáveis
Fatores Administrativos	Promover os materiais e equipamentos necessários para as ações
	Estabelecer ações administrativas para o controle do consumo de energia elétrica
Fatores Gerenciais	Buscar financiamentos para sistemas em operação
	Buscar financiamentos para novos sistemas
	<b>Reduzir Custos*</b>
	Estabelecer política interna de perdas de água e eficiência energética
	Propor e implementar as bases legais
	Estabelecer objetivos e metas com o devido acompanhamento das mesmas desdobrando para água e eficiência energética
	Estabelecer reuniões periódicas
	Estabelecer protocolos de coleta e análise de dados
	Promover o gerenciamento da rede distribuidora
	Desenvolver parceiras com outras instituições na área de perdas de água e eficiência energética
	Desenvolver novos projetos focados nas ações de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer indicadores de desempenho para água e energia
	Promover contratos específicos de performance
	Promover incentivos e recompensas a equipe
	Realizar planejamento (inclusive financeiro) para ação contínua no controle de perdas de água e eficiência energética
	Designar equipes específicas para atuação na área de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer política de combate às fraudes
	Promover equipe de efficientização descentralizada, com gerente do processo com autonomia interdepartamental
<b>Desenvolvimento de estudos e programas de avaliação de novas tecnologias para perdas de água e eficiência energética*</b>	
Promover gestão integrada e participativa com estabelecimento de reuniões periódicas	
Fatores Ambientais	Reduzir retirada de água dos mananciais
	Minimizar a geração de esgotos domésticos
	Reduzir emissões atmosféricas
	Promover o cumprimento da legislação de recursos hídricos
Fatores Sociais	Melhorar a qualidade de vida da população
	Melhorar a saúde da população
	Promover programas de educação ambiental para uso racional de água e energia
	Estabelecer canais de comunicação entre a empresa e os usuários
	Reduzir a tarifa de água e esgoto por meio das reduções de gastos com as ações de perdas de água e eficiência energética
	Gerar novos empregos

Legenda:

**\*Ações a serem desenvolvidas pelo programa**

Pode-se observar no Quadro 15 que o projeto estudado contempla uma abordagem técnica/operacional, deixando de incorporar ações relacionadas às categorias gerenciais, administrativas, além da social e ambiental.

O projeto analisado destaca-se por ser um esforço da Embasa voltado para a eficiência energética. Porém, suas características se aproximam também a de um programa de controle de perdas de água onde são observadas ações como o a regulação de pressões na rede distribuidora, por meio do uso de conversores de frequência, e também o controle do extravasamento de reservatórios.

Destaca-se a realização de medições das grandezas hidráulicas e elétricas em todas as etapas do projeto que subsidiam as tomadas de decisões pelos técnicos responsáveis pelo desenvolvimento do projeto.

O projeto em questão foi apresentado no 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental recebendo o Prêmio "Gestão Eficiente de Energia Elétrica e Água" outorgado pela ABES/Eletrobrás (Procel Sanear).

Não foi observado o acompanhamento do sistema proposto por meio de indicadores de eficiência.

O desenvolvimento do Projeto em questão foi realizado de forma intersetorial, onde atuaram o Departamento de Eficientização Energética, o Departamento de Produção, o Departamento de Projetos e também a Unidade Regional responsável. Esse ponto se caracteriza como muito importante devido à interação entre os diversos setores envolvidos na discussão de uma solução operacional fora do modelo convencional de projetos.

As ações decorrentes deste Projeto podem ser estendidas a uma variedade de outros parques da Embasa, tanto na Capital quanto no interior do Estado, já que os conceitos de projeto e operação empregados podem também ser aplicados em outras unidades de distribuição de água tratada. Assim, o desenvolvimento do Projeto foi voltado apenas no Parque da Federação, porém poderá servir, após a avaliação de seus resultados, para guiar a concepção de ações mais duradoras e de abrangência maior, considerando as especificidades locais.



O Quadro 16 mostra um resumo das características gerais dos 2 projetos apresentados nos Itens 6.1 e 6.2.

#### Quadro 16 - Características gerais dos Projetos de eficiência energética

<b>Convênio ECV-017/2004:</b> <b>Eletrobrás</b>	<b>Projeto de Eficiência energética do</b> <b>Parque da Federação (R15)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIAA da Teodoro Sampaio/R1 Duna, localizada no Parque da Bolandeira em Salvador.</li> <li>• Atividades de redução de consumo e demanda de energia elétrica, além da otimização operacional da Estação Elevatória de Água Tratada Teodoro Sampaio/R1 Duna.</li> <li>• Junho/2004 a abril/2008.</li> <li>• O valor desembolsado foi de R\$ 879.871,79.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvido na zona de abastecimento 2 do SIAA de Salvador, Unidade Regional da Federação.</li> <li>• Atividades de redução de consumo e demanda de energia elétrica.</li> <li>• O período de implantação do projeto é de março/2012.</li> <li>• O valor previsto para implementação do projeto é de R\$ 1.144.662,31.</li> </ul>

O Quadro 17 apresenta um resumo das análises realizadas para cada Projeto. Em vermelho são assinalados alguns pontos que se destacam nos Programas analisados nos Itens 6.1 a 6.2.

#### Quadro 17 - Análise global dos Projetos de eficiência energética

<b>Convênio ECV-017/2004:</b> <b>Eletrobrás</b>	<b>Projeto de Eficiência energética do</b> <b>Parque da Federação (R15)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Existência de planejamento prévio (ações gerenciais).</b></li> <li>• <b>Realização de medições hidráulicas e elétricas por equipamentos.</b></li> <li>• Substituição de equipamentos obsoletos e recuperação de equipamentos com baixos rendimentos.</li> <li>• Cadastro operacional atualizado.</li> <li>• Acompanhamento de indicadores antes e depois do convênio.</li> <li>• Tempo elevado para conclusão das ações.</li> <li>• Adaptação da cultura organizacional (operacional e suprimento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordagem técnica/operacional.</li> <li>• <b>Projeto integrado de perdas de água e eficiência energética.</b></li> <li>• Medições das grandezas hidráulicas e elétricas.</li> <li>• Utilização de conversores de frequência e transmissores de pressão.</li> <li>• Utilização de sistema de automação.</li> <li>• Poucas ações gerenciais.</li> </ul>

## 7. POLÍTICA DA EMBASA REFERENTE ÀS PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Esse item objetiva analisar o plano global estratégico da Embasa referente às perdas de água e eficiência energética.

A Embasa possui um planejamento estratégico para quatro anos que estabelece uma visão futura da Empresa, normalmente associada ao período de uma gestão de governo (EMBASA, 2011d).

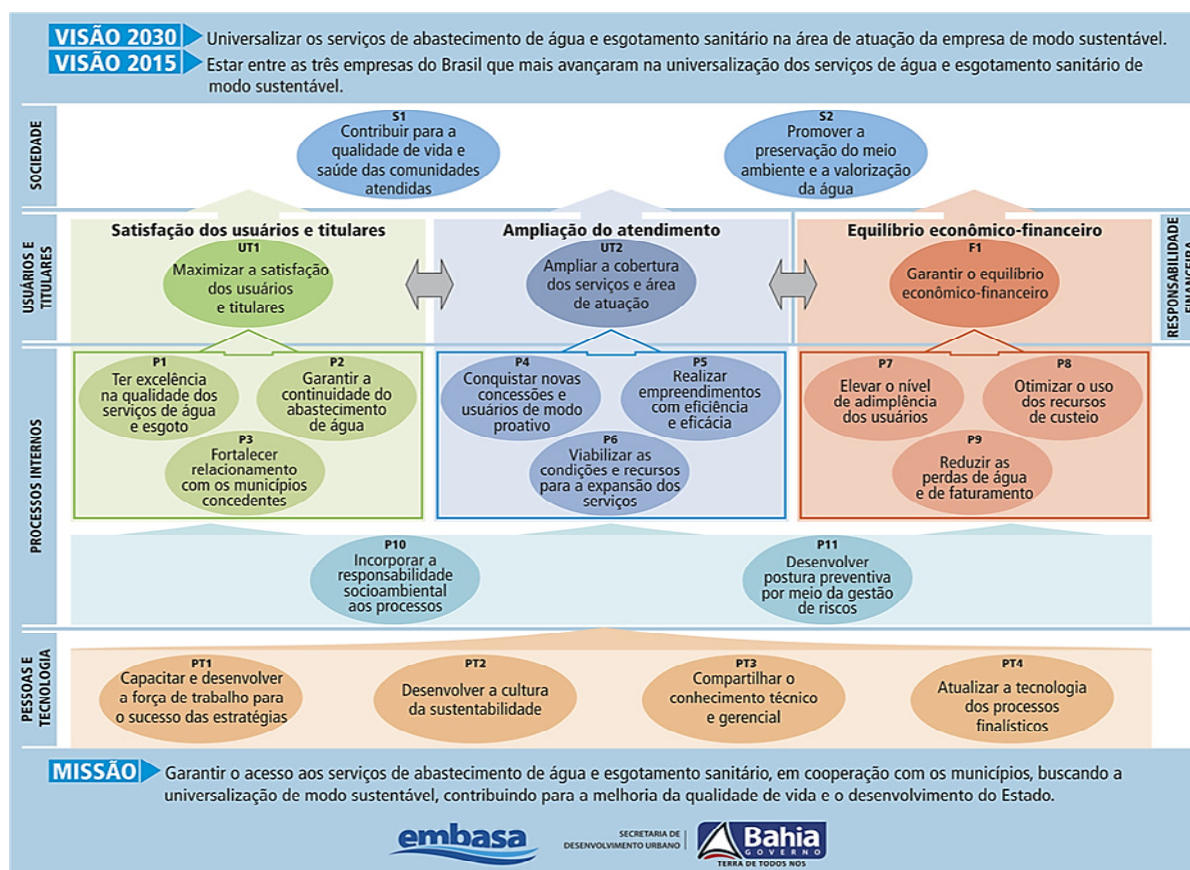
O Planejamento Estratégico 2008-2011 foi marcado pelo desenvolvimento de um novo modelo de gestão estratégica baseado no *Balanced Scorecard* - BSC<sup>5</sup>. As estratégias foram traçadas num contexto de mudanças significativas na área de saneamento básico, impostas pela Lei nº 11.445, de 05/01/2007, a Lei Nacional de Saneamento Básico; por seu Decreto de Regulamentação nº 7.217, de 22/06/2010; e pelos desdobramentos do arcabouço legal federal que resultaram na Bahia na Lei nº 11.172, de 01/12/2008, Lei Estadual de Saneamento Básico, que instituiu a Política Estadual de Saneamento Básico. Essa Lei atribui à Embasa papel relevante como órgão executor, inclusive com a consolidação do Programa Água para Todos, do Governo do Estado da Bahia, no qual a Empresa é a principal executora.

No período 2012-2015 o modelo de gestão estratégica utilizado como referência também foi o *Balanced Scorecard* - BSC, devidamente adaptado às especificidades e ao contexto da atuação da Embasa, onde cerca de 200 profissionais (diretores, assessores, superintendentes, gerentes de departamento, gerentes de Unidades Regionais, gerentes de divisão e técnicos), por meio de cinco oficinas finalizaram a construção do Planejamento Estratégico.

---

<sup>5</sup> BSC é uma sigla que pode ser traduzida por Indicadores Balanceados de Desempenho, é uma metodologia de medição e gestão de desempenho estratégico desenvolvida pelos professores da Harvard Business School, Robert Kaplan e David Norton, em 1992. O Balanced Scorecard reflete o equilíbrio entre objetivos de curto e longo prazo, entre medidas financeiras e não-financeiras, entre indicadores de ocorrências e, ainda, entre as perspectivas interna e externa de desempenho. Esse conjunto abrangente de medidas serve de base para o sistema de medição e gestão estratégica por meio do qual o desempenho organizacional é mensurado de maneira equilibrada sob as perspectivas definidas no mapa estratégico (EMBASA, 2011d).

A Figura 39 mostra o mapa estratégico da Embasa no período 2012-2015. Esse mapa tem o objetivo principal de descrever e comunicar a estratégia organizacional, representando-a graficamente por meio de temas e objetivos distribuídos pelas perspectivas e interligados por relações de causa e efeito.



Fonte: Embasa, 2011d

**Figura 39 - Mapa estratégico da Embasa para o período 2012-2015**

Analisando a Figura 39, observa-se que os temas estratégicos correspondem a conjuntos de objetivos do mapa estratégico, pertencentes a mais de uma perspectiva, que guardam estreita relação entre si e configuram eixos de atuação na gestão estratégica para o alcance da Visão Estratégica. A análise dos cenários no processo de construção do Planejamento Estratégico 2012-2015 permitiu a identificação de direcionadores estratégicos dos quais emergiram três temas: satisfação dos usuários e de titulares dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário; ampliação do atendimento; e equilíbrio econômico-financeiro.

Para cada Perspectiva "Sociedade; Usuários e Titulares; Processos Internos; Pessoas e Tecnologias" foram desdobrados respectivos objetivos estratégicos que

são acompanhados por indicadores de desempenho. Na Perspectiva Processos Internos observa-se que o Objetivo Estratégico P9 tem como resultado buscar reduzir as perdas de água e de faturamento.

De acordo com Embasa (2011d, p. 23 grifo nosso), tem-se para o Objetivo Estratégico P9:

A redução das perdas físicas de água repercute diretamente no custeio de sua produção e distribuição e no processo de ampliação do atendimento, uma vez que diminui os gastos com energia elétrica e produtos químicos e resulta em maior disponibilidade de água para a expansão dos sistemas existentes. O combate as perdas comerciais, associadas a fraudes e irregularidades, contribuem para a apropriação do faturamento real dos serviços prestados e, por esta razão, é fundamental para o equilíbrio econômico-financeiro da empresa.

Como indicadores de desempenho foram definidos: Água Não Faturada (ANF) e Índice de Perdas por Ligação (IPL).

O estudo da efficientização energética em todo o planejamento estratégico da Embasa se encontra no item perdas de água. Isso demonstra que a questão da eficiência energética continuou a ser abordada de forma inadequada pela Alta Direção, uma vez que esta ação está apenas vinculada às ações de perdas de água. Esse abordagem referenda as observações do item 9 a seguir apresentado, quanto à necessidade da promoção de ações integradas de efficientização de água e energia, devendo a estrutura administrativa refletir esta concepção.

Outra questão a ser destacada refere-se à ausência de proposição de indicadores de desempenho para a eficiência energética. Sendo assim, espera-se obter resultados no campo da eficiência energética apenas como uma consequência das ações em perdas de água. De acordo com Silva *et al.* (2009), os indicadores de eficiência energética deverão estar alinhados aos objetivos estratégicos do prestador do serviço, o que não se observa no novo planejamento estratégico (2012-2015). Assim, repete-se uma falha do planejamento anterior. Gomes (2007) reforça essa abordagem quando afirma que é necessário que sejam induzidas novas posturas gerenciais nos projetos, com a inserção de indicadores ajustados; utilização de modelos hidráulicos visando solidificar as ações; e desenvolvimento de tecnologias de gerenciamento integrado das perdas reais e aparentes de água e o uso eficiente de energia elétrica.

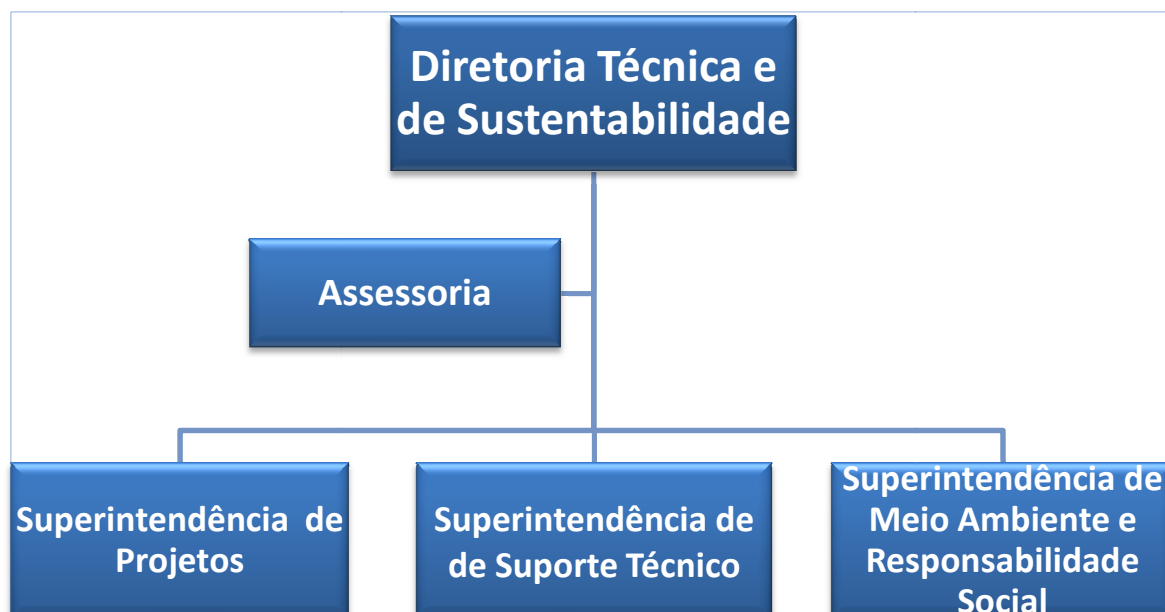
Outro aspecto a ser analisado são as iniciativas estratégicas para atingir os objetivos. Considerando o objetivo estratégico P9 tem-se as seguintes iniciativas:

- Sistematizar ações de combate a fraudes e irregularidades.
- Desenvolver programa de recuperação de ligações inativas.
- Desenvolver programa de atualização tecnológica dos processos finalísticos (EMBASA, 2011d).

Comparando com as variáveis apresentadas no Quadro 7 do item 3, conclui-se que as iniciativas propostas pela Embasa para atingir seus objetivos na área de perdas se encontram reduzidas às questões comerciais e tecnológicas, abordagem que já foi questionada por ASE (2002), ASE (2007) e PMSS (2007) quanto à dificuldade do êxito do tratamento das ações de maneira isolada.

Além da política da Empresa dever tratar a questão das perdas de água e da eficiência energética nas suas diversas dimensões (técnica, operacional, administrativa, gerencial, econômico-financeira, social e ambiental), também se faz necessário o entendimento pela Alta Direção da necessidade de uma abordagem conjunta das ações de efficientização de água e energia.

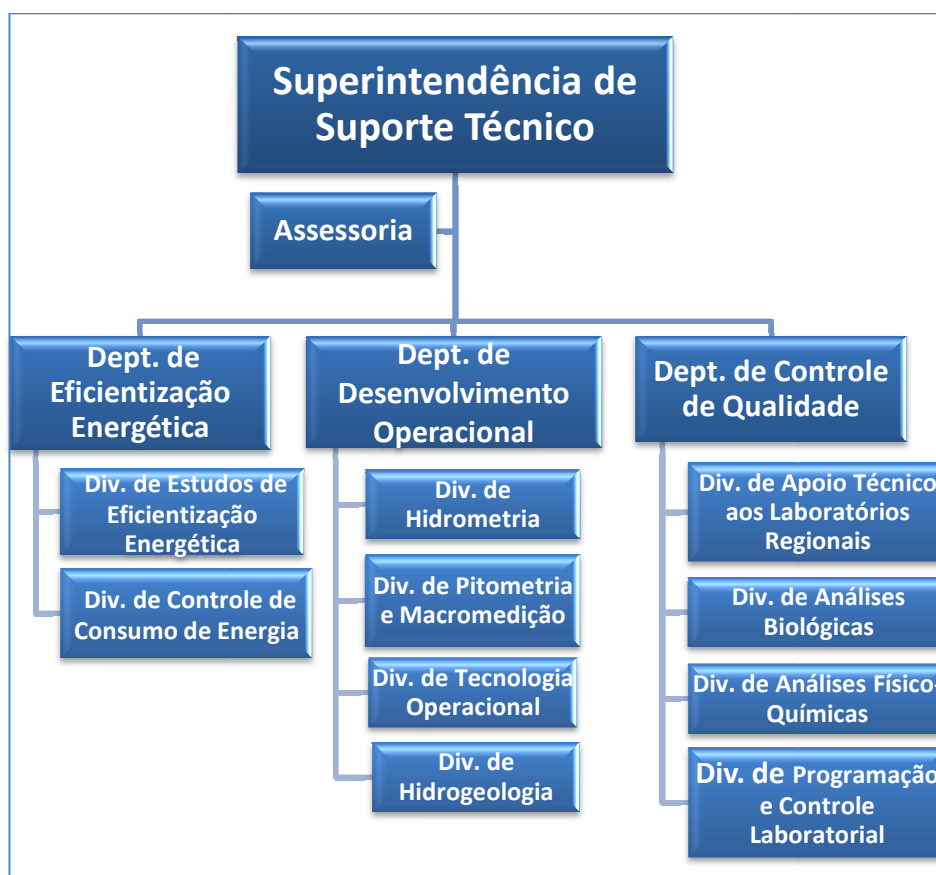
O desenho organizacional da Embasa, revisto em dezembro/2011, apresenta uma estrutura que busca atender também a gestão das perdas de água e eficiência energética (EMBASA, 2011d). Foi criada a Diretoria Técnica e de Sustentabilidade (Figura 40), que em sua estrutura possui uma Superintendência de Suporte Técnico, com atribuições de realizar a gestão das perdas de água e de eficiência energética.



Fonte: Embasa, 2011d

**Figura 40 - Organograma da Diretoria Técnica e de Sustentabilidade**

A Figura 41 mostra o organograma da Superintendência de Suporte Técnico.



Fonte: Embasa, 2011d

**Figura 41 - Organograma da Superintendência de Suporte Técnico**

Com base na Figura 41, nota-se que existe um Departamento de Eficientização Energética e o Departamento de Desenvolvimento Operacional onde se planejam as ações de perdas de água. Ambos os Departamentos já existiam na estrutura organizacional da Embasa, porém na reestruturação foram transferidos da Diretoria de Operações para a nova Diretoria Técnica a qual possui a característica primordial de concepção e planejamento. As ações de controle de perdas de água e eficiência energética continuam sendo implementadas pelas Unidades Regionais, vinculadas às Diretorias de Operações (Norte, Sul e Metropolitana), e executadas pelas Divisões de Operação e Manutenção, respectivamente.

Segundo ASE (2002), o gerenciamento das questões de eficientização de água e energia deve ser realizado por meio de um "gerenciamento em equipe". Esse gerenciamento só ocorrerá se a Superintendência de Suporte Técnico consiga desempenhar o papel de planejar e coordenar as ações de controle de perdas de água e eficiência energética que serão executadas pelas Unidades Regionais. Espera-se que esse papel seja realmente exercido pela equipe da Superintendência de Suporte Técnico, com a criação de uma estrutura de planejamento que possa coordenar de forma integrada as ações de perdas de água e eficiência energética.

Como as equipes das Superintendências da Diretoria Técnica ainda não estão formadas e devido ao pouco tempo de criação da Superintendência de Suporte Técnico, ainda não é possível avaliar os avanços da nova estrutura organizacional.

### **7.1. Política da Embasa referente às perdas de água**

Um desafio para os prestadores de serviço público de abastecimento de água é a adoção de tecnologias e práticas para o uso racional dos recursos hídricos e controle de perdas em sistemas de abastecimento, com a operação eficiente e comercialização adequada da água. Em termos qualitativos, exige-se a preservação dos mananciais e o controle da qualidade da água para consumo humano. O atendimento a esses requisitos proporcionará uma maior eficiência e eficácia da gestão dos sistemas de abastecimento de água, buscando garantir sua sustentabilidade e, conseqüentemente, a universalização dos serviços.

Durante os 40 anos de existência da Embasa, o controle das perdas de água nos maiores sistemas de abastecimento de água sempre foi um problema a ser

enfrentado. Ao longo desses anos, no decorrer das ações da rotina operacional e nos investimentos projetados, as perdas, nas suas várias formas e causas, buscavam ser identificadas e combatidas do modo mais eficaz e efetivo possível.

Desde a década de 90, associado ao Planejamento Estratégico da Embasa são concebidos Programas Setoriais Estratégicos relativos às atividades "fim e meio" da organização. Na área operacional e comercial (fim), o Programa Estratégico Setorial, que é denominado de Programa de Desenvolvimento Operacional (PDO), compreende as atividades estratégicas (Sub Programas) de redução e controle de perdas nas suas diversas formas, além de melhoria operacional. O Programa apresenta o diagnóstico operacional, comercial e/ou financeiro, define os objetivos e metas, além das estratégias a serem seguidas para alcançar os resultados estabelecidos ao longo do tempo e os mecanismos de gestão e controle do processo na organização.

O Programa de Desenvolvimento Operacional (PDO) é um componente do planejamento estratégico da Embasa desenvolvido para o período de 2010 a 2013, visto que o Planejamento Estratégico de 2012-2015 foi publicado em dezembro/2011. Segundo Embasa (2010b), esse Programa tem como referencial o Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD), firmado em 26 de maio de 2008 e aditado em junho/2009 entre a Embasa e o Governo Federal, por meio do Ministério das Cidades, com a interveniência da Caixa Econômica Federal (CAIXA) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Federal e Social (BNDES). Esse acordo, tem como objetivo a melhoria do desempenho institucional e operacional da Embasa, com a elevação da qualidade, eficiência e eficácia da prestação de serviços.

O PDO se baseia no Planejamento Estratégico da Embasa estabelecido para o período 2008-2011 e no marco legal estabelecido pela Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), que promoveu mudanças não só na forma de gestão dos prestadores de serviços públicos de saneamento básico, como na sua relação com o usuário e o poder concedente (prefeituras municipais).

Segundo Embasa (2010b, p. 9) foi constatado que:

Atualmente, na Embasa existe um desalinhamento em torno da problemática de perdas, a ponto das Superintendências seguirem determinados caminhos isolados, mas por exigência das metas apresentadas do que para atender a necessidade de se combater um mal



estratégico. As perdas têm corroído uma parcela da receita da empresa e esse valor não tem sido apropriado adequadamente. Situação essa que assume conseqüências ruins. Foi constatado o desconhecimento desta questão por parte significativa dos colaboradores, principalmente, dos que compõem a área operacional e comercial.

Baseando-se nessa afirmativa, em junho de 2009, foi nomeado um Grupo de Trabalho de caráter intersetorial (Comunicado nº 182/2009 – DP), para discutir o tema de redução e controle de perdas na Embasa e apresentar a proposta de um programa para redução de perdas de água em sistema de distribuição (EMBASA, 2009a). A constituição do Grupo foi motivada pela necessidade de se buscar um diagnóstico da situação atual e o alinhamento das ações, o que culminou na elaboração do PDO (2010-2013).

#### **7.1.1. Atuação do Grupo de Trabalho**

Conforme Embasa (2010b), como não existe um programa institucional voltado para o controle de perdas, ocorre um desalinhamento em torno dessa problemática, visando apenas atingir as metas anuais estabelecidas que estão aquém da necessidade de redução, estratégia insuficiente para o enfrentamento da questão. Também, por não haver destinação específica de recursos com essa finalidade, a maioria das ações desenvolvidas está em formato de “projetos piloto”, que tentam contemplar as Unidades Regionais, em pelo menos um sistema de abastecimento de água. Do conjunto das atividades desenvolvidas pelas Superintendências (Norte, Sul e Metropolitana) e pelas Unidades Regionais pode-se perceber que não existe uma metodologia adequada para a implementação das ações nas diferentes regiões do Estado.

Considerando-se as ações desenvolvidas e os resultados alcançados foi avaliado pelo Grupo de Trabalho que existem diversas causas para produzir o patamar atual de perdas, entre as quais foram destacadas (EMBASA, 2010b, p. 31):

- Falta de planejamento estratégico voltado para investimento a médio e longo prazos em perdas de água e de faturamento.
- Falta de metodologia planejada para as ações de redução e controle de perdas nos sistemas.
- Mão de obra necessitando de melhor qualificação.
- Tradicionais causas que decorrem de projetos inadequados, obras com imperfeições, operação e manutenção com deficiências e problemas de especificações técnicas e controle de qualidade no suprimento de materiais e equipamentos.
- Falta de implantação de novas tecnologias.

- Investimento insuficiente em atividades de combate às perdas.

Observa-se que todos os aspectos listados pelo Grupo de Trabalho fazem parte de ações gerenciais que foram listadas no Quadro 7 do Item 3 da presente dissertação.

No Item 9 que avalia a percepção dos funcionários que atuam na área de perdas de água é apresentado também como resultado a falta de planejamento e de ações gerenciais; a necessidade de capacitação do corpo técnico; problemas de projeto e operacionais; ausência de novas tecnologias; e dificuldade na obtenção de recursos para ações contínuas na área de perdas de água, fato esse que reforça a avaliação realizada pelo Grupo de Trabalho que elaborou o PDO (2010-2013).

Também constatou-se que a Região Metropolitana de Salvador dispõe dos maiores índices de perdas, sendo a área que necessita da concentração dos esforços para a obtenção de resultados mais expressivos. Além disso, foram destacados alguns problemas transversais como, por exemplo (EMBASA, 2010b, p. 31):

- Falta de comunicação e entrosamento entre a Divisão Comercial e Operacional das Unidades Regionais.
- Falta de cadastro técnico e comercial atualizado, especialmente em grandes sistemas como o SIAA de Salvador.
- Problemas na definição de metas corporativas e sistemas com perdas que não refletem a realidade.
- Deficiências no COPAE, que ainda apresenta dados operacionais coletados imprecisos.

A Embasa (2010b) ainda afirma que o COPAE, apesar de ser uma preciosa ferramenta gerencial, que apresenta os dados oficiais da Empresa com relação às suas perdas, ainda conta com fragilidades que se constituem em pontos que devem ser mais bem observados, tais como:

- Dados operacionais de entrada, que dependem dos Escritórios Locais e Unidades Regionais e cujas informações nem sempre são confiáveis, às vezes por problemas nos equipamentos (aferição, manutenção, dentre outras) e outras por falhas humanas.
- No COPAE ainda é possível ver sistemas com ANC zero ou negativo, situação impossível de ocorrer em campo.

Esse fato referenda a relevância da inspeção de campo prevista e realizada neste estudo, cujos resultados estão apresentados no Item 10, uma vez que buscou trazer à tona a qualidade e confiabilidade das informações que alimentam os sistemas de informação da Embasa, por meio de um estudo exploratório.

### **7.1.2. Ações Estratégicas (2010 - 2013)**

No período 2010 a 2013 foi previsto pelo PDO que a Embasa implementaria as seguintes ações estratégicas (EMBASA, 2010b, p. 61 e 62):

- Macromedição e Pitometria – expansão e melhoria dos dispositivos de medição no processo.
- Micromedição – expansão da medição dos consumos, manutenção corretiva e preventiva e melhoria do desempenho dos hidrômetros.
- Planejamento e controle operacional – desenvolvimento de ações integradas de redução e controle de perdas físicas ou reais e aparentes de água nos maiores sistemas de abastecimento do estado, dando prioridade aos sistemas com as águas não faturadas anuais elevadas, inclusive com implantação de setorização de controle operacional e distritos pitométricos com melhoria do cadastro técnico e comercial da rede distribuidora e ampliação e manutenção da rede de hidrômetros, inclusive com combate às fraudes nos ramais prediais.
- Revisão do cadastro comercial – desenvolvimento de ações com uso dos recursos de geoprocessamento, nos maiores sistemas e naqueles críticos em termos de faturamento.
- Controle da qualidade da água e dos processos de tratamento de esgotamento sanitário – incorporação de equipamentos e materiais ao processo de controle e melhoria das instalações físicas do Laboratório Central e das Unidades Regionais e do controle dos processos de tratamento.
- Telemetria e telecomando de unidades operacionais – implantação de telemetria (coleta, transmissão, tratamento e uso dos dados), telecomando operacional à distância e / ou controle automático local nos cinco maiores sistemas de abastecimento de água do estado.
- Melhoria da eficiência do faturamento e arrecadação e do atendimento ao público – desenvolvimento de atividades para elevar a eficiência da cobrança; recuperar e controlar ligações inativas e de ampliação do mercado usuário (consumidores) e melhorar o controle das informações e informatização da programação e acompanhamento das equipes de campo terceirizadas e indicadores de desempenho.
- Pesquisas operacionais (Novas Tecnologias) - desenvolvimento de pesquisas operacionais referentes à melhoria de ramais prediais; dimensionamento de hidrômetros para grandes consumidores; pesquisa com novos hidrômetros (eletromagnético, velocimétrico classe C e volumétrico); melhoria da aplicação do controle operacional nas fases de projeto e construção dos sistemas; uso de equipamentos mais eficazes e produtivos na operação e comercialização e uso de novos medidores de vazão e pressão; e controle de qualidade mais apurado desses medidores com incorporação de laboratório de hidrometria.
- Revisão de critérios de projeto e construção (controle de perdas de água) - planejamento para redução das perdas na origem, envolvendo as áreas de projeto, obras e suprimento.
- Capacitação de pessoal (Desenvolvimento Operacional) - ação continuada de capacitação de pessoal no sentido teórico (transmissão do conhecimento) e principalmente prático. Em cada atividade de redução e controle de perdas também deverão ser definidas as ações de treinamento de pessoal necessárias e avaliados os resultados alcançados com a capacitação da mão de obra.
- Comunicação – controle de perdas de água – divulgação continuada sobre as ações de redução e controle de perdas, dos resultados alcançados e efetivação de campanhas de conscientização dos usuários voltadas para o combate ao desperdício e economia do uso da água.

Todas as ações estratégicas são fundamentais para o sucesso do Programa de Desenvolvimento Operacional (2010-2013) concebido e são contempladas no Quadro 7 do Item 3 da presente dissertação, com exceção do controle da qualidade da água e dos processos de tratamento de esgotos sanitários que não possui vinculação efetiva com o controle de perdas de água e foi considerado por ser uma atribuição direta de um dos Departamentos responsáveis pela elaboração do PDO que é a coordenação do Laboratório Central da Embasa.

Observa-se que as ações estratégicas citadas reforçam a característica operacional do Grupo de Trabalho, vinculada com suas atividades na área de perdas de água. Reforça-se aqui que sem o envolvimento da Alta Direção da Embasa, buscando dentro de suas estratégias e diretrizes o planejamento dessas atividades, todas as ações são fadadas ao insucesso.

Não foram registradas pelo Grupo de Trabalho ações estratégicas relativas aos aspectos ambientais e sociais. O Programa de Desenvolvimento Operacional com seu viés técnico/operacional não desenvolveu atividades nessas áreas, visando melhorar a atuação da Embasa na questão das perdas de água.

### **7.1.3. Acordo de Melhoria de Desempenho**

Para o período 2009 a 2013 foi firmado um Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD) com o Ministério das Cidades (Anexo A), no qual a Embasa se compromete a atingir pelo menos quatro das oito metas propostas, como condição para continuar tendo acesso aos recursos do Governo Federal, como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), dentre outros.

Os objetivos gerais definidos no Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD) foram (EMBASA, 2010b):

- Redução do Índice de Perda de Faturamento.
- Redução do Índice de Evasão de Receitas.
- Redução do Índice de Perdas por Ligação.
- Redução dos Dias de Comprometimento com as Contas a Receber.
- Aumento do Índice de Produtividade de Pessoal Total.
- Aumento do Índice de Hidrometração.

- Aumento do Índice de Macromedição.
- Aumento da Disponibilidade de Caixa.

Na Tabela 20 são discriminadas todas as metas do Acordo de Melhoria de Desempenho firmadas com o Ministério das Cidades para toda a área de abrangência de atuação da Embasa. Destaca-se os itens 4 e 5 da Tabela 20 que dizem respeito aos indicadores relacionados com as perdas de água.

**Tabela 20 - Metas do Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD) no período de 2009 - 2013**

Item	Indicador	2009	2010	2011	2012	2013
1	Indicador de Suficiência de Caixa	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0
2	Índice de Evasão de Receitas	5,3	5,0	5,0	5,0	5,0
3	Dias de Faturamento Comprometidos com Contas a Receber	103	98	93	90	90
4	Índice de Perdas de Ligação (IPL)	287,0	272,0	257,0	250,0	250,0
5	Índice de Perdas de Faturamento (ANF)	30,6	29,1	27,6	26,1	25,0
6	Índice de Hidrometração	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5
7	Índice de Macromedição	92,3	93,3	94,3	95,0	95,0
8	Índice de Produtividade de Pessoal (equivalente)	250	250	250	250	250

Fonte: Embasa, 2010b

A Tabela 21 mostra as metas de perdas de água (ANF e IPL) do Acordo de Melhoria de Desempenho firmado com o Ministério das Cidades, por superintendência e a global para toda a Embasa.

**Tabela 21 - Metas do Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD) para os indicadores de perdas de água desdobradas por Superintendência**

Ano	Região	Metas – Acordo de Melhoria de Desempenho (AMD)			
		ANF (%)		IPL (l/dia x lig.)	
		Valor Projetado. por Superintendência	Acordo - Estado	Valor Projetado por Superintendência	Acordo – Estado
2009	OM	43,7	30,6	646,0	287,0
	ON	14,8		140,3	
	OS	14,9		126,6	
	Embasa	29,8		282,6	
2010	OM	42,5	29,1	600,7	272,0
	ON	15,2		139,2	
	OS	15,0		128,2	
	Embasa	28,9		268,3	
2011	OM	40,2	27,6	553,2	257,0
	ON	15,0		140,4	
	OS	15,0		128,3	
	Embasa	27,4		254,6	
2012	OM	37,2	26,1	528,4	250,0
	ON	15,0		137,9	
	OS	15,0		129,0	
	Embasa	25,7		246,2	
2013	OM	35,1	25,0	507,5	250,0
	ON	15,0		135,8	
	OS	15,0		130,0	
	Embasa	24,6		238,9	

Fonte: Embasa, 2010b

De acordo com Embasa (2010b), foi constatado que os maiores índices de perdas de água em volume na Superintendência Metropolitana também são encontrados no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho, operado pelas Unidades Regionais de Salvador.

Na Tabela 21 pode-se observar que os valores das metas projetadas para a Superintendência Metropolitana (OM) são sempre superiores às demais superintendências, visto a complexidade da operação e a magnitude dos problemas do Sistema Integrado de Abastecimento de Água em questão.

Caso a Embasa consiga atingir as metas propostas pelo Acordo de Melhoria de Desempenho com o Ministério das Cidades (24,6%), considerando o indicador Água Não Faturada (ANF), ficaria entre os cinco melhores prestadores estaduais de serviço público de abastecimento de água do Brasil, porém ainda bem abaixo de indicadores de países desenvolvidos. Para a Superintendência Metropolitana as metas ainda são muito conservadoras, pois 35,1% de ANF em 2013, ainda representa um número muito alto considerando a média nacional. Em compensação

é sabido a dificuldade para a implementação das ações de perdas de água, principalmente nos grandes núcleos urbanos. De fato, o SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas eleva a média da Superintendência Metropolitana.

## **7.2. Política da Embasa referente à eficiência energética**

### **7.2.1. Histórico<sup>6</sup>**

Na década de 80, a Embasa criou um grupo de trabalho voltado para controle e uso racional de energia elétrica. Esse grupo foi posteriormente extinto passando sua atribuição para as Unidades Regionais sob supervisão da Diretoria de Operações por meio de suas assessorias (EMBASA, 2008b).

As atividades na área de eficiência energética começaram realmente a ter relevância na Embasa no ano de 1997, quando da privatização do prestador estadual de serviços públicos de energia elétrica, a Companhia de Eletricidade da Bahia (COELBA). Anterior a esse período, não havia um controle efetivo das faturas de energia elétrica pagas pela Embasa. Como ambas as empresas (Embasa e Coelba) eram estatais, havia a cobrança do débito, porém não se efetivava a quitação do mesmo. Algumas vezes existiam "encontros de contas financeiros" entre os valores dos serviços prestados por ambas as operadoras.

Os estudos na área de eficiência energética eram desenvolvidos pelas divisões regionais de manutenção de cada unidade regional e, em um primeiro momento, se baseavam apenas no controle das faturas de energia elétrica, buscando evitar pagamentos indevidos. Segundo Tsutiya (2001), essa realmente é a primeira das diversas ações administrativas que deve ser tomada para a gestão do consumo da energia elétrica em uma unidade operacional.

Posteriormente, as divisões regionais de manutenção, mais notadamente os seus gestores, passaram a buscar um controle mais efetivo de suas despesas, na sua origem. A partir desse momento, naturalmente, ocorreu um estímulo para a definição de um conjunto de ações iniciais para redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água, semelhante ao proposto por Tsutiya (2001).

---

<sup>6</sup> Os comentários que não estiverem referenciados nesse item advêm da experiência profissional do autor, como funcionário da Embasa e partícipe das atividades.

Era frequente entre os gestores da Embasa a busca da redução de suas despesas de exploração, em face do advento da privatização da Coelba, quando as tarifas tornaram-se mais onerosas. Nesse momento, caso as tarifas não fossem pagas no vencimento, havia o risco de suspensão dos serviços, com a conseqüente paralização dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Dessa forma, de 1999 a 2000 era comum a prática da parada de sistemas de bombeio no horário de ponta (17h00 às 21h00) e a análise detalhada das faturas de energia elétrica visando ações administrativas para redução das mesmas. Esse modelo de gestão do consumo de energia elétrica não é adequado, pois na maioria das vezes, durante a parada no período de ponta elétrico, o sistema de abastecimento de água não possui capacidade para continuar abastecendo regularmente a população, gerando reduções de pressão no sistema hidráulico e até mesmo demandas de falta de água nesse intervalo.

No ano de 2000, com a vigência da Resolução nº 456/2000 da ANEEL, que estabelecia de modo atualizado e consolidado as condições para o fornecimento de energia elétrica, a Embasa, por meio de sua Diretoria de Operações, promoveu cursos de aperfeiçoamento para os técnicos das divisões de manutenção da Empresa, visando o entendimento da legislação em vigor e a troca de conhecimento entre os técnicos envolvidos com a questão. Foram promovidas reuniões anuais onde o assunto da gestão de energia elétrica era discutido.

Apesar dessas ações, em momento algum existiu um planejamento para promover a eficiência energética e começaram a surgir conflitos entre as divisões de operação e manutenção quanto à necessidade do funcionamento dos sistemas de abastecimento de água por maior tempo, em detrimento da redução do consumo de energia elétrica.

Apenas em 01/12/2003 a Diretoria da Presidência da Embasa constituiu, por meio de uma Resolução de Diretoria, a Comissão Permanente de Política Energética (OPE) visando definir medidas de controle e racionalização de uso e custos de energia elétrica, para promover a melhor aplicabilidade da Resolução nº 456/2000 da ANEEL. A Comissão foi formalmente constituída em 13/01/2004 por meio do Comunicado 031/2004-DP. No entanto, a não incorporação das funções da Comissão na estrutura organizacional da Empresa fragilizava as ações da Comissão.



### **7.2.2. *Discutindo a política de eficiência energética na Embasa***

As principais justificativas que levaram a constituir a Comissão Permanente de Política Energética foram (EMBASA, 2003):

- Aumento das despesas com energia elétrica.
- Necessidade de intensificação e monitorização das ações desenvolvidas pela Coelba.
- Ineficiência no sistema de controle de contas de energia elétrica, não respaldando a política de redução e controle de custos desse produto, extremamente necessária na Embasa.
- Necessidade da definição de um comportamento padronizado para todos os gestores de unidades consumidoras de energia elétrica, requerendo treinamento, divulgação de cultura e avanços tecnológicos, designando grupo de trabalho como referência para solução e condução dos assuntos inerentes à energia elétrica.

Observa-se que as três primeiras justificativas que determinaram a criação da Comissão de Política Energética na Embasa tiveram um objetivo extremamente direcionado para a redução de custos operacionais. A última justificativa já apresenta um caráter mais abrangente, onde o grupo formado deveria interagir com os gestores da Empresa que atuavam na área de "redução de custos de energia elétrica", visando à divulgação da cultura e avanços tecnológicos. Esse aspecto é o principal objetivo da Comissão, considerando a atuação da mesma a médio e longo prazo. Foi esse fato que fez com que a Comissão promovesse o planejamento da política energética dentro da Embasa e que em oito anos possibilitou a criação de um departamento estruturante dentro da nova proposta organizacional aprovada e implementada no final de 2011 pela Empresa.

A Comissão Permanente de Política Energética iniciou suas atividades visando estabelecer uma nova vertente na gestão operacional da Empresa e para tanto considerou as seguintes premissas (EMBASA, 2003):

- Determinar que todos os contratos para interligação de novas unidades ou ampliação de unidades existentes fossem analisados e acompanhados pela Comissão.

- Responsabilizar-se pelo acompanhamento e controle dos investimentos realizados, devendo estabelecer procedimentos de forma a assegurar o ressarcimento dos investimentos, conforme estabelecido pela legislação vigente.

A criação da OPE se mostrava necessária visto que, o volume de investimentos em novos sistemas era crescente e conseqüentemente havia o aumento do número de unidades consumidoras de energia elétrica, ao mesmo tempo, surgiam novos questionamentos dos gestores das Unidades Regionais quanto à prestação dos serviços prestados pela Coelba, além da reclamação constantes de erros de fatura e pedidos de refaturamento por parte da prestadora de serviços de energia elétrica.

De acordo com as premissas iniciais que estabeleciam a constituição da OPE, observa-se que quando da criação da Comissão já se buscava um planejamento prévio das ações de eficiência energética. Dessa forma, de acordo com ASE (2002), a constituição da OPE marca a passagem de um gerenciamento isolado, para um gerenciamento por equipe com a perspectiva de um crescimento potencial de efficientização de suas atividades.

O esforço da Embasa no campo da eficiência energética pode ser constatado por meio da RD nº 381/2005 da Diretoria de Operações, de 02/08/2005, que determina a aquisição de produtos por parte da Embasa certificados pela Eletrobrás com "Selo Procel", a exemplo de motores, aparelhos de ar-condicionados, lâmpadas e outros equipamentos elétricos, além da notificação de substituição gradual de motores entre 15 a 100CV, para motores de "alto rendimento" (EMBASA, 2005b).

Em 20/06/2007, por meio da RD nº 291/2007 da Diretoria de Operações foi autorizada a realização de captação de recursos por parte da OPE, com criação de fundo próprio para as ações decorrentes de (EMBASA, 2007a):

- Créditos de ações de controle e penalidades legalmente impostas seriam utilizados integralmente em efficientização energética.
- Uma parcela de 30% dos recursos obtidos com a redução de despesas de energia elétrica, provenientes dos procedimentos operacionais, deveriam ser aplicados em ações de efficientização energética, a critério da Diretoria de Operações, preferencialmente nas unidades

operacionais mais carentes e nos sistemas que apresentam melhores performances em redução de despesas e consumos.

A RD nº 291/2007 (EMBASA, 2007a) estabeleceu um forte estímulo para a eficiência energética na Embasa, pois todos os recursos obtidos por meio dessas ações, pôde a partir dessa Resolução a ser revertido para um fundo específico de reinvestimento, coordenado pela Comissão, com base nas diretrizes traçadas. Como exemplo dessas iniciativas podem ser citadas as intervenções realizadas na Estação Elevatória da Alta Carga (Parque da Bolandeira); Estação Elevatória do R15 (Parque da Federação); Estação Elevatória do R25 (Parque da Goméia - São Caetano); efficientização energética do SIAA Sauípe; dentre outros projetos realizados diretamente com as Unidades Regionais e o Departamento de Manutenção de Salvador, como aquisição de bancos capacitores para correção de consumos reativos (EMBASA, 2009b).

De acordo com Embasa (2009b), mais ações não puderam ser realizadas devido ao restrito número de funcionários da Comissão.

### **7.2.3. Criação do Departamento de Eficientização Energética**

O Departamento de Eficiência Energética foi criado em dezembro/2011 com a nova estrutura organizacional implantada, vinculado à Superintendência de Suporte Técnico. Suas atribuições são (EMBASA, 2012b, p. 32):

- Subsidiar a Diretoria para as decisões de implantação de projetos e ações de uso racional da energia elétrica, objetivando redução de custos e preservação dos recursos ambientais.
- Coordenar os programas de efficientização energética definidos pela Alta Direção da Embasa.
- Ser referência técnica na busca de soluções de problemas energéticos nas unidades operacionais.
- Universalizar na empresa por meio de campanhas, a conceituação da eficiência energética na Embasa, promovendo a sensibilização dos recursos humanos da Empresa sobre a sua importância.
- Reduzir os gastos com energia elétrica, contribuindo para a melhoria da produtividade e rentabilidade da Embasa.
- Contribuir para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável da sociedade, complementando a ação de responsabilidade ambiental da Embasa.
- Gerir um banco de dados sobre a utilização do insumo "energia" pela Embasa.
- Especificar, adquirir e distribuir equipamentos e instrumentos elétricos e hidráulicos para a avaliação rotineira das unidades consumidoras de energia elétrica.
- Definição de política para racionalização do uso da energia elétrica.

- Análise crítica do fornecimento do produto.
- Promover a disseminação, dentro da Empresa, de novas tecnologias que contribuam para a melhoria da eficiência energética.
- Orientar, nos novos empreendimentos da Empresa, consultores projetistas, empreiteiros e corpo técnico da Embasa, para que concebam, projetem, especifiquem e construam instalações eficientes.
- Assessorar, por meio de coleta de dados e aconselhamento técnico, projetos e ampliação dos empreendimentos existentes e a implantação de novos, onde haja a possibilidade de utilização de conceitos de eficiência energética.
- Assessorar as Unidades Regionais e Superintendências de Obras, definindo procedimentos para as solicitações de viabilidade e interligação elétrica de novas unidades ou ampliação das existentes.
- Planejar, executar, acompanhar e avaliar os resultados das ações de efficientização energética na Embasa.
- Interagir com a Superintendência de Manutenção quanto ao funcionamento de equipamentos.
- Interagir com agências reguladoras, Eletrobrás e órgãos vinculados ao setor elétrico.

A evolução da Comissão Permanente de Política Energética para um Departamento formalmente constituído dentro da estrutura organizacional da Embasa fez com que as ações de eficiência energética tivessem mais importância dentro da Empresa. A criação de três cargos gratificados (Figura 41) e o estabelecimento das atividades dentro das divisões promoveu um fortalecimento das ações que devem ser planejadas pelo gestor do Departamento de Efficientização Energética. Com esse novo cenário espera-se que o quadro de funcionários que outrora era fator restritivo para o desenvolvimento das ações, seja ampliado já que se dispõe de uma estrutura administrativa formal.

A efetivação das atribuições do Departamento de Efficientização Energética, fortalecendo o caráter institucional da gestão energética na Embasa, tende a estabelecer o planejamento das ações de forma integrada com o Departamento de Desenvolvimento Operacional (responsável pelo planejamento das ações de perdas de água), coordenados pelo Superintendente de Suporte Técnico.

Pode-se concluir que a Embasa vem traçando um caminho na busca de fortalecer as ações a serem implementadas pelas Unidades Regionais, trazendo resultados cada vez mais satisfatórios, ao incorporar as ações de eficiência energética na cultura organizacional da Empresa, as quais são indispensáveis para a sua sustentabilidade técnica e financeira.

## **8. DISCUTINDO OS INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA RMS A PARTIR DE DADOS SECUNDÁRIOS**

### **8.1. Indicadores de perdas de água da Embasa**

Em relação às perdas de água foram realizadas análises de dados secundários extraídos do sistema de informações COPAE durante o período de 2000-2011. O COPAE é uma ferramenta gerencial para acompanhamento de indicadores de perdas específicos como a água não faturada (ANF); água não contabilizada (ANC); e índice de perdas por ligação (IPL).

A Tabela 22 apresenta os valores dos indicadores ANC, ANF e IPL da Embasa no período de 2000 a 2011.

A Embasa vem apresentando índices altos de perdas, embora no período de 2000 a 2011, tenha ocorrido decréscimo dos indicadores, mesmo havendo investimentos descontínuos e de baixa abrangência para a redução e controle.

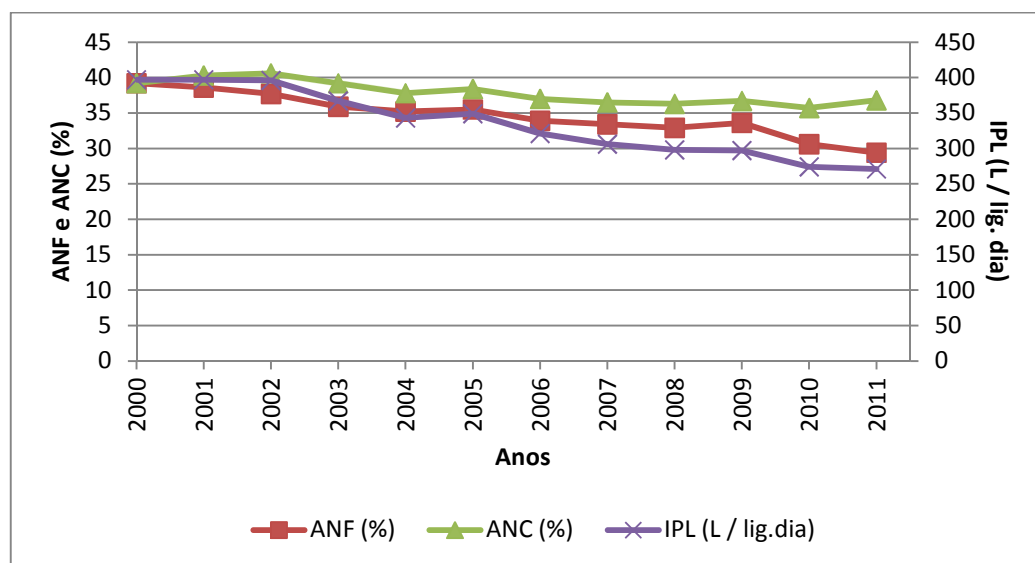
Além de o desempenho ter sido afetado pelo baixo investimento em ações de controle de perdas, o modelo de atuação da Embasa, pautado em programas com ações pontuais em "áreas-piloto", tem papel importante.

**Tabela 22 - Evolução dos indicadores ANF, ANC e IPL na Embasa**

Ano	Indicador Operacional		
	Água não Faturada Anual (ANF) (%)	Água não Contabilizada Anual (ANC) (%)	Índice de Perdas por Ligação Anual (IPL) (l/dia x ligação)
2000	39,2	39,2	397
2001	38,6	40,3	397
2002	37,7	40,6	396
2003	35,9	39,2	367
2004	35,2	37,8	343
2005	35,5	38,4	349
2006	33,9	37,0	321
2007	33,4	36,5	306
2008	32,9	36,3	298
2009	33,6	36,7	297
2010	30,6	35,7	274
2011	29,4	36,8	271

Fonte: Embasa, 2012a

A Figura 42 ilustra graficamente os números apresentados na Tabela 22.



Fonte: Embasa, 2012a

**Figura 42 - Evolução dos indicadores ANF, ANC e IPL na Embasa**

Analisando a Figura 42, pode-se observar o comportamento decrescente dos três indicadores ao longo da série analisada (2000-2011). Quanto ao indicador ANF observa-se a redução de 9,8% no período analisado. Essa diferença é justificada com o argumento de Marcka (2004) para quem o indicador de perdas de faturamento (ANF) é bastante influenciado pelo consumo menor que o mínimo ( $10\text{m}^3$ ). De fato, no período analisado, o percentual de micromedição evoluiu de 87,3% (2000) para 94,8% (2011), tendo-se o número de ligações consumindo menos que  $10\text{m}^3/\text{mês}$  ainda maior, devido à inibição no consumo provocado pelo hidrômetro (EMBASA, 2012a). Já para o indicador ANC o decréscimo foi de apenas 2,4% durante a série observada. Esse número justifica-se pelo fato de que no ano 2000 existia um ANC de 39,2% para um número de ligações ativas de 1,5 milhões, enquanto no ano 2011 o indicador era de 36,8% para 2,5 milhões de ligações ativas faturadas. Para o indicador IPL a redução foi em torno de 32% ao longo de todo o período.

Os resultados corroboram com as considerações de Werdine (2002) e Miranda (2002), para os quais o indicador em percentual não é representativo para análise. O indicador ANC teve pequena redução, enquanto o IPL, que é um indicador de desempenho, diminuiu em 32% no período analisado.

## **8.2. Análise dos indicadores de perdas de água da Embasa/RMS (SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas)**

O setor operacional da Embasa está estruturado em três Diretorias Operacionais Regionais que possuem diferentes realidades em termos de disponibilidade e gerenciamento dos recursos hídricos e que, conseqüentemente, apresentam diferentes índices de perdas.

As maiores perdas de água em volume da Embasa ocorrem na área de influência da Diretoria Metropolitana e, mais precisamente, no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas operado pelas Unidades Regionais de Salvador.

A Tabela 23 mostra que o SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas apresenta as maiores quantidades de perdas entre os sistemas operados pela Embasa no Estado.

**Tabela 23 – Perdas de água no SIAA e no Estado da Bahia**

Região ou Sistema	Volume Disp. Anual (m <sup>3</sup> )	Quant. de Ligações faturadas	Quant. de Econ. Faturadas	ANF Anual (m <sup>3</sup> )	ANC Anual (m <sup>3</sup> )	IPL Anual (m <sup>3</sup> /lig x dia)
Estado (incluindo SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas)	602.797.769	2.423.266	2.954.621	200.306.743	234.839.528	271
SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas	310.117.705	557.014	957.740	146.415.497	141.965.830	708
Relação SIAA/Estado	0,51	0,23	0,32	0,73	0,60	2,61

Analisando a Tabela 23 pode-se verificar que o volume disponibilizado para o SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas é mais do que a metade de (51%) da água distribuída pelo prestador de serviços para todo o Estado.

Destaca-se que o SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas representa cerca de 73% e 60% da ANF e ANC, respectivamente, se comparados ao estado da Bahia. Além disso, o indicador IPL é cerca de 2,6 vezes o IPL médio estadual. Esse sistema é o maior do Estado em termos de volume de água produzido, número de ligações e também em perdas de água.

A Tabela 24 apresenta os valores dos indicadores ANC, ANF e IPL para o Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, no período de 2000 a 2011.

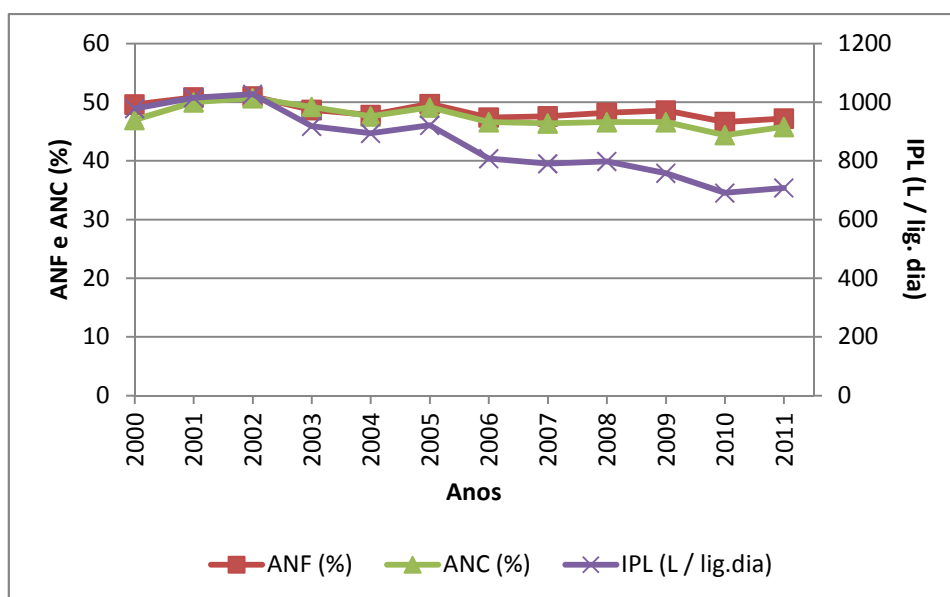


**Tabela 24 - Evolução dos indicadores ANF, ANC e IPL no SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas**

Ano	Indicador Operacional		
	Água não Faturada Anual (ANF) (%)	Água não Contabilizada Anual (ANC) (%)	Índice de Perdas por Ligação Anual (IPL) (l/dia x ligação)
2000	49,6	47,0	978,2
2001	50,8	50,0	1.015,6
2002	51,0	50,7	1.027,1
2003	48,7	49,2	917,9
2004	47,8	47,6	893,9
2005	49,7	49,1	921,3
2006	47,4	46,6	807,7
2007	47,6	46,4	790,4
2008	48,2	46,6	798,2
2009	48,6	46,6	757,8
2010	46,6	44,4	690,7
2011	47,2	45,8	708,0

Fonte: Embasa, 2012a

A Figura 43 apresenta graficamente os indicadores da Tabela 24.



Fonte: Embasa, 2012a

**Figura 43 - Evolução dos indicadores ANF, ANC e IPL no SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas**

Na Figura 43 pode-se, observar o comportamento dos indicadores ANF, ANC e IPL durante o período estudado (2000-2011). No que se refere aos indicadores ANC e ANF os valores estão em patamares elevados e ocorreu uma flutuação durante o período analisado. Do ponto de vista global verifica-se que ao longo da série estudada os resultados foram muito discretos até mesmo considerando os investimentos realizados e o fato do sistema estudado ser o mais importante do prestador de serviços, inclusive envolvendo a capital do Estado. Considerando apenas o indicador ANF a redução foi de apenas 2,4%. Nos anos de 2001 e 2002, observa-se que o indicador ANF alcançou os maiores valores, 50,8% e 51%, respectivamente, atingindo em 2005 49,7%, ainda muito elevado. Nesse período observa-se que a micromedição evoluiu de 80,20% (2000) para 89,47% (2011) (EMBASA, 2012a), uma evolução baixa para um período de uma década e diante dos investimentos já realizados em micromedição nesse sistema.

O indicador ANC se comportou de forma semelhante ao ANF, o que já era esperado, visto tratar-se de sistema com ações desenvolvidas pela mesma Superintendência. Certamente, o comportamento dos indicadores de perdas, ANC e ANF, da Embasa é influenciado pelas práticas de gestão de cada Diretoria e pelos programas implantados em cada sistema. Com isso, os resultados podem divergir. Também, nesse caso, a instalação de novos hidrômetros influenciou nos resultados.

A redução de apenas 1,2% para o indicador ANC em todo o período estudado é um resultado bastante preocupante, visto o volume de água não contabilizado, durante todo o tempo.

O indicador IPL apresentou um resultado positivo (redução de 27%) durante o período estudado, principalmente, devido ao acréscimo de novas ligações. No intervalo analisado foram acrescidas, aproximadamente, 190 mil novas ligações, notadamente, nas Unidades Regionais da Bolandeira (UMB) e Pirajá (UMJ), representando uma acréscimo de cerca de 51% de novas ligações no período analisado (COPAE, 2012). É importante destacar que o indicador sofreu redução devido, basicamente, ao aumento do número de novas ligações implantadas/recuperadas no período. Ou seja, não se pode atribuir a redução deste indicador apenas às ações de controle de perdas.

De acordo com Embasa (2012a), no período de 2010-2011 para o SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas:

- o volume distribuído aumentou 12,5%;
- o volume de Água Não Contabilizada (ANC) aumentou 9,6%;
- o número de ligações aumentou 51%.

Sendo assim, pode-se inferir que ou a Embasa está distribuindo melhor a água para um número de ligações significativamente maior, havendo a redução do IPL, ou ocorrem intermitências no abastecimento em determinadas áreas.

### **8.3. Avaliando os resultados dos Programas de perdas de água implementados no SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas**

Objetivou-se analisar a efetividade dos programas implantados e discutidos no item 5, verificando se os mesmos impactaram no desempenho de indicadores da Embasa/RMS, mais especificamente no SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas.

De acordo com Embasa (1999), até o ano de 1998 a Empresa ainda não tinha conhecimento da problemática de perdas de água da cidade de Salvador. Magalhães (2001, p. 43) considera:

Todos os envolvidos no projeto da Setorização aguardavam ansiosos a publicação das perdas, fato inédito no Brasil e na América do Sul, pelo que sabemos.

Essa ansiedade era estimulada pela cobrança de resultados por parte da Diretoria Executiva, principalmente num período em que a empresa começava a se preparar para a privatização, prevista para o ano de 2000.

Tínhamos sempre como argumento no combate às perdas a falta de conhecimento em função da grandeza do Sistema de Salvador.

No início do ano de 1999, as perdas começaram a ser calculadas na Superintendência Metropolitana de Salvador, ainda com algumas indefinições, principalmente no que dizia respeito à setorização que só foi concluída em dezembro/1999.

Segundo Magalhães (2001):

- Em 1993, o indicador ANC para o SIAA de Salvador era de 56%.
- Em 1999, o indicador ANC para o SIAA de Salvador era de 49,9%.

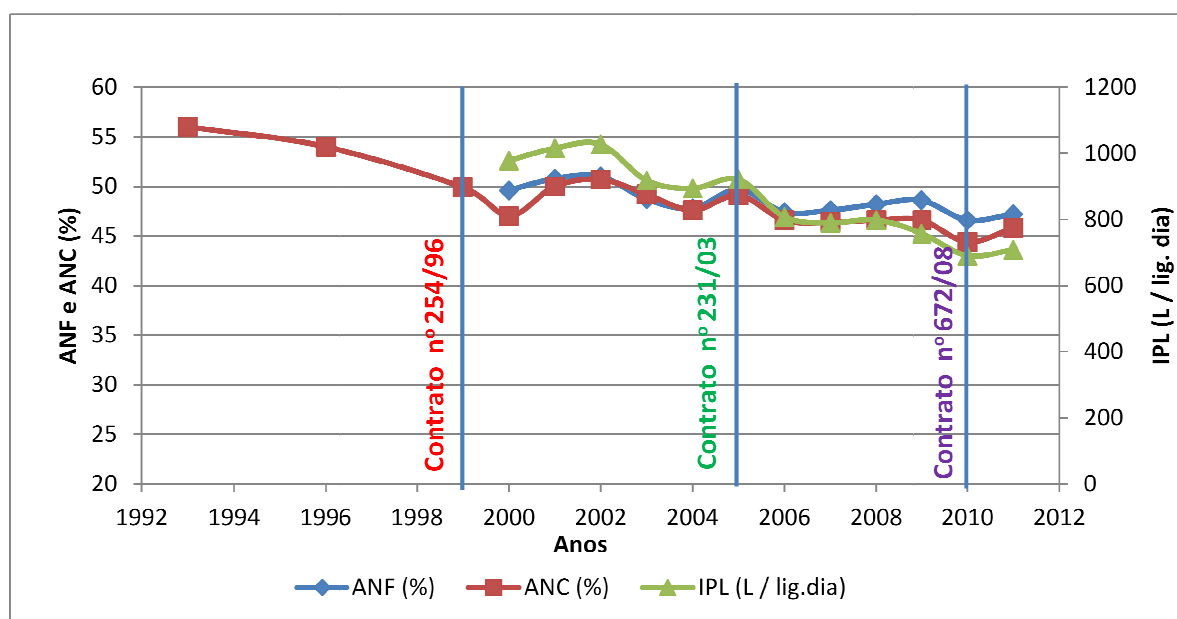
O índice de perdas anuais teve uma pequena queda nesse período (1993-1999), principalmente, pelo fato da adequação entre a "oferta vs demanda", o que permitiu

o controle da vazão de distribuição ofertada nas redes distribuidoras. Vale observar que os números dos indicadores não eram precisos, pois não existia uma setorização das zonas de abastecimento (MAGALHÃES, 2001).

Segundo Embasa (1999), o indicador ANC para o SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas calculado para o ano de 1998 era de 54%, valor extremamente alto.

O sistema COPAE só apresenta as perdas calculadas para o SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, a partir do ano 2000 (EMBASA, 2012a).

Considerando as informações disponíveis é possível verificar o comportamento das perdas de água em relação aos três programas analisados (Figura 44). Como qualquer programa não apresenta resultados de forma imediata, os mesmos foram plotados graficamente, aproximadamente um ano, após a conclusão dos trabalhos de campo.



Fonte: Embasa, 2012a

**Figura 44 – Comportamento das perdas de água no SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas**

Analisando a Figura 44 pode-se concluir que os dois primeiros Programas (Contratos nº 254/1996 e nº 231/2003) se encontram em pontos onde as perdas no SIAA estão decrescentes. O último Programa (Contrato nº 672/2008) teve sua implementação a partir de 2010, porém seus resultados foram registrados efetivamente em 2011.

Com a efetivação do Contrato nº 254/1996, o indicador ANC atinge um dos valores mais baixos, embora em patamar elevando, ao longo do período estudado (47% no

ano 2000), ou seja, logo após a implantação do Programa, houve uma queda de, aproximadamente, 3%. Esse fato coincide com o início da setorização de Salvador que aconteceu em dezembro/1999. A partir do ano 2000 o indicador ANC voltou a subir, atingindo patamares em torno de 50%, voltando a reduzir apenas por volta de final do ano 2005, justamente após a implementação definitiva do Contrato nº 231/2003. Pode-se perceber que no período de 2005 a 2007 houve inflexão na curva apresentada, após implantação da setorização, onde foram reduzidos 2,7% do indicador ANC e 132 L/lig.dia do indicador IPL, redução ainda muito baixa. Esse período coincide com a conclusão do Contrato nº 231/2003, onde houve divulgação dos resultados obtidos, treinamentos e uma forte disseminação da questão das perdas, estimulando a implantação de válvulas redutoras de pressão em toda a Embasa/RMS, conforme apresentado no item 5.2. Mesmo com essas ações as perdas mantiveram-se altas.

No período de 2007-2009 os indicadores ficaram estáveis e em patamares elevados, voltando a reduzir em meados de 2009-2010 quando já se iniciava a implantação das válvulas como atividade do Contrato nº 672/2008, as quais não foram suficientes para gerar impactos significativos.

De uma forma geral, não é possível inferir que os Programas tenham contribuído numericamente para a redução, mesmo que limitadas, dos indicadores, visto que, como foi discutido na análise de cada Programa no item 5, os resultados foram melhores dentro das zonas de abastecimento estudadas, porém de pouco significado para o SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas de uma forma global.

É importante destacar que um dos resultados indiretos dos Programas relaciona-se ao estímulo à construção de uma cultura de controle de perdas, seja ela pelo aprendizado com a empresa contratada, ou motivada por metas mais desafiadoras propostas pela Alta Direção conhecedora da implementação do Programa nas Unidades Regionais.

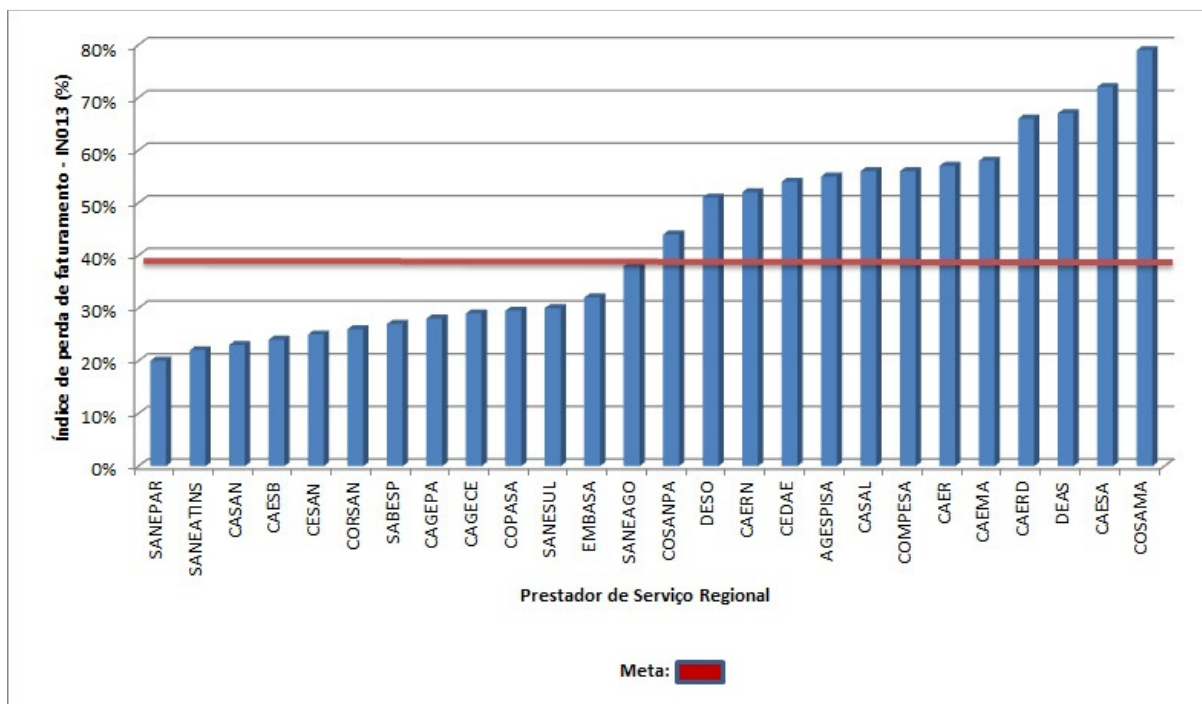
Constata-se que, durante o período dos contratos ocorreu uma pequena redução dos indicadores, passando por um período de estabilização ou leve acréscimo, até o início de um novo Programa específico.

Nesse sentido, destaca-se que o controle de perdas de água via Programas, com prazo de duração pré-determinado e área de abrangência limitada, constitui-se em uma estratégia de pouca efetividade. Os resultados indicam que é necessário empreender estratégias mais amplas e continuadas, sustentadas em forte planejamento e no engajamento não só do corpo técnico-gerencial, mas, principalmente, da Alta Direção que deve garantir recursos perenes para o desenvolvimento das ações.

#### **8.4. Comparação das perdas de água com outros prestadores de serviços de abastecimento de água**

Os indicadores de perdas de água dos prestadores de serviços de água e esgoto do Brasil são elevados, evidenciando os desafios para o enfrentamento dessa questão. Considerando as 26 prestadoras, a Embasa se encontra na 12<sup>o</sup>. posição em relação ao índice de perdas por faturamento. Com relação às empresas do Norte e Nordeste do País é superada apenas pela SANEATINS-TO e pela CAGEPA-PA. De acordo com SNIS (2011), a Embasa apresentou um índice médio de ANF de 32,2%, ANC de 38,0% e IPL de 298 L/lig.dia.

Com base na Figura 45, pode-se verificar que a Embasa encontra-se com os valores de ANF abaixo da média nacional que é de 37,1%, destacando-se, contudo, que este indicador está distante do desejado.



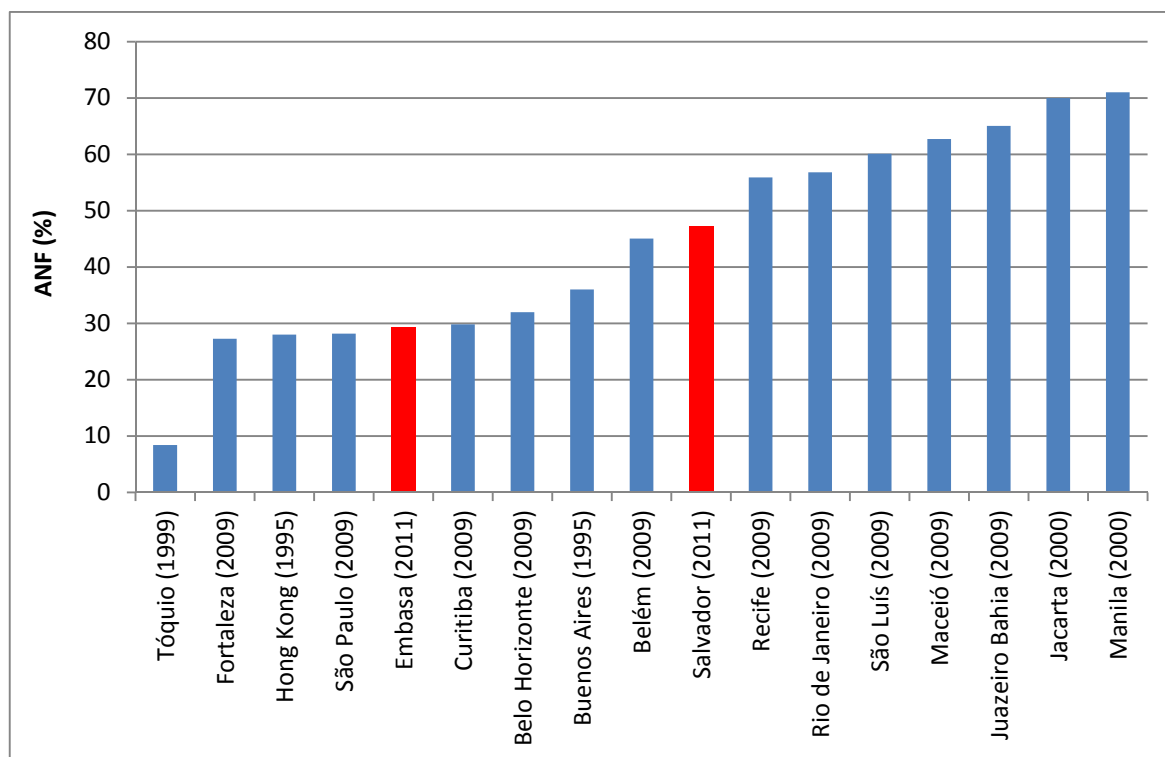
Fonte: SNIS, 2011

#### Figura 45 - Índice de ANF nos prestadores de serviços de abrangência regional

Analisando a Figura 45 observa-se que apenas a SANEPAR/PR apresentou índice de ANF inferior a 20% (19,8%). Outros três prestadores apresentaram índice inferior a 25% (SANEATINS/TO, 23,3%; CASAN/SC, 23,5% e CAESB/DF, 24,9%). Dentre os prestadores com índices de ANF acima de 50% aparecem seis da região Nordeste (DESO/SE, 51,7%; CAERN/RN, 52%; AGESPISA/PI, 55,3%; CASAL, 55,6%; COMPESA/PE, 55,9%; CAEMA/MA, 59%), um da região Sudeste (CEDAE, 54,1%) e todas as empresas prestadoras da região Norte (CAER/RR, 56,7%; CAERD/RO, 66,3%; DEAS/AC, 67,6%; CAESA/AP, 72,1% e COSAMA/AM, 79,6%) (SNIS, 2011).

Considerando o indicador Água Não Contabilizada (ANC) a média nacional atinge 41,6%, enquanto a Embasa chega a 38% (SNIS, 2011).

A Figura 46 apresenta uma comparação entre algumas principais cidades do Brasil e do mundo, no que se refere ao indicador Água Não Faturada.



Fonte: SNIS, 2011; Marcka, 2004; Itonaga, 2005

**Figura 46 - Indicador de Água Não Faturada em algumas cidades do Brasil, do mundo e da Embasa**

Segundo Farley (2001), em 1991, o índice de perdas dos países, classificados quanto ao nível de desenvolvimento estava na ordem dos seguintes valores:

- Países desenvolvidos – 8 a 24%;
- Recentemente industrializados - 15 a 24%;
- Países em desenvolvimento – 25 a 45%.

Conforme afirma Itonaga (2005), perde-se mais água em países menos desenvolvidos. Assim, de acordo com a Figura 46, pode-se observar que o indicador ANF, em países mais desenvolvidos como o Japão, já se encontra abaixo dos 10%. O SIAA de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas encontra-se com 47,2%, valor elevado, embora esteja em uma posição melhor que a maioria das sedes municipais do Norte e Nordeste do Brasil.

Apesar da Embasa apresentar resultados entre os melhores prestadores de serviços públicos do País (SNIS, 2011), destaca-se que ainda precisa melhorar seus indicadores de perdas, pois está acima da média mundial para países desenvolvidos, além do que o seu sistema mais importante (SIAA Salvador, Simões

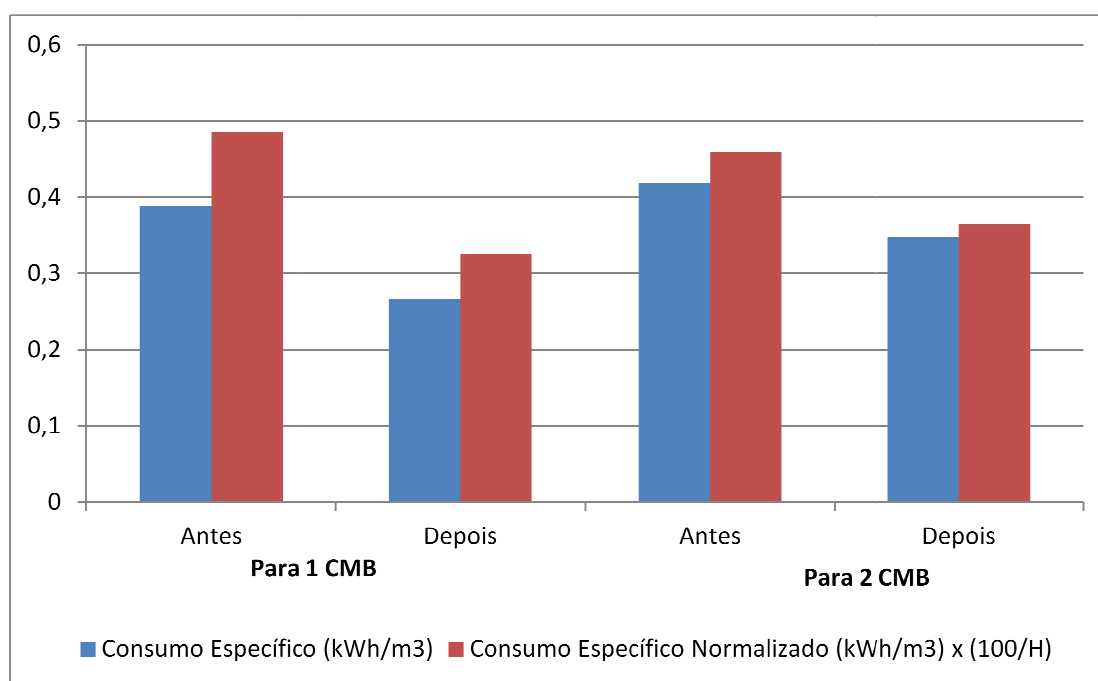


Filho e Lauro de Freitas) ainda apresenta números bem superiores à média nacional, demandando planejamento e ações mais efetivas na área de controle de perdas.

### 8.5. Análise dos indicadores de eficiência energética do SIAA Teodoro Sampaio / R1 Duna

Quanto à eficiência energética, devido à peculiaridade de cada sistema de abastecimento de água não foram comparados os dados entre sistemas distintos. Assim, foram levantados dados secundários do SIAA Teodoro Sampaio/R1 Duna antes e após a realização do Convênio ECV017/2004. Foram feitas comparações com os dados apresentados pelos SNIS para os prestadores de serviços de abrangência regional e também com as referências bibliográficas estudadas para os indicadores de consumo específico e consumo específico normalizado.

A Figura 47 apresenta os resultados do Convênio ECV-017/2004 para a Estação Elevatória Teodoro Sampaio/R1 Duna. Observa-se que os dois indicadores analisados apresentaram redução após a implementação das medidas para efficientização energética da unidade operacional, considerando as duas alternativas de funcionamento dos equipamentos (1 CMB ou 2 CMB em operação).

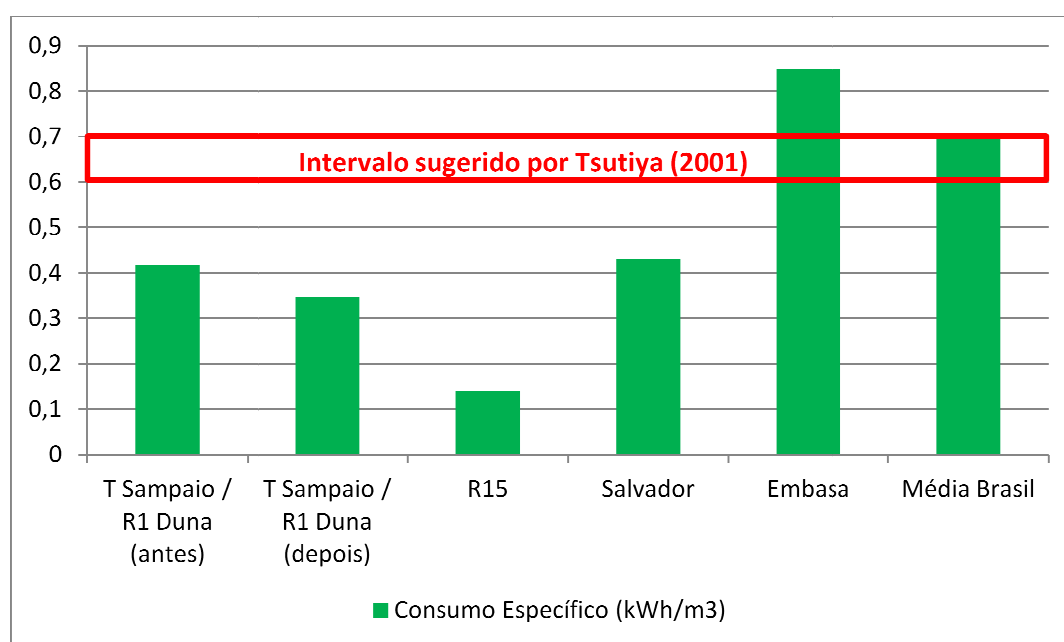


Fonte: Embasa, 2008b

**Figura 47 - Consumo específico e consumo específico normalizado para o sistema EEAT Teodoro Sampaio/R1 Duna**

### 8.5.1. Análise para o Indicador de consumo específico

O SNIS (2011) apresenta informações apenas de consumo específico ( $\text{kWh}/\text{m}^3$ ) para os prestadores de abrangência regional e também por município, que nesse caso podem englobar diversos sistemas e unidades operacionais. Dessa forma, na Figura 48 são comparadas as informações para o município de Salvador (SNIS, 2011), medições de campo realizadas para o projeto de efficientização do Parque da Federação (R15) e também resultados indicados pelas referências bibliográficas consultadas.



Fonte: SNIS, 2011; Embasa, 2008b; Embasa, 2010d

**Figura 48 - Consumos específicos em sistemas de abastecimento de água da Embasa/RMS**

Observa-se que o município de Salvador, onde está inserido a EEAT Teodoro Sampaio/R1 Duna, apresenta valores abaixo dos valores sugeridos por Tsutiya (2001). Esse fato ocorre por que os sistemas implantados para o abastecimento de água da cidade de Salvador não possuem grandes alturas manométricas e, portanto, não contam com estações elevatórias em série. É comum em sistemas do interior do Estado da Bahia, onde os mananciais se encontram distantes das sedes urbanas, existirem consumos específicos elevados, como por exemplo, o sistema de SIAA Serrinha/Conceição do Coité, que apresenta indicadores de consumo específico em torno de 2 a  $3\text{kWh}/\text{m}^3$  (SNIS, 2011).

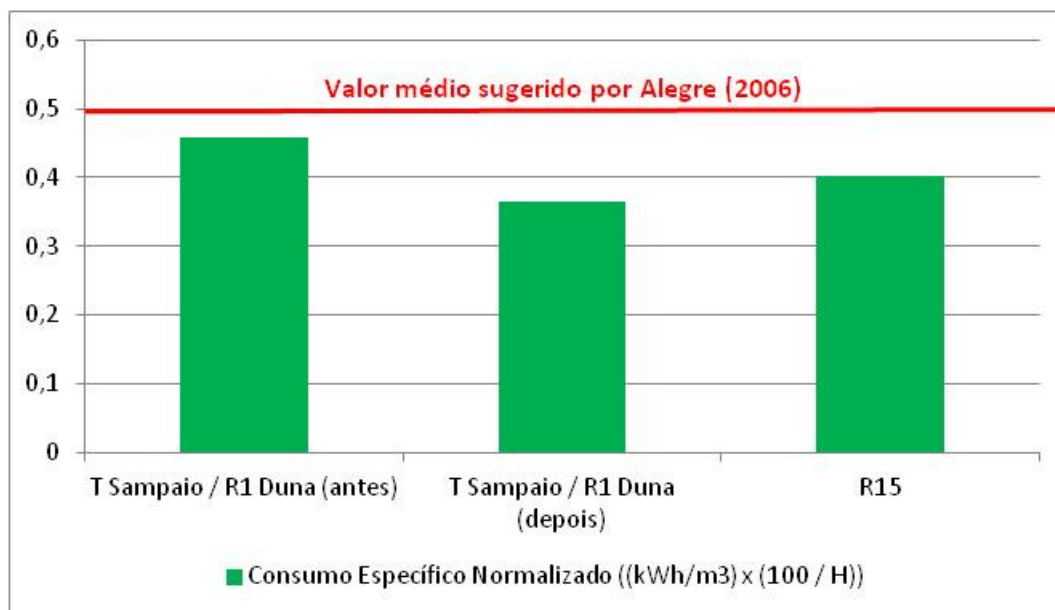
Os valores de referência de consumo específico sugeridos por Tsutiya (2001) retratam as características dos sistemas do Sudeste do Brasil, mais precisamente do Estado de São Paulo. Considerando que as regiões brasileiras apresentam diferenciações topográficas e climáticas esses valores devem ser usados com cautela. No caso da Embasa, há de se considerar que parte do território do Estado da Bahia se localiza em região de Semi-Árido onde a distância dos mananciais para abastecimento dos principais núcleos urbanos é considerável, limitando o uso dos valores sugeridos por Tsutiya (2001). Por outro lado, no Estado é comum a implantação de Sistemas Integrados de Abastecimento de Água com grandes extensões, podendo atingir distâncias de recalque acima de 100km.

A despeito dessa questão, o SIAA Teodoro Sampaio/R1 Duna apresenta um indicador de consumo específico compatível e satisfatório, devendo-se registrar as melhorias após as ações de efficientização energética realizadas por meio do Convênio ECV-017/2004.

#### ***8.5.2. Análise para o Indicador de consumo específico normalizado***

O SNIS se propõe a passar a calcular este indicador de eficiência energética e, para tanto, vem solicitando dos prestadores de serviços informações desde o ano de 2004, embora esses números ainda não tenham sido divulgados.

A Figura 49 apresenta o desempenho do indicador em questão no SIAA Teodoro Sampaio/R1 Duna e no Parque da Federação (R15), podendo-se realizar comparações com o valor sugerido por Alegre (2006).



Fonte: Embasa, 2008b; Embasa, 2010d

**Figura 49 - Consumos específicos normalizados em sistemas de abastecimento de água da Embasa/RMS**

A Figura 49 mostra que os indicadores do SIAA Teodoro Sampaio/R1 Duna encontram-se abaixo do valor indicado por Alegre (2006).

Vale observar que o indicador consumo específico normalizado apresenta bons resultados em todo o SIAA Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, pois praticamente inexistem estações elevatórias posicionadas em série, o que é muito comum para sistemas de abastecimento de água implantados no interior do estado. No caso do SIAA Teodoro Sampaio/R1 Duna, antes da implementação do projeto de eficiência energética, esse indicador era de, aproximadamente, 0,48, e depois deste passou a ser 0,38. Houve, portanto, uma melhoria nos resultados.

## **9. PROGRAMAS DE PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA RMS: A PERCEPÇÃO DE TÉCNICOS E GESTORES**

Essa etapa teve como objetivo avaliar a percepção dos técnicos e gestores referente às categorias analíticas estudadas e suas variáveis correspondentes, com relação aos programas, projetos e ações de controle de perdas de água e de eficiência energética, implantados e em implantação pela Embasa na RMS.

Foi levantada a percepção do grupo de estudo sobre as principais ações técnicas, operacionais, administrativas e gerenciais relacionadas ao controle de perdas de água e eficiência energética no âmbito da Superintendência Metropolitana de Operação (OM), que abrange toda a Região Metropolitana, incluindo o município de Salvador e excluindo a Ilha de Itaparica. Essa por questões de logística interna da Embasa é operada pela Superintendência Sul.

### **9.1. Perfil sócio-econômico e profissional do grupo de estudo**

Do ponto de vista da análise dos dados sócio-econômicos e profissionais destaca-se os seguintes resultados:

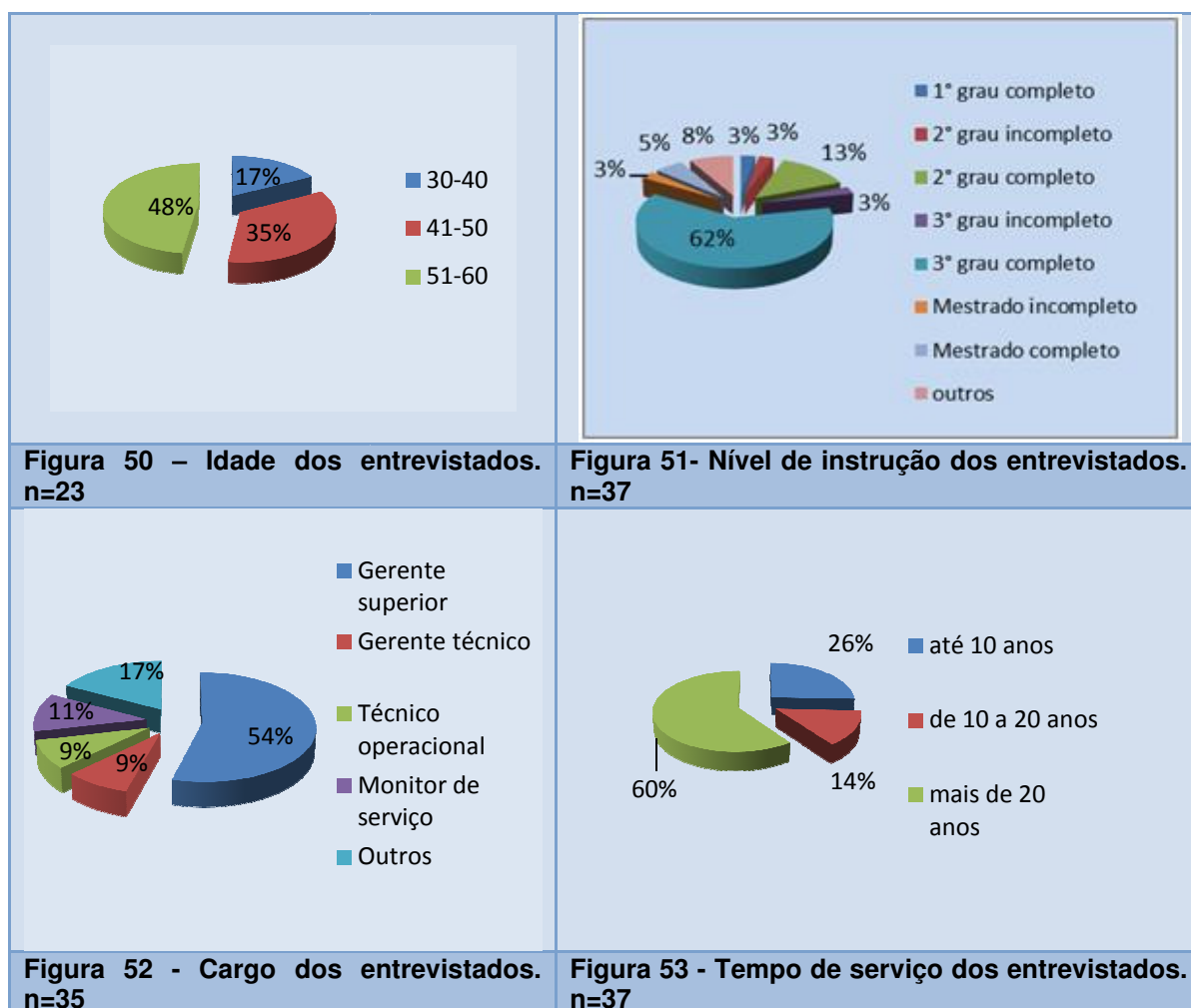
- 48% dos entrevistados possuem 50 anos ou mais;
- 91,9% são do sexo masculino;
- 62% possuem ensino superior completo, e apenas 19% não possuem o ensino médio completo;
- 65% dos participantes do estudo possuem cargo gerencial, sendo que, 9% desses gestores possuem nível técnico;
- 60% dos funcionários entrevistados estão a mais de 20 anos na Empresa e 75,7% dos mesmos possuem acima de dez anos de tempo de serviço.

Os resultados apresentados mostram que o estrato funcional é experiente, com bom nível de instrução e longo tempo de serviço, o que possibilita o conhecimento da Empresa. Esse perfil favorece a qualidade das informações prestadas.

Mais de 50% dos respondentes possuem função gerencial e são pessoas com bastante serviços prestados à Embasa, pois 75,7% deles possuem mais de dez anos na Empresa e 60% estão a 20 ou mais anos de serviço.

Esses resultados mostram que a seleção é bem representativa e tem condições de retratar a realidade desejada nessa pesquisa.

As Figuras 50 a 53 apresentam alguns dos resultados obtidos.



## 9.2. Programas de eficiência de água e energia na Embasa/RMS

Nessa etapa, discute-se a percepção dos entrevistados sobre programas de eficiência de água e energia e identifica-se o nível de participação dos mesmos nesses projetos/programas.

São os seguintes resultados obtidos:

- 53% dos entrevistados disseram ter participado apenas de ações de controle de perdas de água; 14% participaram de projetos de eficiência energética; e 33% já participaram de projetos integrados de efficientização de água e energia;
- 22% dos funcionários participaram nos últimos dez anos de apenas dois projetos de controle de perdas de água;
- 49% não participaram de projetos de eficiência energética nos últimos 10 anos, sendo que apenas 24% se envolveram em mais de dois projetos nesse mesmo período;
- 63% dos entrevistados nunca participaram de projeto integrado de efficientização de água e energia e apenas 8% participaram de mais de dois projetos.
- 67% dos entrevistados consideraram regular o êxito dos projetos de água e energia realizados nos últimos dez anos.

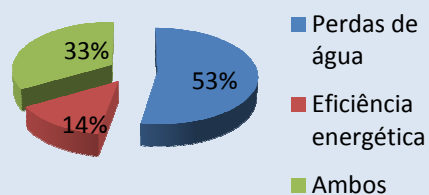
De acordo com os resultados apresentados, observa-se que a cultura organizacional da Embasa ainda possui o foco no controle das perdas de água de maneira isolada (Figura 54). Também verifica-se que apenas 14% dos funcionários entrevistados, já atuaram em projetos integrados de efficientização de água e energia, o que demonstra a necessidade de contemplar as duas vertentes (água e energia) de uma forma conjunta.

Percebe-se que a participação dos entrevistados em ações integradas de perdas (água e eficiência energética) ainda é pequena. Nota-se claramente a quantidade maior de projetos de perdas de água de forma isolada e boa parte dos colaboradores entrevistados ainda não se envolveram com a eficiência energética.

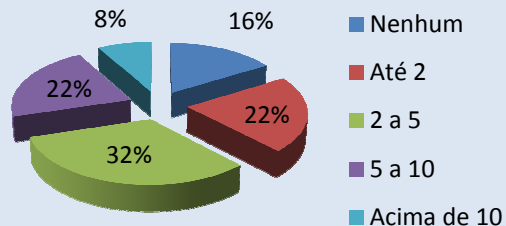
De acordo com ASE (2007), a mudança no *status quo* é um dos principais entraves para a implantação de novos projetos nas empresas. Percebe-se isso, com base nos resultados obtidos na Figura 57, onde se pode inferir que a cultura organizacional, ainda não está imbuída dos projetos integrados de efficientização de água e energia.

Os técnicos entrevistados que participaram dos projetos de efficientização de água e energia consideram os resultados obtidos como regulares.

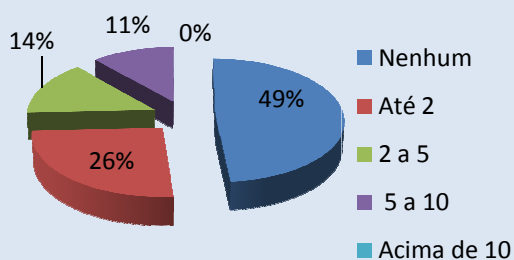
As Figuras 54 a 58 apresentam alguns desses resultados.



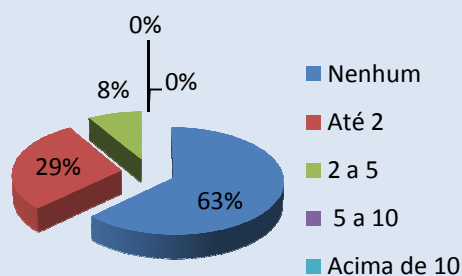
**Figura 54 - Participação dos entrevistados nos projetos de eficiência de água e energia. n=36**



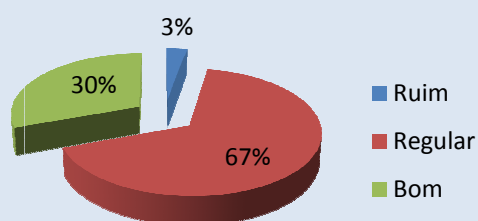
**Figura 55 - Participação em número de projetos de perdas de água nos últimos 10 anos. n=37**



**Figura 56 - Participação em número de projetos de eficiência energética nos últimos 10 anos. n=35**



**Figura 57 - Participação em projetos integrados de perdas de água e eficiência energética nos últimos 10 anos. n=35**



**Figura 58 - Percepção dos entrevistados do êxito dos projetos integrados de água e energia nos últimos 10 anos. n = 36**



### 9.3. Gestão dos projetos de perdas de água e eficiência energética na Embasa/RMS

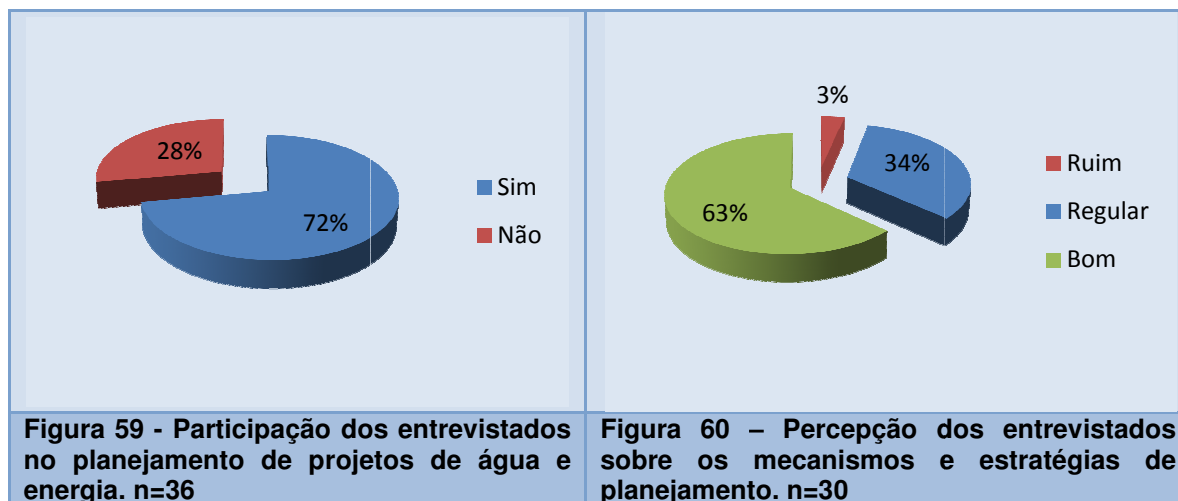
#### 9.3.1. Planejamento dos projetos

Neste item serão analisadas as informações sobre a implementação dos projetos de controle de perdas de água e eficiência energética, de acordo com as categorias analíticas estudadas.

Os resultados obtidos são os descritos abaixo:

- 72% dos entrevistados disseram já ter participado das etapas de planejamento de algum projeto de controle de perdas;
- 63% afirmaram que os mecanismos e estratégias de planejamento são bons e 34% regular.

Pode-se inferir com base nas Figuras 59 e 60 que os funcionários perceberam que existe um satisfatório planejamento das ações de perdas de água e eficiência energética na Embasa/RMS.



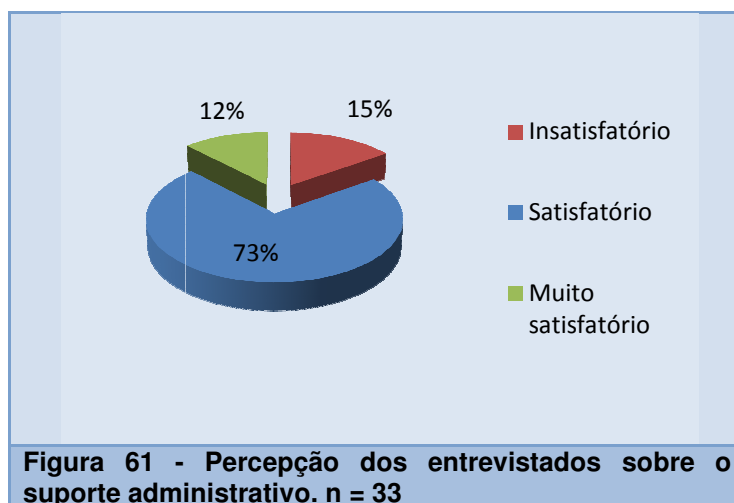
#### 9.3.2. Suporte administrativo para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética

O suporte administrativo nesse estudo se refere à existência de telefone, fax, apoio de secretária, computador, etc., ou seja, apoio logístico de escritório para execução das ações.

Na Figura 61, 85% dos entrevistados consideram o suporte administrativo satisfatório ou muito satisfatório.

Os entrevistados informaram que em algumas situações há ausência de material de escritório, computador, secretária e falta de prioridade para a execução do serviço por parte do apoio administrativo.

A Figura 61 apresenta o resultado para o suporte administrativo.



### 9.3.3. *Suporte técnico para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética*

O suporte técnico se refere à existência de profissionais disponíveis e devidamente capacitados para executar as ações de perdas de água e eficiência energética na Empresa. Os resultados evidenciaram que:

- 51% dos entrevistados percebem que existem poucas pessoas trabalhando nas ações de perdas de água e/ou eficiência energética;
- dos entrevistados que responderam se o quantitativo de pessoas que atuou nas ações era ideal, observa-se que 46% possuía um grupo de trabalho de cinco a dez pessoas envolvidas;
- para os entrevistados que disseram sobre o quantitativo que atuou nas ações não era o ideal, cerca de 42% afirmaram que o grupo deveria ser formado por cinco a dez pessoas e 37% acima de dez colaboradores;
- 66% dos entrevistados informaram que as pessoas que participaram nos projetos atuaram apenas com projetos de perdas de água e somente 19% trabalharam em ambas as vertentes (água e energia);

- 57% acham que o corpo técnico tem capacitação e conhecimento sobre a questão de perdas de água e/ou energia.

Como demonstra a Figura 62, pode-se constatar que é necessário um envolvimento maior das pessoas na questão da efficientização de água e energia na Embasa/RMS.

Para os entrevistados o grupo ideal para o trabalho de forma integral nas ações de efficientização de água e energia, é de cinco a dez pessoas (Figuras 63 e 64).

Observa-se que menos de 20% do corpo técnico executou projetos integrados de efficientização de água e energia (Figura 65). A grande maioria dos entrevistados atuaram nas ações em perdas de água.

Embora o perfil da maior parte dos entrevistados evidencie experiência na área objeto do estudo, praticamente, metade do corpo técnico (43%) reconhece que necessita de maior conhecimento sobre as questões da área de perdas de água e eficiência energética (Figura 66). Assim, os entrevistados citaram a necessidade de treinamentos diversos na área de hidráulica, modelos matemáticos de simulação, pitometria, macromedição, válvulas redutoras de pressão (VRP), automação, conversores de frequência, legislação do setor elétrico, e até mesmo, de conhecimentos básicos sobre perdas reais, aparentes e eficiência energética. Assim, apesar da equipe técnica possuir um conhecimento da Embasa, pelo tempo de serviço prestado, com participação em ações operacionais relacionadas às perdas de água e eficiência energética, nota-se que o grupo demanda mais conhecimento técnico sobre as atividades desenvolvidas. Pôde-se observar, inclusive, que alguns conceitos básicos sobre perdas de água e noções de pitometria e macromedição ainda não são do entendimento para alguns dos entrevistados.

Como principais tecnologias utilizadas nas ações desenvolvidas foram destacadas pelos entrevistados:

- Conversores de frequência.
- Medidores de grandezas hidráulicas e elétricas.
- Válvulas redutoras de pressão (VRP).
- Geofones eletrônicos.

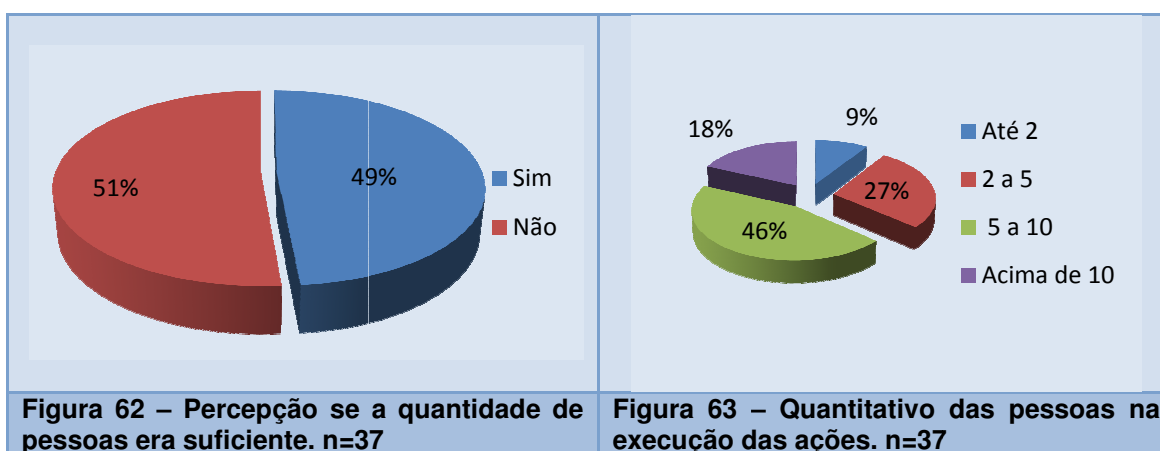
Estas tecnologias citadas pelos respondentes se correlacionam com aquelas implementadas nos Programas desenvolvidos pela Embasa/RMS, citados nos itens 5 e 6.

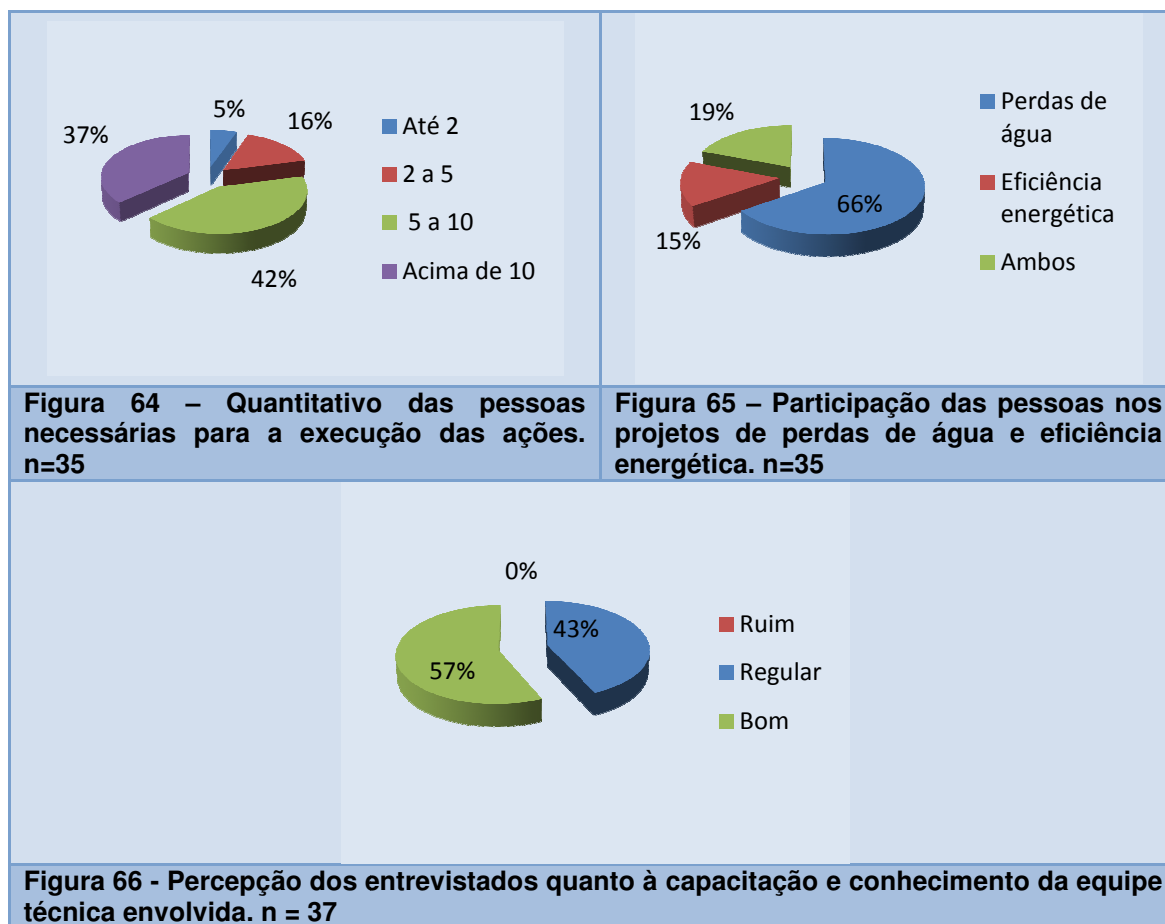
As principais deficiências de suporte técnico relatadas pelos entrevistados foram:

- Ausência de projeto.
- Descontinuidade das ações.
- Falta de equipe para atuação na área de perdas de água e efficientização energética, ou equipe com atribuições direcionadas a outras atividades.
- Dificuldade com automação.
- Dificuldade com obtenção dos dados (medição).
- Falta de equipamentos na quantidade necessária.
- Necessidade de treinamentos.

A ASE (2007) apresenta como algumas das principais dificuldades para implementação de programas de efficientização de água e energia justamente as deficiências relacionadas pelos entrevistados, o que reforça a necessidade da promoção da mudança da cultura organizacional, que deve ser motivada pela Alta Direção, de forma a alcançar os objetivos dos Programas de efficientização de água e energia.

As Figuras 62 a 66 apresentam os resultados referentes ao suporte técnico.





#### 9.3.4. *Suporte econômico-financeiro para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética*

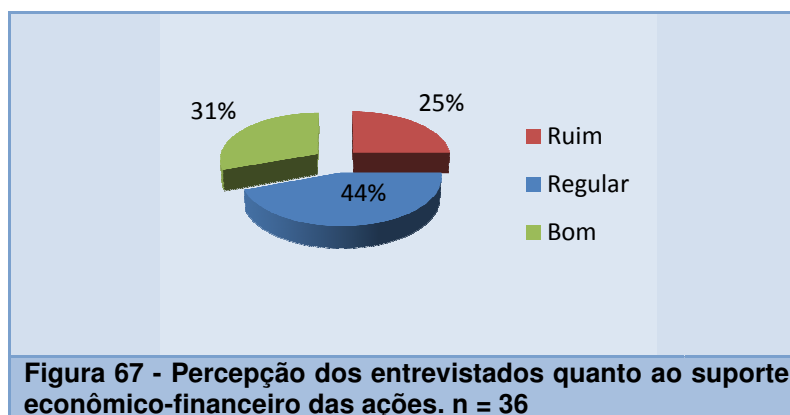
O suporte econômico-financeiro diz respeito à existência de recursos para o desenvolvimento das ações em curso e também para novos investimentos, visando à execução das ações de efficientização de água e energia. Estes dizem respeito à necessidade para a aquisição de materiais/equipamentos e a execução dos serviços.

Conforme os resultados, 44% dos entrevistados consideram o suporte financeiro regular e 25% classificam como ruim, como pode ser observado na Figura 67.

As principais dificuldades citadas para a implementação das ações foram:

- Tempo excessivo nos trâmites administrativos para aquisição de equipamentos (necessidade de autorizações da Alta Direção e processos licitatórios).
- Ausência de recursos específicos para atuação nos projetos de efficientização de água e energia na Embasa/RMS.

A Figura 67 mostra a percepção dos entrevistados para o suporte das ações do ponto de vista econômico-financeiro.



### 9.3.5. *Suporte operacional para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética*

Nesse item é avaliado o suporte operacional (existência de cadastro operacional e comercial; existência de medidores; disponibilidade de equipamentos; apoio logístico da Unidade Regional, etc.) para as ações de perdas de água e eficiência energética. Segundo os resultados da pesquisa:

- 73% dos entrevistados consideram que a disponibilidade de informações (medições) para o desenvolvimento dos projetos é regular;
- 34% acreditam que o cadastro operacional é ruim e 63% regular;
- 61% avaliam o cadastro comercial como regular e apenas 18% como ruim;
- 66% consideram satisfatório o apoio das equipes de campo para a realização das ações;
- 40% dos entrevistados acreditam que a participação da equipe comercial foi insatisfatória e 44% considera satisfatória.
- A percepção dos entrevistados é que 67% da equipe operacional estava comprometida de forma satisfatória e 33% muito satisfatória.

Os resultados indicam fragilidade nas informações existentes e, conseqüentemente, na produção de novos dados que dão suporte à realização das ações. Tal fragilidade, certamente, influencia não só o planejamento, como também na avaliação dessas ações.

As informações são imprescindíveis para o bom andamento das atividades. Um sistema de informação eficiente, o que inclui cadastros operacionais e comerciais, possibilita a racionalização de atividades evitando atrasos, retrabalhos, aumento do tempo de reparo de vazamentos, e conseqüentemente, custos desnecessários. Falhas e dúvidas em relação aos cadastros operacional e comercial da Empresa, inegavelmente, comprometem a execução das ações.

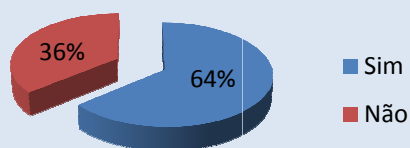
Os resultados indicaram um grande descontentamento dos entrevistados quanto ao apoio da equipe comercial para atuação na área de controle das perdas aparentes, evidenciando a falta de integração das ações operacionais e comerciais na Empresa, já apontadas nessa dissertação.

Pôde-se perceber, a partir da percepção dos entrevistados, que o apoio de campo é um ponto forte nas atividades de suporte operacional.

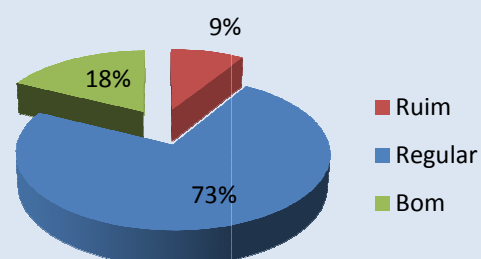
Como principais dificuldades para a implementação das ações operacionais, os respondentes relataram os seguintes pontos:

- Dados básicos (medições) sem confiabilidade.
- Cadastro operacional e comercial com muitas deficiências.
- Falta de priorização das equipes em atividades de controle de perdas de água e eficiência energética, com o desenvolvimento de diversas atividades paralelas e de caráter de urgência.
- Falta de estrutura interna na Embasa/RMS adequada para as ações de controle de perdas.
- Necessidade de melhoria da relação entre o setor operacional e o comercial, pois, não existe harmonia entre as atividades desenvolvidas.

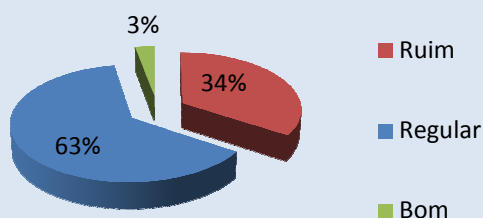
As Figuras 68 a 74 apresentam os resultados obtidos do ponto de vista do suporte operacional para o desenvolvimento das ações.



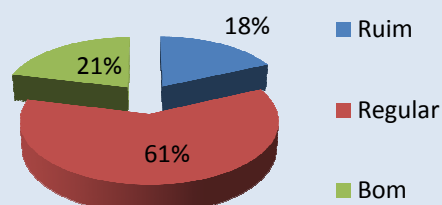
**Figura 68 - Utilização de automação no controle/acompanhamento de perdas. n=33**



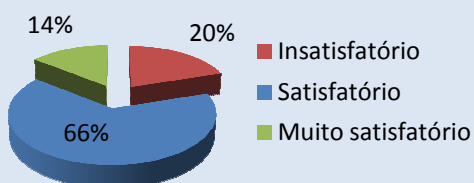
**Figura 69 - Percepção dos entrevistados quanto à disponibilidade das informações de suporte. n=34**



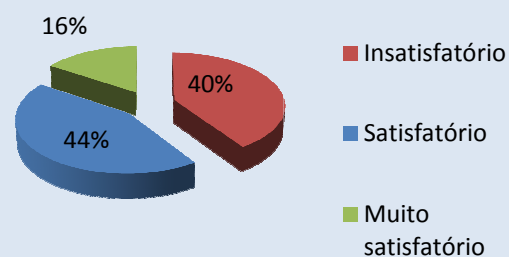
**Figura 70 - Percepção dos entrevistados quanto ao cadastro operacional. n= 35**



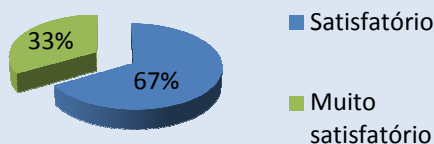
**Figura 71 - Percepção dos entrevistados quanto ao cadastro comercial. n= 33**



**Figura 72 - Percepção dos entrevistados quanto ao apoio das equipes de campo. n=35**



**Figura 73 - Percepção dos entrevistados quanto ao comprometimento da equipe comercial. n=35**



**Figura 74 - Percepção dos entrevistados quanto ao comprometimento da equipe operacional. n=35**



### **9.3.6. Suporte gerencial para o desenvolvimento das ações em perdas de água e eficiência energética**

O suporte gerencial diz respeito a todas as situações que necessitam do envolvimento do corpo gerencial para a execução das atividades de controle de perdas de água e eficiência energética. Pode-se destacar a disponibilidade de tempo, comprometimento da liderança, realização de reuniões periódicas, etc.

Os resultados do estudo evidenciaram que:

- 61% dos entrevistados consideram que o envolvimento da Alta Direção é satisfatório e 24% acham insatisfatório;
- 66% afirmam que são apenas discutidas as questões relativas às perdas de água nas reuniões gerenciais e 23% informam que são discutidas ambas as questões (água e energia) nessas reuniões;
- 68% das reuniões gerenciais nas quais são discutidas as questões de perdas ocorrem com periodicidade mensal.

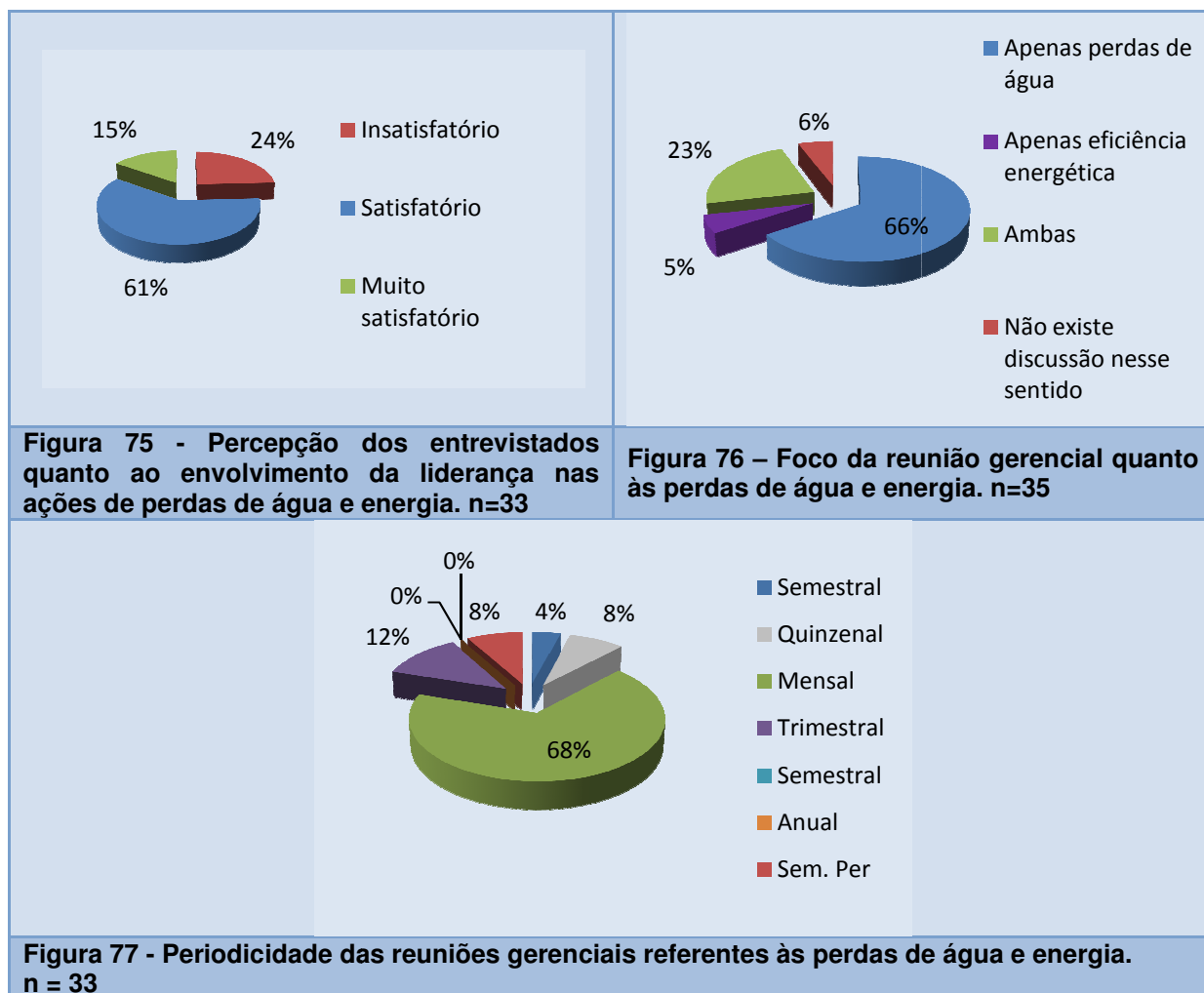
Avaliando as respostas obtidas foi possível perceber que o grupo considera que o envolvimento da Alta Direção é satisfatório e as reuniões gerenciais têm periodicidade definida, porém a discussão das ações é direcionada, normalmente, nas perdas de água de forma isolada.

Os principais pontos citados para a melhoria do suporte gerencial foram:

- Estabelecer política de planejamento específica para perdas.
- Reforçar as equipes de planejamento e análise.
- Criar equipe permanente para a área de controle de perdas.
- Qualificar os profissionais da área (treinamento).
- Ter um foco mais contínuo na área de controle de perdas.
- Priorizar a compra de equipamentos para manutenção.
- Disponibilizar mais recursos.
- Agilizar os processos de compra de equipamentos necessários para o controle de perdas.

- Criar um núcleo independente e com poder de decisão para atuação no controle de perdas e eficiência energética.
- Envolver melhor as áreas operacional, comercial e social.
- Estabelecer controle rígido das metas.

As Figuras 75 a 77 representam os resultados referidos.



### 9.3.7. Aspectos à política de gestão de perdas de água e eficiência energética

Avaliou-se a percepção dos funcionários quanto à questões diversas, buscando-se obter do grupo informações tais como:

- Alcance dos objetivos e resultados das ações implementadas.
- Percepção do envolvimento das divisões de operação com as divisões de manutenção.

- Estratégias de comunicação da Embasa sobre o tema da pesquisa.
- Percepção sobre a política e gestão de perdas de água e eficiência energética da Embasa/RMS.

Obteve-se os seguintes resultados:

- 77% dos entrevistados citam que as ações previstas no projeto foram parcialmente atendidas;
- apenas 18% percebem que os objetivos das ações foram atingidos quando se refere à eficientização integrada de água e energia. Quase metade dos entrevistados (49%) informam que os objetivos foram alcançados apenas nas ações de perdas de água;
- 66% e 71% entendem que os serviços de manutenção são regulares, para o controle de perdas de água e eficiência energética, respectivamente;
- 69% admitem que a política de comunicação social e educação ambiental da Embasa/RMS é insatisfatória;
- 42% percebem que a tarifa praticada pela Embasa interfere nas perdas de água e 39% acha que essa influência existe, porém é pequena;
- 95% consideram que as perdas de água e energia, de algum modo, influenciam as tarifas praticadas pela Embasa;
- 53% dos entrevistados percebem que a gestão de perdas de água e eficiência energética praticada pela Embasa é insatisfatória;
- 43% dos entrevistados consideram insatisfatória a gestão das perdas de água da Embasa, sendo que 61% dos entrevistados que participaram de projetos de eficiência energética avaliam sua gestão como satisfatória;
- 97% dos entrevistados julgam que deveria existir uma equipe independente de outras atividades, exclusivamente para atuar na gestão das perdas de água e eficiência energética;
- 52% dos entrevistados entendem que a gestão das perdas de água e eficiência energética deve ocorrer de forma descentralizada nas

Unidades Regionais, porém sob coordenação de um Departamento responsável pelo planejamento e controle das ações. Cerca de 24% expressam que todas as ações de gestão de perdas deve ser descentralizadas por cada Unidade Regional;

- 43% dos entrevistados atribuem nota menor que 5 para a gestão de perdas de água da Embasa, 49% nota seria entre 6 ou 7 e 8% acima de 8;
- 25% dos entrevistados atribuem nota menor que 5 para a gestão da eficiência energética da Embasa e 75% nota superior a 6;
- 39% dos entrevistados atribuem nota igual ou superior a 6 à gestão integrada de perdas de água e eficiência energética efetuada pela Embasa; 61% nota abaixo de 5.

Os resultados sugerem que as ações para a gestão das perdas de água e eficiência energética na visão dos entrevistados foram parcialmente atendidas, tendo comprometido o resultado esperado. Observa-se também a percepção de que existe uma prioridade às ações de controle de perdas de água.

No que diz respeito às ações de efficientização energética, apesar das mesmas serem em pequeno número, elas foram melhores qualificadas pelos entrevistados, conforme pode ser observado pelas notas concedidas.

Percebe-se que é necessária uma atuação gerencial mais forte na gestão integrada da efficientização de água e energia dentro da Embasa/RMS.

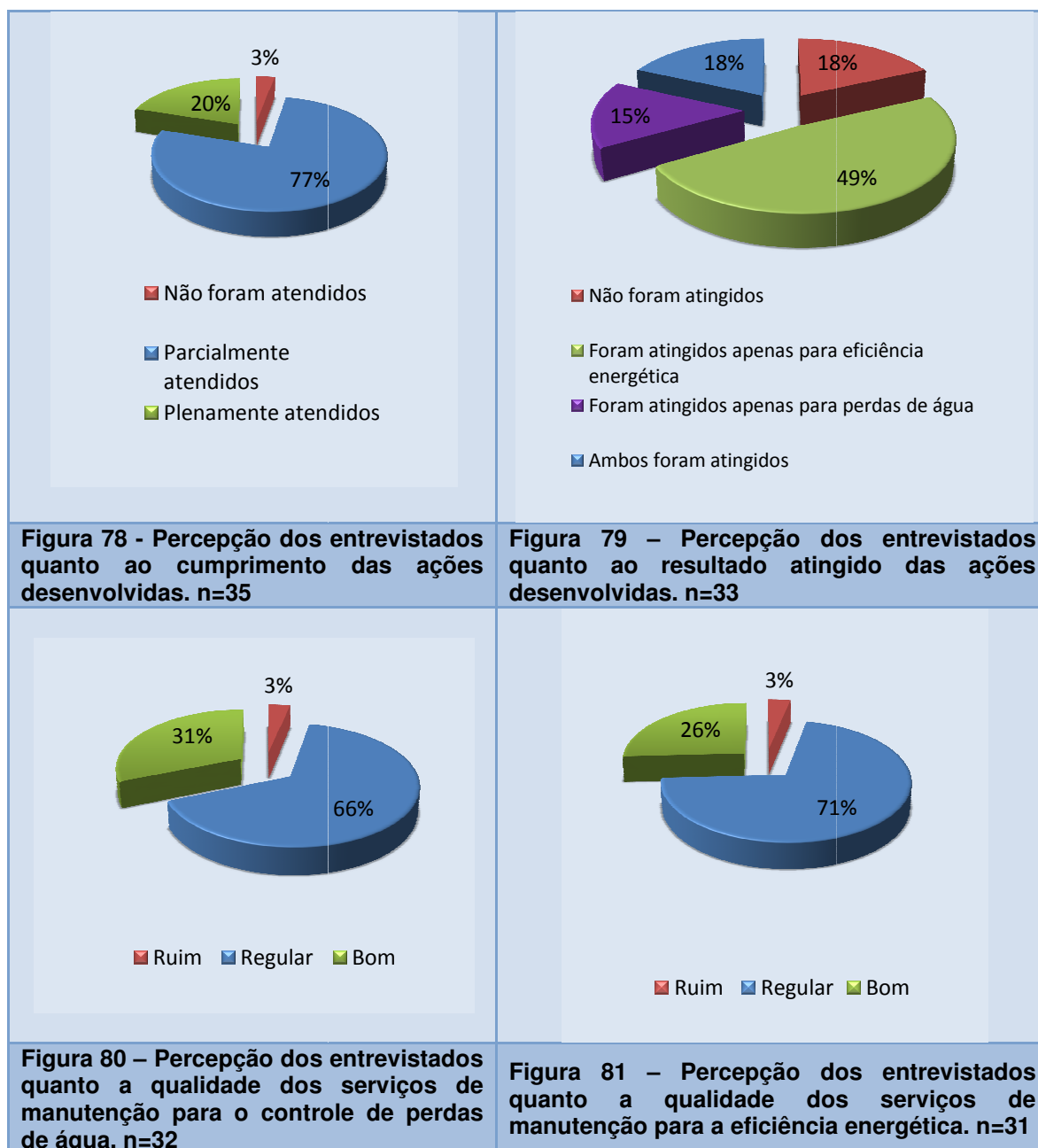
Quanto à manutenção, seja das redes distribuidoras ou eletromecânica, é necessário uma melhoria dos serviços prestados.

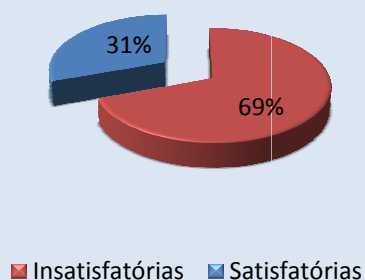
Quando se refere à política de comunicação social e de educação ambiental da Embasa/RMS, os entrevistados em sua grande maioria (69%), acham que a mesma é insatisfatória, fato esse que realmente é verificado ao se analisar as campanhas educativas promovidas pela Embasa nos diversos meios de comunicação. Normalmente os canais de comunicação da Embasa visam apenas mostrar obras em construção/inauguradas que tendem a aumentar a oferta de água tratada e raramente é feita uma divulgação para orientar o usuário sobre o uso racional da

água em ações de perdas reais (campanhas para informação pelos usuários dos vazamentos visíveis) e perdas aparentes (principalmente a denúncia de fraudes).

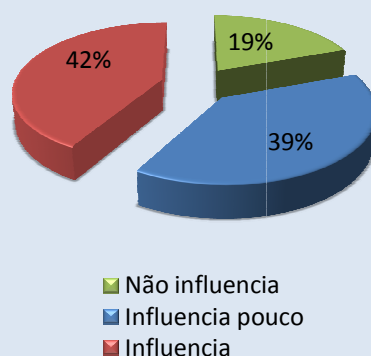
É consenso entre os entrevistados que as equipes que desenvolvem as atividades de perdas de água e eficiência energética devam atuar de forma independente das outras ações operacionais, visando uma continuidade das mesmas, fato que muitas vezes não acontece, devido ao pequeno número de técnicos disponíveis e, também da necessidade de atender a outras demandas operacionais, como falta d'água, vazamentos, etc.

As Figuras 78 a 92 apresentam os resultados citados.

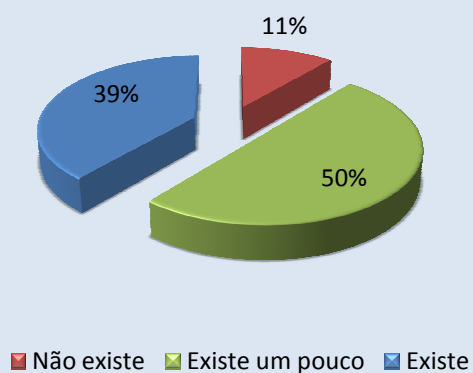




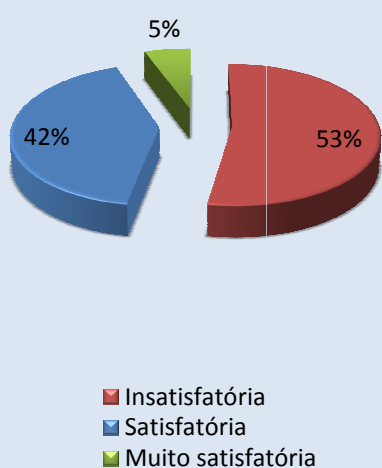
**Figura 82 – Percepção dos entrevistados quanto à comunicação social e educação ambiental para o controle de perdas de água e energia. n=36**



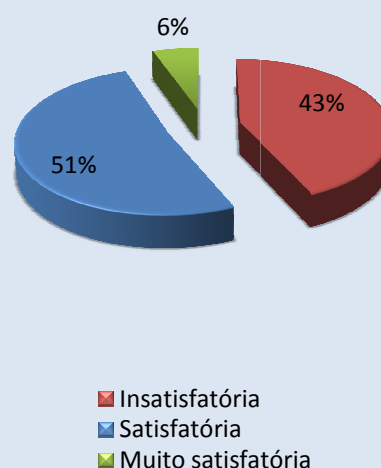
**Figura 83 - Percepção dos entrevistados quanto à estrutura tarifária da Embasa relativa à capacidade de pagamento para a influência nas perdas de água. n=36**



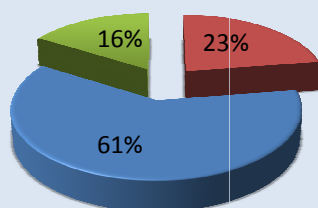
**Figura 84 - Percepção dos entrevistados sobre a relação entre o equilíbrio econômico-financeiro e perdas de água e energia. n= 36**



**Figura 85 - Percepção dos entrevistados quanto à política de gestão de perdas desenvolvida. n=36**

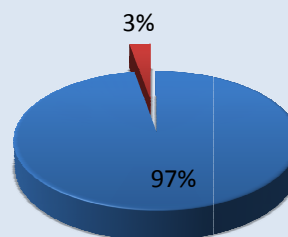


**Figura 86 – Percepção dos entrevistados quanto à gestão de perdas de água. n=37**



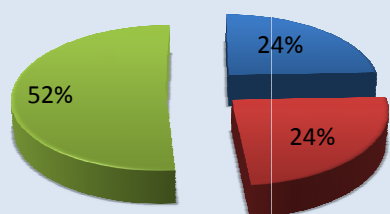
■ Insatisfatória  
■ Satisfatória  
■ Muito satisfatória

**Figura 87 – Percepção dos entrevistados quanto à gestão das perdas de energia. n=31**



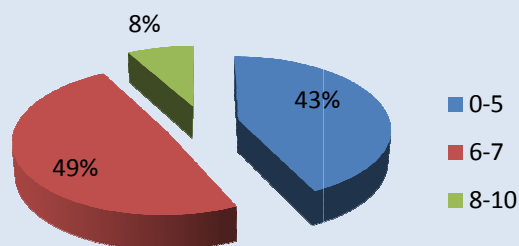
■ Sim ■ Não

**Figura 88 – Percepção da necessidade de existência de equipe independente para tratar das perdas de água e eficiência energética. n=37**



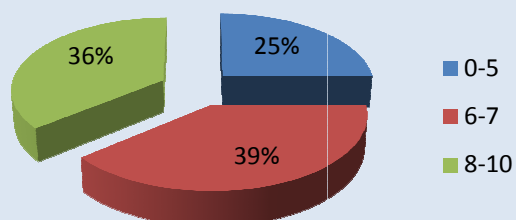
■ Descentralizada ■ Centralizada ■ Ambos

**Figura 89 – Percepção dos entrevistados quanto à forma de gestão de perdas de água e energia. n=37**



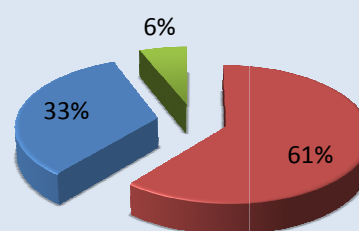
■ 0-5  
■ 6-7  
■ 8-10

**Figura 90 – Nota de 0 a 10 atribuída para a gestão de perdas de água na Embasa/RMS. n=35**



■ 0-5  
■ 6-7  
■ 8-10

**Figura 91 – Nota de 0 a 10 atribuída para a gestão da eficiência energética na Embasa/RMS. n=28**



■ 0-5 ■ 6-7 ■ 8-10

**Figura 92 – Nota de 0 a 10 atribuída para a gestão de perdas de água e eficiência energética na Embasa/RMS. n=33**

Os principais pontos citados para a melhoria da gestão das perdas de água na Embasa/RMS foram:

- Agir com mais rigor nas ações comerciais de *by-pass* e ligações clandestinas.
- Melhorar a macro e micromedicação.
- Redimensionar as tubulações.
- Substituir tubulações antigas e com grande incidência de vazamento.
- Melhorar o tempo de reparo dos vazamentos.
- Melhorar os cadastros operacionais e comerciais.
- Corrigir os vazamentos estruturais em reservatórios.
- Ajustar as pressões no sistema para valores adequados.
- Estabelecer monitorização de vazamentos não visíveis.
- Implantar medição e controle de informações em água e energia.
- Adequar novos projetos.
- Melhorar o controle operacional com programas computacionais específicos.
- Implementar automação nas unidades operacionais.
- Identificar o percentual de perdas reais e aparentes nos sistemas.
- Realizar um melhor planejamento para controle de perdas.
- Estabelecer programa educacional para uso racional da água com as comunidades.

Os principais pontos citados para a melhoria da gestão da eficiência energética foram:

- Implantar nos novos projetos a necessidade de analisar a eficiência energética.
- Desenvolver especificações para aquisição de novos equipamentos com melhores rendimentos (bombas e motores).



- Estudar os equipamentos existentes buscando adequação ou substituição dos mesmos.
- Melhorar a instrumentação visando o controle operacional.
- Operar o sistema hidráulico com o planejamento adequado.
- Implantar automação nos sistemas.
- Instalar bancos capacitores para redução dos consumos reativos.
- Realizar manutenções corretivas e preventivas em equipamentos e painéis elétricos.
- Internalizar as ações de eficiência energética em todos os Departamentos e Divisões da Embasa/RMS.
- Oferecer treinamentos específicos.

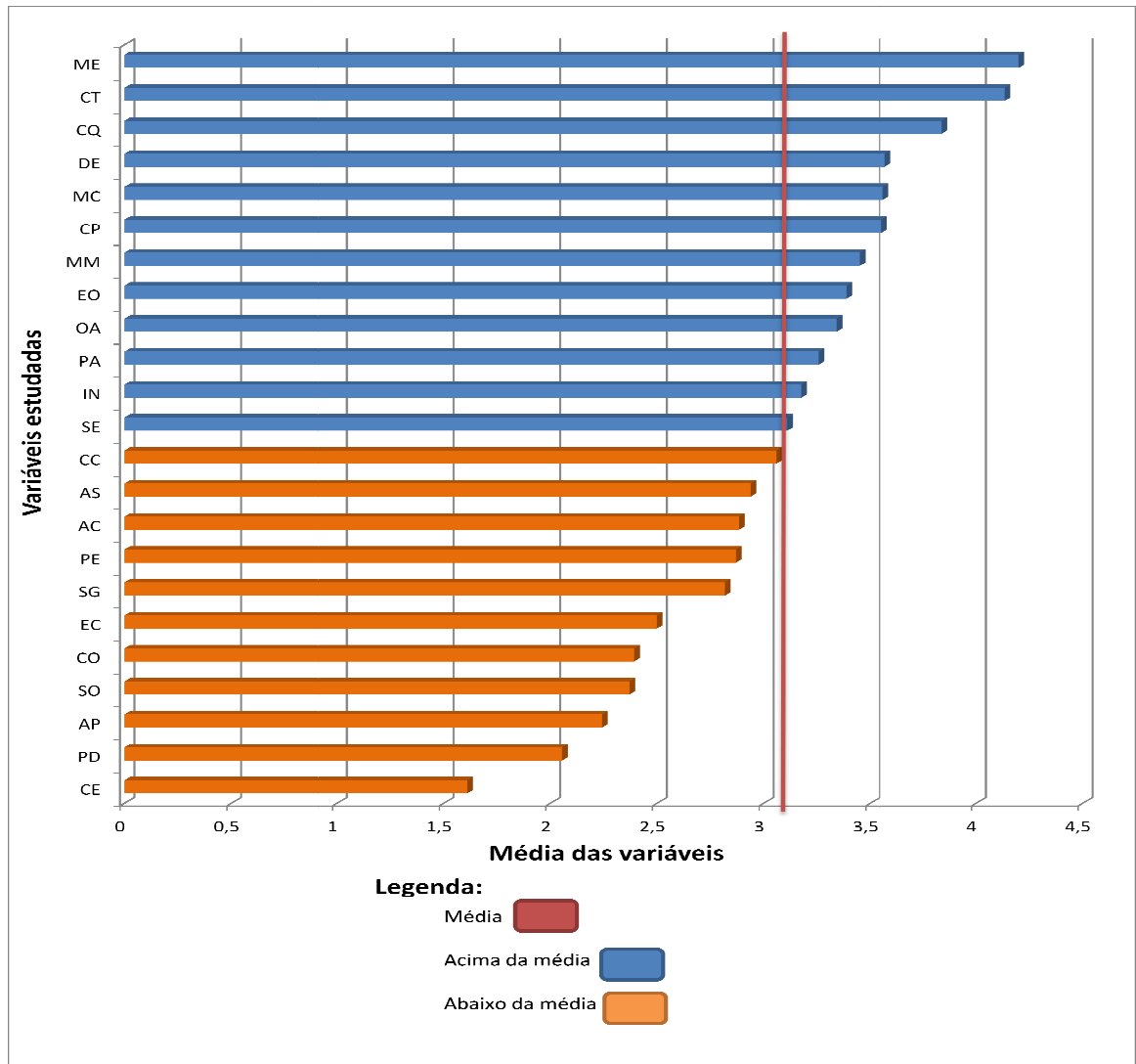
Do ponto de vista da efficientização integrada de água e energia foram propostas as seguintes ações:

- Desenvolver os novos projetos buscando a visão de efficientização integrada.
- Automação do sistema hidráulico e elétrico.
- Monitorizar sistematicamente indicadores.
- Controlar as pressões na rede distribuidora/setorização.
- Implantar sistema de medição hidráulica e elétrica.
- Instalar conversores de frequência nos equipamentos.
- Implantar controle operacional por meio de modelos computacionais.
- Implantar novas tecnologias.
- Desenvolver capacitação e treinamento.
- Promover equipe de efficientização descentralizada, porém com o gerente do processo com autonomia sob pessoas chaves.

### **9.3.8. Avaliação final dos dados primários**

Com o objetivo de estudar o comportamento geral das informações contidas no questionário foi elaborado um diagrama de Pareto, o qual é de grande auxílio na gestão da qualidade. Assim, foi possível identificar as principais oportunidades de melhoria na Embasa/RMS, sugeridos pelos funcionários, no que se refere às ações para controle de perdas de água e eficiência energética.

Portanto, a Figura 93 mostra o diagrama de Pareto permitindo identificar as questões mais relevantes para os entrevistados, considerando as respostas "muito satisfatório/bom, satisfatório/regular e insatisfatório/ruim".



**Figura 93 - Percepção dos entrevistados sobre a gestão de perdas de água e eficiência energética na Embasa por meio do Diagrama de Pareto**

Dessa forma, segundo a percepção dos entrevistados, as questões que necessitam de maior atenção para a Embasa/RMS são:

- CE – Referente às estratégias de comunicação social e de educação ambiental para o controle de perdas de água e eficiência energética da Embasa.
- PD – Referente à política de gestão de perdas de água e energia da Embasa.
- AP – Referente às ações de gestão de perdas de água e energia.
- SO – Referente à necessidade de melhoria do cadastro operacional das tubulações disponibilizado para a execução das ações.

Nota-se que as questões obtidas com o uso do diagrama de Pareto, como de maior oportunidade de melhoria dependem basicamente de ações gerenciais da Alta Direção, com exceção do aperfeiçoamento do cadastro que é uma atividade do setor operacional.

Com a análise dos Programas referentes às perdas de água e eficiência energética, apresentado nos itens 5 e 6, respectivamente, pôde-se observar que esses pontos também são destacados como aspectos a serem estudados pela Embasa.

No que diz respeito aos aspectos destacados pelos entrevistados como pontos fortes da gestão de perdas de água e eficiência energética na Embasa relaciona-se:

- ME – Referente aos mecanismos e estratégias de planejamento.
- CT – Referente à capacitação/conhecimento das equipes técnicas.
- CQ – Referente à situação do cadastro de equipamentos.
- EO – Referente ao comprometimento da equipe operacional.

A análise dos aspectos tidos como de maior destaque pelos entrevistados deve considerar o fato de que a totalidade dos respondentes fazia parte do setor de operação da Embasa e devido aos mesmos assumirem posições de liderança dentro das ações de perdas é natural que todos se sintam engajados e comprometidos com suas atividades.

Observa-se que apesar de bem pontuado, o planejamento da Embasa quanto aos Programas de perdas de água desenvolvidos (item 5), em nenhuma situação foi cumprido totalmente. Esse fato é reforçado quando se observa a percepção dos

entrevistados registradas nas Figuras 78 e 79. Para 77% desses os resultados foram atingidos parcialmente e, quando atingido, segundo 64% dos entrevistados, ocorreu de forma isolada para perdas de água ou eficiência energética. Cerca de 63% dos entrevistados afirmam que os mecanismos e estratégias de planejamento apresentaram bons resultados (Figura 60).

Embora a equipe técnica tenha experiência e conhecimento na área em questão, os entrevistados reconhecem a necessidade da realização de capacitação técnica para a efetividade das ações. Além disso, ocorre a rotatividade das equipes terceirizadas operacionais e também o contingente de novos concursados que fazem parte das ações de campo em perdas de água e eficiência energética.

Quanto ao cadastro dos equipamentos esse é um ponto de destaque na Embasa devido à existência de um Sistema Informatizado de Manutenção da Embasa (SIME) que gerencia todas as ações de manutenção corretiva, preventiva e preditiva, inclusive atualizando progressivamente o cadastro e situação operacional de cada equipamento.

No que se refere ao comprometimento da equipe operacional esse fato é observado na Figura 74, onde todos os entrevistados responderam de forma positiva essa questão.

Visando concluir a análise do ponto de vista da percepção dos entrevistados, tendo como referência as respostas das perguntas subjetivas do questionário, foi desenvolvido o Quadro 18 que apresenta as variáveis necessárias a um projeto de efficientização de água e energia selecionado por categorias analíticas.

Em vermelho encontram-se os pontos listados no referencial teórico e citados nas respostas dos questionários pelos entrevistados.

**Quadro 18 - Variáveis necessárias a um projeto de eficiência integrada de água e energia selecionadas por categorias analíticas, relacionadas pelos entrevistados**

Categorias analíticas	Variáveis
<b>Fatores Técnicos</b>	Implantar sistema de medição hidráulica e elétrica em cada unidade operacional *
	Incentivar o uso de medição individualizada
	Implantar válvulas redutoras de pressão *
	Implantar <i>boosters</i>
	Realizar simulação hidráulica da rede distribuidora por modelos computacionais *
	Implantar novas tecnologias de manutenção para as tubulações
	Implantar/desenvolver sistema comercial
	Implantar sistema de informações de água e eficiência energética *
	Automatizar leitura, entrega de contas e atualização do cadastro comercial *
	Implantar conversores de frequência *
	Implantar bancos capacitores *
	Implantar alternativas para a geração/suprimento de energia
	Estabelecer o controle automático do sistema *
	Substituir equipamentos obsoletos *
	Substituir tubulações antigas *
<b>Fatores Operacionais</b>	Controlar as pressões no sistema *
	Controlar os extravasamentos e vazamentos nos reservatórios *
	Realizar pesquisa de vazamentos *
	Reduzir o tempo de reparo de vazamentos *
	Realizar a setorização da rede distribuidora *
	Manter cadastro operacional atualizado *
	Manter cadastro comercial atualizado *
	Monitorizar as variáveis hidráulicas em tempo real em contraposição a operação empírica
	Adequar hidráulicamente e eletricamente os sistemas
	Adequar e estabelecer a aferição da macromedição
	Realizar manutenções periódicas nas tubulações e acessórios *
	Realizar manutenções periódicas nos equipamentos *
	Adequar e estabelecer a aferição da micromedição
	Combater fraudes *
	Monitorizar processo comercial
Compatibilizar setorização com zoneamento comercial	
Estabelecer ações operacionais para o controle do consumo com energia elétrica *	
<b>Fatores Administrativos</b>	Estabelecer grade de treinamento específico para perdas nos níveis básico, técnico e superior *
	Promover programas de manutenção e assistência técnica para a racionalização do uso da água e energia
	Melhorar a imagem da empresa frente à sociedade
	Contratar consultores especializados em cada área fim
	Destinar espaço físico adequado para as equipes de trabalho
Contratar equipe de suporte e logística	

Legenda: \*Ações relacionadas pelos entrevistados

**Quadro 18 - Variáveis necessárias a um projeto de efficientização integrada de água e energia selecionadas por categorias analíticas, relacionadas pelos entrevistados (continuação)**

Categorias analíticas	Variáveis
Fatores Administrativos	Promover os materiais e equipamentos necessários para as ações
	Estabelecer ações administrativas para o controle do consumo de energia elétrica
Fatores Gerenciais	Buscar financiamentos para sistemas em operação
	Buscar financiamentos para novos sistemas
	<b>Reduzir Custos *</b>
	<b>Estabelecer política interna de perdas de água e eficiência energética*</b>
	Propor e implementar as bases legais
	Estabelecer objetivos e metas com o devido acompanhamento das mesmas desdobrando para água e eficiência energética
	Estabelecer reuniões periódicas
	Estabelecer protocolos de coleta e análise de dados
	Promover o gerenciamento da rede distribuidora
	Desenvolver parcerias com outras instituições na área de perdas de água e eficiência energética
	Desenvolver novos projetos focados nas ações de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer indicadores de desempenho para água e energia
	Promover contratos específicos de performance
	Promover incentivos e recompensas a equipe
	Realizar planejamento (inclusive financeiro) para ação contínua no controle de perdas de água e eficiência energética
	Designar equipes específicas para atuação na área de perdas de água e eficiência energética
	Estabelecer política de combate às fraudes
	Promover equipe de efficientização descentralizada, com gerente do processo com autonomia interdepartamental
Desenvolvimento de estudos e programas de avaliação de novas tecnologias para perdas de água e eficiência energética	
Promover gestão integrada e participativa com estabelecimento de reuniões periódicas	
Fatores Ambientais	Reduzir retirada de água dos mananciais
	Minimizar a geração de esgotos domésticos
	Reduzir emissões atmosféricas
	Promover o cumprimento da legislação de recursos hídricos
Fatores Sociais	Melhorar a qualidade de vida da população
	Melhorar a saúde da população
	<b>Promover programas de educação ambiental para uso racional de água e energia *</b>
	<b>Estabelecer canais de comunicação entre a empresa e os usuários *</b>
	Diminuir a tarifa de água e esgoto por meio das reduções de gastos com as ações de perdas de água e eficiência energética
	Gerar novos empregos

Legenda:

\*Ações relacionadas pelos entrevistados

Analisando o Quadro 18 conclui-se que quase todos os pontos relacionados no referencial teórico, no que se refere aos "aspectos operacionais" e "aspectos técnicos", foram citados pelos entrevistados. Os pontos não relacionados pelos entrevistados são basicamente variáveis relacionadas aos aspectos comerciais e a implantação de novas tecnologias.

Devido à gama de entrevistados fazer parte do processo operacional da Embasa/RMS, alguns aspectos considerados, como as perdas aparentes, não foram destacados nas respostas. Isso reforça a necessidade das equipes de perdas serem multidisciplinares e não compostas apenas por membros das divisões operacionais da Empresa.

Pode-se destacar a necessidade de utilizar novas tecnologias e a automação e monitorização do sistema que não foram mencionados nas respostas. Esse fato é importante destacar, pois muitas vezes os grupos com maior tempo de serviço nas empresas apresentam maior resistência à implantação de novas tecnologias.

Constata-se que os "aspectos gerenciais" foram pouco explorados, apesar de boa parte dos entrevistados integrar o quadro gerencial da Empresa. Certamente, o fato desse quadro gerencial ser constituído por funcionários da área técnica, sem formação no campo gerencial, tem influenciado na concepção dos programas e projetos, os quais têm privilegiado as ações técnicas e operacionais. Gomes (2007) e ASE (2007) mostram que é fundamental o treinamento e capacitação dos técnicos como gestores para os processos de perdas de água e eficiência energética.

No que diz respeito aos "aspectos administrativos" foi destacada a necessidade do desenvolvimento de treinamentos específicos para atuação na área das perdas de água e eficiência energética.

Os entrevistados destacaram como um dos principais pontos, a necessidade de se promover campanhas de educação ambiental, além da divulgação das ações de efficientização da Embasa/RMS em diversos canais de comunicação.



## **10. QUALIDADE E CONFIABILIDADE DAS INFORMAÇÕES GERADAS PARA A GESTÃO DAS PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA RMS**

De acordo com Miranda (2006), é necessário identificar e quantificar as perdas antes de se iniciar qualquer ação de controle. ReCESA (2008) cita que um dos métodos para determinar as perdas envolve pesquisas, testes e inspeções de campo.

Assim, o objetivo principal da inspeção de campo foi identificar a qualidade e confiabilidade das informações que alimentam os sistemas de informação da Embasa/RMS e que dão suporte ao acompanhamento de diversos indicadores, inclusive de perdas de água e eficiência energética. Os sistemas visitados foram o SAA Camaçari (captação, estação de tratamento, estação elevatória de água tratada e reservatório) e o sistema Teodoro Sampaio / R1 Duna (elevatória de água tratada e reservatório), sendo que esse último faz parte do Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas.

Foram verificadas as seguintes informações nos dois sistemas de abastecimento de água:

- Existência e condições dos macromedidores de água.
- Existência e condições dos medidores de energia elétrica (consumo e demanda).
- Existência e condições dos equipamentos para controle de consumos reativos.
- Condições físicas e operacionais dos equipamentos instalados.

A seguir são apresentados os resultados da avaliação.

### **10.1. Existência e condições dos macromedidores de água do Sistema de Abastecimento de Água de Camaçari**

Para o Sistema de Abastecimento de Água de Camaçari foi realizada inspeção em cada Unidade Operacional. Observou-se que em todo o Sistema existe apenas macromedição na saída da água tratada, ou seja, após a estação de tratamento de água, e também na saída do recalque do Poço 6 (Espaço Alpha 2) que recalca diretamente para a rede de distribuição, e no recalque do Poço 7 (Morro da Manteiga) que recalca diretamente para o reservatório apoiado de distribuição.

Nenhum dos poços do sistema Espaço Alpha 1 (Poços 1 a 5) possuem macromedidores, não sendo computadas as perdas nas linhas de recalque de cada poço, nem os possíveis extravasamentos no poço de sucção da ETA. O COPAE considera nula a perda na adução de água bruta e tratamento, o que não é possível de acontecer, como pôde ser comprovado na visita de campo, onde existem pequenas perdas ocorridas nos barriletes, além de lavagens operacionais da ETA e de análises físico-químicas realizadas no laboratório existente na casa de química.

Outro ponto importante a ser destacado é a ausência de macromedidores na chegada ou saída do reservatório. A perda na adutora de água tratada (EEAT – RAD, em ferro fundido, diâmetro 500mm e extensão de 3.900m), que porventura ocorra, é computada no sistema de informação da Embasa como perda no sistema distribuidor.

Quando da inspeção de campo, o reservatório de distribuição de água (RAD) de 6.000m<sup>3</sup> apresentava vazamentos na sua estrutura, fato este que também não é registrado nos controles existentes. Segundo informações dos operadores locais, o reservatório está sub-dimensionado para o sistema, permanecendo durante quase todo o dia vazio ou com apenas um metro de lâmina de água. Quando ocorre a elevação do nível de água dentro do reservatório a quantidade de vazamentos aumenta consideravelmente. O reservatório não possui registro de bóia, permitindo o extravasamento, caso ultrapasse a lâmina de água máxima operacional. Como o reservatório fica em um local afastado e bem distante da estação de tratamento e de núcleos urbanos, caso ocorra algum extravasamento ele não será observado rapidamente por funcionários da Embasa, podendo inclusive passar despercebido e em nenhum momento ser registrado.

Na saída da estação elevatória de água tratada (EEAT) existe macromedidor do tipo *pitot* capacitivo e na saída dos Poços 6 e 7 do tipo *Woltmann*. Todos os macromedidores inspecionados na data da visita estavam funcionando.

O macromedidor instalado na saída da EEAT encontrava-se em bom estado, sendo que a leitura era realizada pelo operador com periodicidade horária, e os valores registrados em formulário específico. Já o macromedidor do Poço 6 (Espaço Alpha 2) encontrava-se em condições precárias de operação, sem caixa de inspeção e encoberto de areia. Já o macromedidor do Poço 7, que dispunha de caixa de inspeção, encontrava-se protegido.

As leituras dos macromedidores dos Poços 6 e 7 não possuem uma periodicidade definida, porém as mesmas são registradas nas datas limites estabelecidas para encaminhamento ao Departamento de Apoio Técnico que elabora o COPAE.

Nas Figuras 94 a 105 estão representadas algumas das situações relatadas anteriormente.



**Figura 94 - Poço 01 – Vista do barrilete sem presença de macromedidor de água bruta. Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 95 - Poço 02 – Vista do barrilete de recalque com área devidamente cercada e protegida. Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 96 - Vista do barrilete do Poço 6 (Espaço Alpha 2). Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 97 - Vista do macromedidor do Poço 6 (Espaço Alpha 2) totalmente encoberto por areia. Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 98 - Vista do macromedidor do Poço 6 (Espaço Alpha 2) em funcionamento totalmente encoberto por areia. Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 99 - Vista do barrilete do Poço 7 (Morro da Manteiga) com vazamento no barrilete. Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 100 - Vista do macromedidor do Poço 7 (Morro da Manteiga) em funcionamento instalado dentro de caixa de proteção. Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 101 - Vista da caixa de reunião dos Poços 1 a 5 (Espaço Alpha). Camaçari, junho de 2011.**



Figura 102 - Vista do macromedidor de saída da EEAT. Camaçari, junho de 2011.



Figura 103 - Vista geral da área do RAD de 6.000m<sup>3</sup>. Camaçari, junho de 2011.



Figura 104 - Vista dos extravasores do RAD de 6.000m<sup>3</sup>. Em detalhe vazamento na estrutura do reservatório. Camaçari, junho de 2011.



Figura 105 - Chegada das adutoras da EEAT e Poço 07 no RAD 6.000 m<sup>3</sup>. Camaçari, junho de 2011.

## 10.2. Existência e condições dos macromedidores no Sistema de Abastecimento de Água de Salvador, sistema EEAT Teodoro Sampaio/Duna (R1)

A água recalçada pela Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT) da ETA Teodoro Sampaio é transportada por uma adutora de diâmetro de 700mm, em aço carbono, com extensão total de 1.600 metros, até o reservatório R1, situado no Parque de Reservação Duna, localizado na divisa entre os bairros do Imbuí e Boca do Rio.

Para o Sistema EEAT Teodoro Sampaio/Duna (R1) foi realizada a inspeção de campo e observado que existe um macromedidor na saída da adutora de água tratada, ainda dentro do Parque da Bolandeira. Esse macromedidor localiza-se a,

aproximadamente, 500m da elevatória e, conseqüentemente, qualquer vazamento nos barriletes não é computado pelo mesmo.

A medição é realizada por meio de *pitot* capacitivo e os valores de leitura são transmitidos para a EEAT Teodoro Sampaio. O acompanhamento das leituras é realizado periodicamente por operadores a cada hora. Devido à importância do sistema, essas informações são disponibilizadas diariamente para tomadas de decisão pela Alta Direção da Embasa na Região Metropolitana.

Assim, como no SAA Camaçari, observou-se que existe somente macromedição na saída da água tratada. Não há medição na chegada do reservatório, ou seja, no final da adutora de água tratada. Essa adutora apresenta-se em estado bastante precário, com o registro de diversos vazamentos devido à sua baixa profundidade de assentamento, às condições de solo e ao nível do lençol freático. Essas questões, somadas à proximidade da adutora das residências e, conseqüentemente, a dificuldade para retirada dos vazamentos, podem aumentar consideravelmente as perdas no sistema distribuidor. Outro fato que vem se agravando é o uso clandestino dessa adutora por lava-jatos situados próximo ao local. Todos esses volumes porventura retirados da adutora são computados no balanço hídrico da empresa como perdas no sistema distribuidor.

O Setor R1 dispõe de reservatório de distribuição de água, constituído por duas câmaras com capacidade de 11.500m<sup>3</sup> para atendimento de toda a sua área de influência, abastecendo o setor com uma única zona de pressão. Os reservatórios não possuem registro de bóia, porém existe um funcionário que monitoriza a operação do reservatório e faz as leituras horárias de níveis de água, repassando a informação para a central de operação que está localizada no Parque da Bolandeira.

Alguns sistemas de automação permitem a transferência de dados dos níveis de água do reservatório para a central de operação, porém, esse sistema não é utilizado em sua plenitude por esse setor, permanecendo o risco de extravasamento.

Até o ano de 2007 existia um vazamento estrutural de grande porte no reservatório, o qual permaneceu por alguns anos, devido à dificuldade nas condições de manutenção e impossibilidade de paralisação de sua operação para conserto, em função do impacto no abastecimento de água da sua área de influência.

Nas Figuras 106 a 111 podem ser confirmadas as situações relatadas.



Figura 106 - Saída da linha de recalque para o R1 Duna. Detalhe do vazamento na junta do barrilete. Salvador, junho de 2011.



Figura 107 - Detalhe do macromedidor tipo *pitot* capacitivo instalado na linha de recalque. Salvador, junho de 2011.



Figura 108 - Travessia da linha de recalque sobre o Rio das Pedras no Parque da Bolandeira. Salvador, junho de 2011.



Figura 109 - Vista do macromedidor de água tratada localizado na ETA Teodoro Sampaio. Salvador, junho de 2011.



Figura 110 - Vista das duas câmaras do reservatório de distribuição R1 Duna. No alto detalhe da antena de transmissão dos dados para central de operação (automação). Salvador, junho de 2011.



Figura 111 - Vista de uma das câmaras do R1 Duna. Salvador, junho de 2011.

### **10.3. Existência e condições dos medidores de energia elétrica (consumo e demanda) do SAA Camaçari**

Foi verificada na inspeção de campo a inexistência de medidores de energia elétrica para cada unidade operacional. Observou-se que para todos os poços do Espaço Alpha há apenas um medidor de energia, o que impossibilita verificar individualmente como se comporta cada uma dessas unidades. O único medidor existente localiza-se dentro da Estação de Tratamento de Água no Espaço Alpha sendo gerada, portanto, apenas uma fatura para as seguintes unidades:

- ✓ Poços 1 a 5.
- ✓ Estação de Tratamento de Água.
- ✓ Estação Elevatória de Água Tratada.
- ✓ Casa de Química.
- ✓ Casa do operador.
- ✓ Iluminação externa das áreas.

Dessa forma, torna-se difícil realizar uma verificação do comportamento de cada equipamento, pois a medição apresenta o total do consumo de energia de dos equipamentos, sem considerar as perdas de distribuição da energia, visto que, os poços distam, aproximadamente, 500 metros um do outro, estando o último poço a quase 2.500 metros do ponto de medição. Assim, para verificação do consumo dos equipamentos individualmente é necessário a utilização de equipamentos específicos para tal, como alicates volti-amperímetros e pessoal qualificado para realização das medições.

Em se tratando dos Poços 6 (Espaço Alpha 2) e 7 (Morro da Manteiga) as medições são realizadas de forma independente, podendo ser analisados os rendimentos e as capacidades específicas dos conjuntos motorbomba instalados.

Verificou-se que os três medidores instalados nas unidades operacionais são os que realmente constam nas faturas de energia elétrica entregues mensalmente pela concessionária e que todos se encontram com selos de aferição intactos. A transmissão das leituras dos medidores encontrados no Espaço Alpha e no Poço 6 (Espaço Alpha 2) são coletadas via *modem*/rádio-frequência, não necessitando da presença física do leitorista, minimizando assim, possíveis erros de leitura.



As Figuras 112 a 114 apresentam todas as informações retiradas da visita de campo.



**Figura 112 - Vista do medidor de energia que totaliza todas as unidades operacionais do Espaço Alpha. Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 113 - Vista do medidor de energia do Poço 7 (Morro da Manteiga). Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 114 - Vista do medidor de energia do Poço 6 (Espaço Alpha 2) – Detalhe para o *modem* com antena transmissora. Camaçari, junho de 2011.**

#### **10.4. Existência e condições dos medidores de energia elétrica (consumo e demanda) do SAA EEAT Teodoro Sampaio / Duna (R1)**

O sistema EEAT Teodoro Sampaio/Duna (R1) foi contemplado com a Chamada Pública 001/2004 que culminou na celebração do Convênio de Cooperação ECV-017/2004, com a Eletrobrás, com vistas a promover a eficiência energética na Embasa. Para o projeto de eficiência energética realizado, foi necessário a implantação de medidores individuais tipo SAGA 1.000, por equipamento, para acompanhamento das grandezas elétricas (consumo, demanda, fator de potência, etc.) e também para possibilitar a verificação da capacidade específica ( $\text{kWh/m}^3$ ) de bombeio de cada equipamento.

Os medidores implantados permitem avaliar periodicamente a performance dos equipamentos instalados e confrontar todas as grandezas em períodos diferentes, evitando, na medida do possível, as interferências das sazonalidades. Todas as avaliações realizadas são acompanhadas das respectivas medições e confrontadas com os dados históricos de períodos anteriores.

Para a unidade operacional em questão não é gerada fatura de energia elétrica, pois todo o Parque da Bolandeira possui uma única medição em alta tensão (69kV), o que, do ponto de vista financeiro, é mais interessante para a Embasa. De qualquer maneira, é fundamental a avaliação de cada equipamento, de forma independente, pois se torna possível identificar as medições e atuar naqueles que representem maior despesas ou que possuam menores rendimentos.

A Figura 115 mostra os medidores individuais implantados em cada equipamento instalado.



#### **10.5. Existência e condições dos equipamentos para controle de consumos reativos no SAA Camaçari e no SAA EEAT Teodoro Sampaio / Duna (R1)**

Foi verificada na visita de campo a existência de equipamentos para correção do fator de potência (bancos capacitores) em todas as unidades operacionais do SAA Camaçari.

Os bancos capacitores instalados no Espaço Alpha para atender aos poços e a estação elevatória de água tratada apresentavam problemas de operação, estando alguns equipamentos danificados o que pode ser comprovado nas faturas de

energia elétrica que mostram consumos reativos excedentes nos períodos “na ponta” e “fora de ponta”.

Os equipamentos instalados para os Poços 6 e 7 encontravam-se em operação, o que reflete os bons resultados nas faturas de energia elétrica de cada unidade operacional.

No que se refere à EEAT Teodoro Sampaio/Duna (R1) todos os equipamentos foram recentemente redimensionados e adquiridos novos motores de potência 900CV cada. Os equipamentos apresentavam excelente rendimento e fatores de potência adequados, conforme visto no medidor SAGA 1.000, instalado para cada equipamento.

As Figuras 116 e 117 mostram os módulos de bancos capacitores instalados em algumas unidades operacionais visitadas.



**Figura 116 - Módulos de bancos capacitores instalados ao lado do painel elétrico (um de cada lado) do Poço 1 Espaço Alpha. Camaçari, junho de 2011.**



**Figura 117 - Vista dos diversos módulos de bancos capacitores instalados na EEAT Espaço Alpha com alguns módulos encontrando-se fora de operação. Camaçari, junho de 2011.**

#### **10.6. Condições físicas e operacionais dos equipamentos instalados na EEAT do SAA Camaçari**

Na visita de campo realizada foram verificadas as bombas, motores e painéis elétricos instalados na Estação Elevatória de Água Tratada, visando analisar as condições físicas e operacionais que podem estar influenciando o rendimento dos equipamentos. Os equipamentos instalados nos poços não foram averiguados.

Durante a inspeção foi verificado que os equipamentos existentes estavam compatíveis com o cadastro disponibilizado pela Embasa. Na estação elevatória

estão instalados três conjuntos motorbomba centrífugos horizontais, sendo que a operação normalmente ocorre utilizando dois equipamentos em paralelo, permanecendo um disponível como reserva. Todas as bombas centrífugas são da marca KSB Modelo RDL 150-400 A, implantadas desde o início de operação do sistema no ano de 1979. Os motores elétricos são trifásicos, assíncronos, com potência de 250CV e rotação nominal de 1.780rpm.

A situação física dos equipamentos é precária. Pôde-se observar que as bombas já sofreram diversas manutenções, fato esse referendado pelos cadastros dos equipamentos disponibilizados no Sistema Informatizado de Manutenção da Embasa – SIME.

Existem muitos vazamentos pelas gaxetas das bombas, o que contribui geralmente para a perda de rendimentos dos equipamentos hidráulicos. Além disso, os barriletes apresentam vazamentos e pontos de ferrugem, o que representa pequenas perdas de água nos sistemas, em nenhum momento contabilizadas. Durante a inspeção constatou-se que uma das válvulas de retenção estava apresentando reversão de fluxo, podendo ocasionar recirculações nos equipamentos quando em sua parada de operação.

Quanto aos motores elétricos, segundo o cadastro existente no SIME, somente um equipamento é de “alto rendimento” e sem nenhum rebobinamento realizado. Os outros dois equipamentos são antigos e as plaquetas com as informações técnicas já não estão visíveis. Tratam-se de motores que já sofreram muitas manutenções, o que reduz bastante o rendimento dessas máquinas. Os cabos dos motores elétricos encontram-se dispostos no chão, onde pôde ser notado muita água proveniente dos vazamentos das gaxetas e dos barriletes. As isolações das caixas de ligação dos motores apresentam-se expostas, oferecendo grande risco de acidente e tendências de perdas de isolação nas emendas.

Quanto aos painéis elétricos, esses necessitam de uma reorganização, pois dispõem de equipamentos muito antigos e que são susceptíveis a falhas, devido à questão do tempo de vida útil e a falta de manutenção preventiva. Os cabos de ligação dos equipamentos elétricos existentes nos painéis não estão identificados, dificultando a manutenção.

Nos painéis elétricos dos conjuntos motorbomba submersos verificou-se que todos são acionados por equipamentos do tipo *soft-starter*, o qual controla a tensão sobre o motor por meio do circuito de potência. O equipamento permite controlar a corrente de partida do motor, proporcionando uma partida suave, de forma a não provocar quedas de tensão elétrica bruscas na rede de alimentação.

As Figuras 118 a 121 apresentam as condições físicas e operacionais dos equipamentos instalados na Estação Elevatória de Água Tratada do SAA Camaçari.



Figura 118 - Vista externa da casa de bombas. Camaçari, junho de 2011.



Figura 119 - Vista interna da estação elevatória. Camaçari, junho de 2011.



Figura 120 - Vista do CMB instalado na posição 1, com detalhe para os vazamentos e cabos expostos. Camaçari, junho de 2011.



Figura 121 - Vista dos CMB instalados na posição 2 e 3, com detalhe para os vazamentos e cabos expostos. Camaçari, junho de 2011.

### 10.7. Condições físicas e operacionais dos equipamentos instalados no SIAA EEAT Teodoro Sampaio/Duna (R1)

As condições físicas e operacionais da estação elevatória Teodoro Sampaio – Duna (R1) são excelentes.

A estação elevatória dispõe de três conjuntos motorbomba, sendo as bombas centrífugas no modelo 12LN26 da *Flowserve*. As bombas são antigas, no entanto

foram todas recuperadas pelo próprio fabricante no ano de 2008, sendo que os rendimentos hidráulicos foram aferidos por meio de testes de bancada após recuperação. Com essa recuperação, os rotores foram cortados e adaptados ao ponto de trabalho, atingindo rendimentos da ordem de 85 a 88% com um ou dois equipamentos operando, respectivamente.

Os motores da estação elevatória de água tratada são trifásicos, assíncronos, com 900CV de potência, alto rendimento, trabalhando em uma rotação de 1.175rpm. Os motores foram adquiridos em 2008, da marca ABB e possuem rendimento de 97%, adequado para motores desse porte.

Todas as válvulas de gaveta e retenção são novas e estão em excelente estado de conservação.

As Figuras 122 e 123 mostram a elevatória de água tratada Teodoro Sampaio/Duna (R1) quando do momento da inspeção.

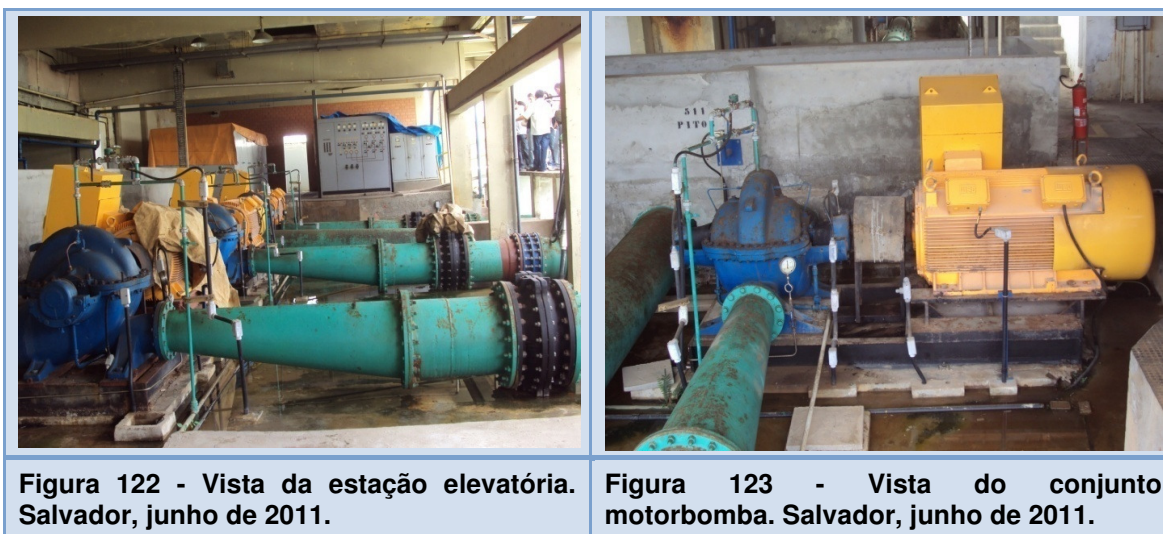


Figura 122 - Vista da estação elevatória. Salvador, junho de 2011.

Figura 123 - Vista do conjunto motorbomba. Salvador, junho de 2011.

### 10.8. Análise final da inspeção de campo

A inspeção de campo permitiu realizar uma avaliação da qualidade e da confiabilidade das informações geradas, além das condições sobre as quais as mesmas são fornecidas para a composição dos relatórios da Embasa/RMS referente ao controle de perdas de água e de energia elétrica.

No que se refere ao controle das perdas de água observou-se que ambos os sistemas ainda carecem de mecanismos de medições e controle de vazões, principalmente no SAA Camaçari, cuja captação de água bruta não é medida.

Alguns equipamentos instalados precisam ser melhor posicionados visando atingirem seus objetivos, como é o caso do macromedidor da estação elevatória da Teodoro Sampaio/R1 Duna.

Quanto à qualidade das informações disponibilizadas para o preenchimento dos relatórios constatou-se que com a ausência dos equipamentos de medição alguns dados são estimados ou até mesmo não computados, não mostrando claramente a origem das informações disponibilizadas no balanço hídrico.

Nas questões referentes à eficiência energética ficou evidente que o SAA Camaçari ainda precisa de muitas melhorias e que as condições atuais são totalmente desfavoráveis frente aos requisitos técnicos e operacionais necessários. O SIAA Teodoro Sampaio/Duna, por ter sido objeto de um Programa de eficiência energética, é uma referência dentro da Embasa, cumprindo, inclusive, o papel de se constituir em uma experiência que possibilite um *benchmarking* para outros sistemas.

Dessa forma, pode-se concluir, no tocante ao controle de perdas de água, que nem todas as informações disponíveis nos relatórios de acompanhamento podem ser confiáveis, pois faltam ainda a implantação de medidores estratégicos, realização de medições periódicas, acompanhamento e controle dos medidores, além de maior uso da tecnologia de ponta, sistemas de automação com controle e possibilidade da tomada de decisões de forma instântanea. Sendo assim, como analisado no item 5, os Programas realizados pela Embasa carecem de medições e cadastros mais confiáveis, automatização das unidades operacionais, dentre outros fatores analisados, e isso pôde ser verificado quando da inspeção de campo do SAA Camaçari.

Observa-se que os dados disponibilizados pela empresa prestadora dos serviços de energia elétrica são consistentes nas unidades do SAA Camaçari onde existem medidores para leitura de consumo e demanda e que as informações tratadas no Sistema de Controle de Energia são realmente as existentes em campo, apesar de ser necessário a implantação de novos medidores em campo para monitorizar de forma independente cada equipamento em operação.

Para o SAA Camaçari é necessária a implantação de diversas melhorias, além da substituição e manutenção de dispositivos e equipamentos, sendo atualmente

impossível avaliar do ponto de vista energético o rendimento dos equipamentos instalados, culminando em um grande número de situações que provocam ineficiência das instalações operacionais.

Quanto ao Sistema EEAT Teodoro Sampaio/R1 Duna observou-se que o projeto de eficiência energética continua com os equipamentos em boas condições de operação e que suas informações são avaliadas com periodicidade pelas unidades responsáveis pela análise dos dados, e portanto podem ser tratadas de forma confiável quando do acompanhamento do rendimento dos equipamentos e monitorização do sistema. A inspeção de campo realizada demonstra que as ações implementadas pelo Convênio ECV-017/2004 ainda continuam apresentando resultado, sendo suas informações analisadas e utilizadas para tomadas de decisões operacionais, possuindo realmente o projeto as condições necessárias para se tornar um "projeto-piloto" de referência para a Embasa.



## 11. CONCLUSÃO

Embora a literatura forneça diversas estratégias e métodos para a gestão de forma integrada do uso eficiente da água e energia elétrica, no Brasil, as ações dos prestadores de serviços públicos, com raras exceções, têm se caracterizado como pontuais, descontínuas e isoladas. Com isso, os níveis de perdas têm se mantido altos, evidenciando a necessidade de se identificar os limites e as possibilidades da implementação de programas que visem enfrentar essa problemática.

Com base nessa questão, após a realização da revisão de literatura, pôde-se identificar um conjunto de variáveis, organizadas em seis categorias de análise (fatores técnicos, operacionais, administrativos, gerenciais, ambientais e sociais), que se mostraram importantes para o desenvolvimento de ações para a gestão integrada de água e eficiência energética. A expectativa é que a problemática das perdas de água e energia seja abordada na sua complexidade e intersectorialidade, superando desta forma o tratamento segmentado, disciplinar e setorizado do fenômeno. O sucesso de políticas, programas, projetos e ações voltadas para o uso eficiente da água e energia, obrigatoriamente, exigem concepções voltadas para a intersectorialidade e integralidade das ações, e, principalmente, vontade política não só dos dirigentes, do corpo técnico, administrativo e gerencial, mas também da sociedade como um todo.

Os prestadores de serviço público de abastecimento de água vêm ao longo das últimas décadas empreendendo esforços com vistas a, principalmente, reduzir as perdas de água em seus sistemas distribuidores, e, mais recentemente, tem sido também uma preocupação as perdas de energia e seus custos correspondentes. A Embasa, no período de 1996 a 2011, dentro da Região Metropolitana de Salvador, promoveu alguns programas para o controle de perdas de água e eficiência energética. Após as análises desses programas pôde-se observar que o planejamento e a execução das ações se caracterizaram, fundamentalmente, por uma abordagem dos aspectos técnicos/operacionais relacionados ao fenômeno das

perdas, quer seja de água ou energia. Os programas implantados apresentaram características pontuais, com tempo determinado, sem contar com um planejamento mais sistêmico e estratégico, voltado para o desenvolvimento de atividades a curto, médio e longo prazos.

As análises realizadas permitiram constatar, que, invariavelmente, todas as metas estabelecidas pelos programas foram cumpridas abaixo das expectativas previstas. Para justificar os resultados foram apontadas diversas limitações, tais como: problemas de ausência de cadastro operacional e comercial; falta de macro e micromedição nas áreas estudadas; dificuldades de acesso e logística em algumas áreas de ocupação desordenada, dentre outras. Entende-se, assim, que além da ausência de uma abordagem mais ampla da problemática das perdas, não houve um planejamento adequado das atividades, pois existia um desconhecimento dos dados básicos disponíveis e, por outro lado, não se buscou um diálogo entre os técnicos das empresas contratadas para a execução do programa com as equipes de campo que conheciam previamente as dificuldades a serem enfrentadas. Além disso, pôde-se constatar que houve falta de interação entre as equipes das áreas operacional e comercial, fato esse resultado da estrutura organizacional da Embasa, que vem tratando seus processos técnico-operacionais de forma segmentada, inclusive com gerenciamentos independentes, sendo que a questão das perdas tem exigido um tratamento que incorpore a totalidade do fenômeno, em suas diversas dimensões, o que implica também em uma abordagem integrada das perdas de água (reais e aparentes) e eficiência energética.

As análises permitiram verificar que os programas implementados não foram incorporados à cultura da Empresa, em sua rotina administrativa, técnica, operacional e gerencial, notadamente, por problemas de recursos específicos, o que indica a falta de prioridade política dada à questão das perdas de água e energia. Quando da ocorrência da continuidade das atividades propostas pelos programas, por meio de recursos próprios da Embasa, observou-se que, ainda assim, a questão financeira foi um fator restritivo para o avanço das ações. Essa restrição influencia não só a expansão de novos programas e projetos, como, principalmente, a manutenção dos sistemas implantados. Além da falta de recursos específicos para a questão das perdas, e, ainda, a burocracia para a sua alocação, essas ações têm sido preteridas por demandas consideradas de maior urgência operacional

relacionados à falta de água, embora o controle das perdas de água resulte na melhoria do abastecimento. Sobre esse ponto é importante ressaltar que a falta ou carência de recursos para a operação e manutenção, é uma realidade histórica na área de saneamento básico, tanto em tempos de restrições orçamentárias e financeiras como nos momentos de maior disponibilidade, como o experimentado desde 2003.

Outra dificuldade observada na implementação dos programas refere-se à disponibilidade de recursos humanos para dar continuidade aos trabalhos. Tem sido comum a utilização da mesma equipe que atua nos projetos de perdas de água e eficiência energética para a realização de atividades rotineiras e urgentes da operação, que sempre são priorizadas. Esse ponto evidencia a falta de ação gerencial, desde o planejamento das atividades até a sua execução, influenciando no atingimento das metas traçadas.

Um ponto que também merece ser tratado diz respeito aos indicadores utilizados para medir a efetividade das ações. Nos programas realizados pôde-se observar que todo o acompanhamento das ações foi efetuado por meio de indicadores percentuais, que não são adequados para avaliar os resultados das ações.

Visando verificar a efetividade dos programas implementados foi realizada uma análise dos indicadores de perdas de água. Verificou-se que logo após a implementação dos programas houve reduções nos indicadores acompanhados pela Embasa, embora tenham se mantido em um patamar ainda alto. Esse fato evidencia que embora as metas não tenham sido atingidas, ocorreu certo impacto nas perdas, certamente em face de mudanças comportamentais do corpo gerencial, principalmente, diante do retorno do investimento realizado. Pôde-se observar que após um determinado período de implementação dos programas, os indicadores voltam a subir, evidenciando a necessidade de ações de caráter permanente, devendo, portanto, o controle de perdas ser considerado como uma ação estratégica e integrante da política dos prestadores de serviços. Caso não se adote tal abordagem, as ações de controle de perdas nem sempre serão efetivas, e os resultados positivos serão temporários.

Por outro lado, dentre os programas analisados é importante destacar o Programa de eficiência energética implantado na EEAT Teodoro Sampaio/R1 Duna. Pôde-se verificar que sua concepção, certamente por se tratar de financiamento obtido

por meio de apresentação de projeto, com estabelecimento de indicadores e acompanhamento de metas, a estratégia de planejamento foi mais apropriada. Verificou-se um esforço para o conhecimento prévio dos dados primários como cadastro, grandezas hidráulicas e elétricas. Além disso, ocorreu a discussão necessária entre as partes interessadas para a sua implementação e internalização na Empresa. O projeto desenvolvido para a eficiência energética do Parque da Federação (R15) seguiu a mesma linha, recebendo nacionalmente o prêmio de "Gestão Eficiente de Energia Elétrica e Água", antes mesmo de serem implantadas as intervenções, devido ao grau de detalhamento e confiabilidade das informações disponibilizadas.

Certamente que nenhuma ação técnico-operacional e gerencial se sustenta sem que esteja incorporado à política de uma empresa. Assim, é que o controle das perdas de água e a eficiência energética nos sistemas deve ser um objetivo permanente para todo prestador de serviço público, devendo ser estabelecido dentro do planejamento estratégico, com previsão de objetivos, metas, indicadores e iniciativas estratégicas de curto, médio e longo prazos, que levem a redução gradativa e contínua das mesmas.

Por considerar esse ponto como importante é que foi analisado o planejamento estratégico da Embasa, desenvolvido para o período 2012-2015, além de documentos, relatórios, resoluções de diretoria que marcaram o planejamento dos programas desenvolvidos até o momento. Observou-se que as ações para perdas de água e eficiência energética eram planejadas por equipes distintas vinculadas à Diretoria de Operações. As ações de perdas de água eram historicamente desenvolvidas por um departamento que planejava um subprograma para uma gestão de três a quatro anos, que não era acompanhado pelas Superintendências e Unidades Regionais. Sendo assim, a concepção era fadada ao isolamento e insucesso, onde cada superintendência/unidade regional desenvolvia sua ação de controle de perdas específica. Não existia uma linha de ação desde o planejamento até a execução.

Para as atividades de eficiência energética foi criado, em 2003, uma Comissão de Política Energética, também vinculada à Diretoria de Operações. Essa Diretoria conseguiu fazer seu planejamento e implementar suas atividades com muito mais fluidez, diretamente com as Superintendências/Unidades Regionais. O foco

específico de redução de gastos com energia elétrica, desenvolvido pela Diretoria de Operações na época, fez com que essa Comissão tivesse uma aceitação melhor por parte dos seus pares executores. Dessa forma, a Comissão de Política Energética conseguiu maiores avanços de planejamento ao longo do tempo por meio de ação gerencial. Inclusive, pôde-se notar que os programas de eficiência energética apresentaram bons resultados dos indicadores alcançados, que foram inferiores aos sugeridos pela literatura.

Com o novo planejamento estratégico da Embasa, para o período de 2012-2015, percebe-se que a figura do Superintendente de Suporte Técnico será o catalisador das iniciativas, coordenando os dois Departamentos (Desenvolvimento Operacional e Eficiência Energética), visando o gerenciamento integrado das ações. No entanto, o planejamento falhou ao não definir indicadores específicos para eficiência energética.

O estudo sobre percepção dos técnicos e gestores da Embasa envolvidos com a questão do uso eficiente da água e energia na RMS pôde ilustrar o entendimento sobre essa problemática na Empresa. Observou-se que a maioria das variáveis citadas pelos entrevistados como importante para um programa de gestão de perdas, dizem respeito a fatores técnicos e operacionais. Apenas dois fatores gerenciais foram citados, com destaque para o controle das perdas visando à redução de despesas operacionais. Após desenvolvimento do diagrama de Pareto, constatou-se que os entrevistados, dentre vários aspectos, apontam os seguintes itens como os mais relevantes: estabelecer uma estratégia de comunicação social e de educação ambiental; estabelecer uma política integrada de efficientização de água e energia; dar prioridade a estruturação de dados básicos confiáveis (medições, cadastros, etc.) e melhorar as ações integradas de perdas de água e eficiência energética.

Foram observados dois pontos chaves quando da análise dos resultados da percepção dos entrevistados: do ponto de vista operacional existe muito pouco uso do processo de automação para a monitorização do sistema de abastecimento de água, sendo que a sua existência daria uma dinâmica às equipes operacionais e subsidiaria as decisões; e, do ponto de vista gerencial, constatou-se que é uma necessidade premente da Embasa inserir em seus quadros gerenciais estratégicos pessoas capacitadas para a tomada de decisão com base em análises

fundamentadas e a partir de um conhecimento dos diversos processos da Empresa de forma integrada. Além disso, uma parcela dos entrevistados aponta que é necessário empreender uma capacitação técnica das equipes operacionais. Assim, os entrevistados, que são os responsáveis pelo planejamento, elaboração de programas e projetos e execução das ações, reconhecem suas fragilidades no conhecimento teórico-prático das ações de controle das perdas de água e eficiência energética na Empresa.

Dessa forma, conclui-se que é necessária uma atuação da Alta Direção da Embasa, não apenas com o intuito do estabelecimento e cobrança de metas, e sim, de capacitação, disponibilidade de recursos e planejamento das ações, visando desenvolver um corpo técnico específico, preparado tecnicamente para a atuação na área das perdas de água e eficiência energética, capaz de coordenar e disseminar as ações na Empresa.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, seja ela documental, obtenção de dados primários e secundários e inspeção de campo, verificou-se a carência de dados e informações detalhadas e mais confiáveis. Inclusive, a inspeção de campo, realizada de forma exploratória, possibilitou identificar anomalias que geram distorções nas informações disponibilizadas nos sistemas de informação. Os sistemas de informação da Embasa possuem dados que muitas vezes não representam a realidade ou que não são utilizados pelos interessados devido à sua baixa confiabilidade. A falta de um sistema de informação que possa respaldar o planejamento e desenvolvimento das ações tem implicado em grande perda de tempo e recursos.

Um dos desafios para os gestores que atuam no controle de perdas de água e eficiência energética é a necessidade de conhecer as tecnologias e metodologias existentes, com suas respectivas potencialidades e limitações, permitindo adequar e utilizar todos os recursos disponíveis de maneira a atingir seus objetivos e metas, visando construir uma cultura efetiva por meio de medidas continuadas para a Embasa. Como consequência desse planejamento pode-se obter resultados adequados a curto, médio e longo prazos proporcionando uma maior eficiência e eficácia da gestão dos sistemas de abastecimento de água, buscando garantir a sua sustentabilidade tendo em vista a universalização dos serviços.

Necessário se faz desenvolver um conjunto de indicadores capazes de avaliar a eficácia, efetividade e eficiência das ações implementadas, o qual deve ser concebido incorporando o tratamento mais integral da problemática do uso eficiente da água e energia. Nessa dissertação não foi contemplado o detalhamento de quais indicadores são estratégicos para avaliação de programas e projetos de controle de perdas de água e eficiência energética, sendo esta questão importante para ser tratada em outros estudos. Outra questão relevante é a necessidade de mensurar a postergação de futuros investimentos com as ações de controle das perdas de água, considerando não só a minimização das perdas reais e aparentes, mas principalmente levando-se em conta a sustentabilidade de um sistema de abastecimento de água do ponto de vista econômico-financeiro, mas principalmente ambiental. Esses pontos podem ser objeto de futuras investigações, de forma que o conhecimento sobre o fenômeno da eficiência no uso da água e energia se amplie, possibilitando identificar estratégias mais amplas e eficientes para o enfrentamento dos desafios postos aos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água no País. Espera-se que a presente dissertação tenha contribuído com esse esforço.

## 12. REFERÊNCIAS

- ACEEE. **Roadmap to energy in the water and wastewater industry**. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, 2005.
- ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA R: **Performance indicators for water supply services**. IWA Manual of Best Practice Series, London: IWA, 2000.
- ALEGRE, H.; BAPTISTA, J.M.; CABRERA, E.; CUBILLO, F.; DUARTE, P.; HIMER, W.; MERKEL, W.; PARENA, R. **Performance indicators for water supply services**. IWA Manual of Best Practice Series. 2. ed. London: IWA, 2006.
- ASE. **Watergy: Taking advantage of untapped energy and water efficiency opportunities in municipal water systems**. Washington: Alliance to Save Energy, 2002.
- ASE. **Watergy: energy and water efficiency in municipal water supply and wastewater treatment – cost-effective savings of water and energy**. Washington: Alliance to Save Energy, 2007.
- ANDRADE SOBRINHO, R.; ASSIS, S.O.P.; ANDRADE, P.R.S.M. **Redução e controle de perdas em linhas tronco e redes distribuidoras de água, por meio do monitoramento e redução de pressões: casos em sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador**. In: ASSEMBLEIA NACIONAL DA ASSEMAE, 39., 2009, Gramado, RS. **Anais...**Brasília: ASSEMAE, 2009. 1 CD-ROM.
- ARAÚJO, L.S.; COELHO, S.T.; RAMOS, H. **Estimativa de fugas e consumos nas redes de distribuição de água em função da pressão**. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XI., 2004, Natal, RN. **Anais...**Rio de Janeiro: ABES; APESB; APRH, 2004. 1 CD-ROM.
- ARIKAWA, K.C.O. **Perdas reais em sistemas de distribuição de água – Proposta de metodologia para avaliação de perdas reais e definição das ações de controle**. 2005. 196f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Hidráulica) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ANEEL. **Resolução Normativa n. 414, de 09 de setembro de 2010**. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília, DF. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 15 jul. 2011.



AWWA. **Water audits and leak detection**. Manual 36. 2. ed. Denver, Colorado: American Water Works Association, 1999.

AWWA. Committee report: applying worldwide BMPs in water loss control. AWWA Water Loss Control Committee, **American Water Works Association Journal**, p. 65-79, aug. 2003.

AWWARF. **Energy and water management system**. Denver: American Water Works Association Research Foundation, 1999.

AWWARF. **Waste and wastewater industry energy efficiency: a research roadmap**. Denver: American Water Works Association Research Foundation, 2004.

BAGGIO, M.A. **Diagnóstico de perdas de sistemas de abastecimento de água**. Franca, SP: ABES, 2000.

BRASIL. **Lei 2.848, de 7 de dezembro de 1940**. Dispõe sobre o Código Penal brasileiro. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1940. Disponível em: <[http://www.amperj.org.br/store/legislacao/codigos/cp\\_DL2848.pdf](http://www.amperj.org.br/store/legislacao/codigos/cp_DL2848.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2012.

CEC. **Variable frequency drive: use in the water/wastewater systems**. California, USA: Energy Commission, 2007.

CHEUNG, P.B. *et al.* **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. In: Gonçalves, Ricardo Franci (Coordenador). Uso racional de água e energia. Projeto PROSAB Capítulo 2. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 36-98.

COELHO, S.T. **Performance assessment in water supply and distribution**. 1996. 210f. Ph.D.(Thesis in Civil Engineering Systems) - Civil & Offshore Engineering Department, Heriot-Watt University, Edinburg, UK.

DOE. **Energy demands on water resources**: Report to Congress on the Interdependencies of Energy and Water, DOE Report to Congress, Washington, 2007.

DUARTE, P.; ALEGRE, H.; MONTEIRO, A.J. **Objectives and performance assessment of water supply services**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERFORMANCE ASSESSMENT OF INFRASTRUCTURE SERVICES - Pi08., 2008, Valencia, Balkema. **Anais...**Valencia: ISBN, 2008. 1 CD-ROM.

ELETROBRÁS. **Plano de ação Procel Sanear 2006/2007**. Brasília: Eletrobrás, 2005.

ELETROBRÁS. **Uso eficiente de energia elétrica e água em sistemas de saneamento ambiental**. São Paulo: Eletrobrás/MME/PROCEL, 2006.

EMBASA. **Diagnóstico global operacional / comercial e planejamento, controle e supervisão da implantação de três distritos operacionais de controle de**

**perdas no S.I.A.A. de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho.** Relatório Final. Salvador: Embasa, 1999. Não publicado.

EMBASA. **Resolução de Diretoria nº 671/03.** Salvador: Embasa, 2003. Não publicado.

EMBASA. **Chamada pública de projetos de conservação e uso racional de energia elétrica e água no setor de saneamento ambiental.** Salvador: Embasa, 2004. Não publicado.

EMBASA. **Prestação de serviços técnicos de engenharia para redução e controle de pressões nas redes de distribuição e localização de vazamentos invisíveis no Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Salvador.** Relatório Final. Salvador: Embasa, 2005a. Não publicado.

EMBASA. **Resolução de Diretoria nº 381/05.** Salvador: Embasa, 2005b. Não publicado.

EMBASA. **Resolução de Diretoria nº 291/07.** Salvador: Embasa, 2007a. Não publicado.

EMBASA. **Relatório do convênio CV 093/04 entre a SSP/Coelba/Embasa. Relatório Final.** Salvador: Embasa, 2007b. Não publicado.

EMBASA. **Edital de Concorrência Nacional para prestação de serviços técnicos de engenharia na revisão, implantação e pré-operação da infraestrutura de macromedição/pitometria para controle operacional e redução de perdas na distribuição de água do Sistema de Abastecimento de Água de Salvador.** Salvador: Embasa, 2008a. Não publicado.

EMBASA. **Relatório final do projeto de eficiência energética no Parque da Bolandeira.** Salvador: Embasa, 2008b. Não publicado.

EMBASA. **Comunicado nº 182/2009.** Salvador: Embasa, 2009a. Não publicado.

EMBASA. **Relatório de atividades Política Energética (OPE).** Salvador: Embasa, 2009b. Não publicado.

EMBASA. **Manual do controle operacional de água e esgoto.** Salvador: COPAE - Embasa, 2010a. Não publicado.

EMBASA. **Programa de Desenvolvimento Operacional (2010-2013) - Redução e controle das perdas de água e de faturamento.** Relatório Final. Salvador: Embasa, 2010b. Não publicado.

EMBASA. **Edital de Concorrência Nacional para prestação de serviços comerciais voltados para recuperação de créditos vencidos de ligações ativas particulares com mais de três contas em débito e ligações inativas até doze meses em débito de clientes com imóveis localizados na cidade de Salvador, Lauro de Freitas e Simões Filho.** Salvador: Embasa, 2010c. Não publicado.

EMBASA. **Projeto de eficiência energética do Parque da Federação.** Salvador: Embasa, 2010d. Não publicado.

EMBASA. **Relatório mensal de despesas com energia elétrica:** Salvador: Embasa, 2011a. Não publicado.

EMBASA. **Croqui dos sistemas de abastecimento de água.** Salvador: Embasa, 2011b. Não publicado.

EMBASA. **Setorização do sistema de abastecimento de água de Salvador.** Salvador: Embasa, 2011c. Não publicado.

EMBASA. **Planejamento Estratégico 2012 - 2015: Rumo a universalização.** Salvador: Embasa, 2011d.

EMBASA. **Prestação de serviços técnicos de engenharia na revisão, implantação e pré-operação da infraestrutura de macromedição/pitometria para controle operacional e redução de perdas na distribuição de água do Sistema de Abastecimento de Água de Salvador.** Salvador: Embasa, 2011e. Não publicado.

EMBASA. **Sistema de controle de contratos da Superintendência Metropolitana.** Salvador: Embasa, 2011f. Não publicado.

EMBASA. **Combate a fraude e cadastramento de ramais - Relatório parcial.** Salvador: Embasa, 2011g. Não publicado.

EMBASA. **Relatório do controle operacional de água e esgoto.** Salvador: COPAE - Embasa, 2012a. Não publicado.

EMBASA. **Regimento interno.** Salvador: Embasa, 2012b. Não publicado.

EPA. **Water and energy: leveraging voluntary programs to save both water and energy.** Washington: Environmental Protection Agency, 2008.

FARLEY, M. **Leakage management and control – a best practice training manual.** Genebra, Suíça: Organização Mundial de Saúde, 2001. 169p.

FERREIRA, I..A.; CARVALHO E.S.; ANDRADE SOBRINHO, R.; ANDRADE J.W.; ASSIS, S.O.P. Estudo de eficiência energética do Parque da Federação - Setor de distribuição R 15. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26., 2011, Porto Alegre, RS. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2011. 1 CD-ROM.

GOMES, A.S.; MORAES, H.T.N. Gerenciamento integrado de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2007. 1 CD-ROM.

GOMES, H. P. *et al.* **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** In: Gonçalves, Ricardo Franci (Coordenador). *Uso racional de água e energia. Projeto PROSAB Capítulo 4.* Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 153-218.

GONÇALVES, R. F. **Uso racional de água e energia: Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro: ABES, 2009.

HAGUIUDA, C. *et al.* **Gestão de energia na Sabesp.** Apostila para curso de Combate ao Desperdício de Água e Energia Elétrica. São Paulo, 2006, 18p. Não publicado.

IBGE. **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 13 fev. 2011.

IONESCU, G., C. **The optimization of the hydraulic installations within the water supply systems.** Bucharest, Romania: Ed. MatrixRom Publishing House, 2004.

ITONAGA, L. C. H. **Estudo da aplicação de modelos de redes de água no controle de perdas em casos reais.** 2005. 201f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.

JOWITT, P.W.; XU, C. **Optimal valve control in water distribution networks.** *Journal of water resources planning and management*, v.116, n 4, p. 455-472, 1990.

KUROKAWA, E. **Sistemática para avaliação de dados e indicadores de perdas em sistemas de distribuição de água.** 2001. 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

LAMBERT, A.; BROWN, T.G.; TARIKAWA, M.; WEIMER, D. A review of performance indicators for real losses from water supply systems. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, v.48, n 6, p. 227-237, 1999.

LAMBERT, A. O.; FRANTOZZI M. **Recent advances in calculating economic intervention frequency for active leakage control and implications for calculation of economic leakage levels.** International Water Association, International Conference on Water Economics, Statistics and Finance, Rethymno, Greece, 8-10, July 2005.

LAMBERT, A.O.; HIRNER, W. Losses from water supply system: standard terminology and recommended performance measure. **The Blue Pages**, Nuremberg, Germany: International Water Association, 2000.

MAGALHÃES, A.S. **Metodologia para diagnóstico e controle de perdas: uma experiência desenvolvida em sistema de abastecimento de água.** 1 ed. Salvador: Embasa, 2001.

MARCKA, E. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água.** Documento Técnico de Apoio – DTA A2. Brasília: Ministério das Cidades/SNSA/PNCDA, 2004.

MARCKA, E. **Gerenciamento de projetos e elaboração de planos de ação.** Curso de Combate ao Desperdício de Energia e Água em Saneamento Ambiental. Volume 02. Brasília: ABES, Eletrobrás/Procel Saneam, PMSS, 2005. Não publicado.

MARQUES, M.C.S; HADDAD, J.; GUARDIA, E.C. **Eficiência Energética: teoria & prática.** 1. ed. Itajubá-MG: MME/Eletrobrás; UNIFEI Itajubá, 2007.

MEDEIROS, J.B. **Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas.** 11. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

MIRANDA, E.C. **Avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água – indicadores de perdas e metodologias para análise de confiabilidade.** 2002. 193f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.

MIRANDA, E.C.; KOIDE, S. **Indicadores de perdas de água: o que, de fato, eles indicam?** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville, SC. **Anais...**Rio de Janeiro: ABES, 2003. 1CD-ROM.

MIRANDA, E.C. **Gerenciamento de perdas de água.** In: Heller, Léo; Pádua, Valter Lúcio (Org.). Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. p. 789-809.

NEGRISOLLI, R.K. **Análise de dados e indicadores de perdas em sistema de abastecimento de água – Estudo de caso.** 2009. 191f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul.

NRDC. **Energy down the drain: the hidden costs of California's water supply.** Oakland: Natural Resources Defense Council, 2004.

ORMSBEE, L.E.; WALKI, J. M. Identifying efficient pump combinations. **Journal American Water Works Association**, v. 81, p.30-34, jan. 1989.

ORNSTEIN, S. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1992.

ORSINI, E.Q. **Sistemas de abastecimento de água.** Apostila da disciplina PHD 412 - Saneamento II. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996. Não publicado.

OSTERMAYER, F.; GOMES, A.S. **Auto-diagnóstico da gestão de combate a perdas de água e uso eficiente de energia.** Curso de Combate ao Desperdício de Energia e Água no Saneamento Ambiental. São Paulo: ABES/Eletrobrás- Procel, 2005. Não publicado.

PMSS (Programa de Modernização do Setor Saneamento). Brasília: Ministério das Cidades. SNSA / PMSS, 2007.

PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água). **Guias Práticos: técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água**. Brasília: PNCDA, Volume 1 a 5. Ministério das Cidades/SNSA, 2007.

ReCESA (Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental) / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento, guia do profissional em treinamento: nível 2**. Salvador, 2008. 139p.

ROSSINEUX, N.V.Q.; FERNANDES, C.V.S. Estabelecendo a importância relativa do controle de perdas em redes de distribuição de água – o exemplo de uma rede hipotética. In: SEMINÁRIO HISPANO-BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, IV., 2004, João Pessoa, PB. **Anais...**João Pessoa: SEREA, 2004. 1CD-ROM.

SEDUR (Secretaria de Desenvolvimento Urbano). **Relatório de ações prioritárias para Casa Civil**. Salvador, 2012. Não publicado.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2007.

SILVA, R.T.; CONEJO, J.G.L.; MIRANDA, E.C.; ALVES, R.F.F. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água**. Documento Técnico de Apoio DTA A2. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento/Secretaria de Política Urbana, 1998.

SILVA, L.J.C.; SILVA JÚNIOR, M.G.; BEZERRA, D.S. **Panorama de perdas em sistemas de abastecimento de água**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, VI., 2004, São Luís, MA. **Anais...**Porto Alegre: ABRH, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, B.C *et al.* **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. In: Gonçalves, Ricardo Franci (Coordenador). Uso racional de água e energia. Projeto PROSAB Capítulo 3. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 99-152.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2009**. Brasília: Ministério das Cidades/SNSA/PMSS, 2011.

TABESH, M.; DOLATKHAHI, A. Effects of pressure dependent analysis on quality performance assessment of water distribution networks. **Iranian Journal of Science & Technology**, Transaction B, Engineering, v. 30, n. B1 Printed in The Islamic Republic of Iran, Tehran, I. R. of Iran, 2006

TAIRA, N. M. **Equipamentos de monitoramento e controle de redes**. In: Gomes, Heber Pimentel; Garcia, Rafael Pérez; Rey, Pedro Iglesias (Org.). Abastecimento de Água: o estado da arte e técnicas avançadas. João Pessoa: Editora Universitária – UFPB. 1. ed., v. 1, 2007. p. 85-102.

TARDELLI FILHO, J. **Controle e redução de perdas**. In: Tsutiya, Milton Tomoyuki (Org.). Abastecimento de Água. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. p. 457-523.

THORNTON, J. **Water loss control manual**. New York: McGraw-Hill, 2002.

TSUTIYA, M.T. **Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água**. 1. ed. São Paulo: ABES, 2001, 185p.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. São Paulo: ABES, 2004. 634p.

UN-HABITAT. **Annual report 2010**. United Nations Human Settlements Programme. Nairobi, Kenya, 2011.

VINCIGUERA, V. **Avaliação de impacto da redução de pressão nas perdas reais em setor de distribuição de água do município de Campo Grande – MS**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul.

WERDINE, D. **Perdas de água em sistemas de abastecimento**. 2002. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia), Departamento de Pós-graduação em Engenharia da Energia, Universidade de Itajubá, Minas Gerais.

WU, Z.Y.; SAGE, P. **Pressure dependent demand optimization for leakage detection in water distribution systems**. In: Proc. of CCWI, Leicester, UK, 2007.

WU, Z.Y. **Innovative optimization model for water distribution leakage detection**. Watertown, USA: Haestad Methods Solution Center, Bentley Systems, Incorporated, 2009.

## 13. APÊNDICE A

### Termo de Consentimento para aplicação do questionário



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE, ÁGUAS E SANEAMENTO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Vimos convidar V.Sa, a participar da pesquisa intitulada “Avaliação das Perdas de Água e Eficiência Energética em Sistema de Abastecimento de Água”, que objetiva analisar os fatores técnicos, operacionais, econômico-financeiros e gerenciais, que vêm influenciando na efetividade dos programas de gestão das perdas de água e de eficiência energética em sistemas de abastecimento operados pela Embasa. Essa avaliação será realizada a partir de experiência na RMS.

Para propiciar o desenvolvimento desse estudo se faz necessário o preenchimento do questionário anexo, que contém questões relacionadas a dados de projetos de perdas de água e de eficiência energética já realizados na Embasa, além de algumas informações sobre a gestão desses projetos. Por fim, são relacionadas algumas questões que dizem respeito à avaliação por parte do entrevistado sobre a gestão atual de perdas de água e eficiência energética na Embasa e levantar opiniões sobre as ações fundamentais para a implementação/melhoria dos projetos e/ou ações a serem realizadas.

É importante salientar que **todos os dados fornecidos por V.Sa. serão confidenciais**, ou seja, ninguém, exceto os pesquisadores envolvidos com a pesquisa, saberá que foi V.Exa. que informou e **ninguém será capaz de lhe identificar** quando finalizarmos o relatório sobre esta pesquisa.

Declaro ter entendido do propósito deste estudo, registrando que as informações por mim disponibilizadas são fidedignas e serão relevantes para o referido estudo.

Finalmente, declaro ter entendido a finalidade desta pesquisa:

sim  não

Eu, voluntariamente, consinto participar do estudo por meio do preenchimento das questões solicitadas pela Universidade Federal da Bahia.

sim  não

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de junho de 2011

---

Profa. Viviana M. Zanta  
Coordenadora do Mestrado  
(UFBA/DEA/MAASA)

---

Profa. Patrícia C. Borja  
Orientadora da Pesquisa  
(UFBA/DEA/MAASA)



## 14. APÊNDICE B

### Questionário para Avaliação da Gestão das Perdas de Água e Eficiência Energética em Sistema de Abastecimento da Embasa

#### Questionário

Nº. [ ][ ]

#### I. Dados sócio-econômicos e profissionais

1. Idade:	ID
2. Sexo: (1) Masculino (2) Feminino	SX
3. Escolaridade: (1) 1º. Grau incompleto (2) 1º. Grau completo (3) 2º. Grau incompleto (4) 2º. Grau completo (5) 3º. Grau incompleto (6) 3º. Grau Completo (7) Mestrado incompleta (8) Mestrado completo (9) Outro _____	ES
4. Formação:	FO
5. Cargo: (1) Gerente Nível Superior (2) Gerente Nível Técnico (3) Técnico Operacional (4) Monitor de Serviço (5) Agente Administrativo (6) Agente de Manutenção (7) Outros _____	FÇ
6. Tempo de serviço na Embasa:	CG
7. Município do local de trabalho:	MT

#### II. Dados sobre projetos de perdas realizados na Embasa

8. Nos últimos <b>10 (dez)</b> anos você participou de algum projeto de perdas de água e/ou eficiência energética na Embasa? (1) Perdas de água (2) Eficiência Energética (3) Ambos	PI
9. Quantos <b>projetos de perdas de água</b> você participou durante esses 10 anos? (1) Nenhum (2) Até 2 (3) 2 a 5 (4) 5 a 10 (5) Acima de 10	QP
10. Quantos <b>projetos de eficiência energética</b> você participou durante esses 10 anos? (1) Nenhum (2) Até 2 (3) 2 a 5 (4) 5 a 10 (5) Acima de 10	QX
11. Quantos <b>projetos integrados de perdas de água e eficiência energética</b> você participou durante esses 10 anos? (1) Nenhum (2) Até 2 (3) 2 a 5 (4) 5 a 10 (5) Acima de 10	QZ
12. Como você classificaria o êxito dos <b>projetos de perdas de água e eficiência energética</b> desenvolvidos pela Embasa durante esses 10 anos? (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	CP
13. Caso tenha respondido "1" explicar o por quê?	PQ
14. Qual o último projeto de perdas de água ou de energia que a Embasa realizou?	UP
15. Você participou do projeto indicado na questão 13? (1) Sim (2) Não	PT
16. Em que ano esse projeto foi iniciado?	AN
17. Em que ano esse projeto foi concluído?	PC
18. Como você classificaria o êxito desse projeto? (1) Insatisfatório (2) Satisfatório (3) Muito Satisfatório	CL

#### III. Dados sobre gestão dos projetos de perdas de água e eficiência energética realizados na Embasa

19. Você participou da fase de planejamento das ações de algum projeto de perdas de água ou de eficiência energética? (1) Sim (2) Não	PL
20. Em sua opinião, de uma forma geral, o <b>planejamento</b> do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Insatisfatório (2) Satisfatório (3) Muito Satisfatório	PA
21. Os mecanismos e estratégias utilizados para os processos de <b>planejamento</b> do(s) projeto(s) que você participou foram: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	ME
22. Em sua opinião, o <b>suporte administrativo</b> (telefone, secretária, papel, computador, etc.) para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Insatisfatório (2) Satisfatório (3) Muito Satisfatório	SA
23. Caso a resposta tenha sido "1": O que faltou para o suporte administrativo?	FA
24. Em sua opinião, o <b>suporte técnico</b> (equipe técnica, de campo, etc.), <b>em termos quantitativos</b> , para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi suficiente para o bom desempenho do trabalho? (1) Sim (2) Não	QT
25. Caso a resposta tenha sido "1": Qual o quantitativo de pessoas que estava diretamente ligado a execução adequada das ações? (1) Até 2 (2) 2 a 5 (3) 5 a 10 (4) Acima de 10	QP
26. Caso a resposta da questão 24 tenha sido "2": Qual o quantitativo de pessoas que você acha necessário para a execução adequada das ações? (1) Até 2 (2) 2 a 5 (3) 5 a 10 (4) Acima de 10	QX
27. O quantitativo de pessoas disponibilizado no projeto/ação participou de atividades relacionadas à: (1) Perdas de água (2) Eficiência Energética (3) Ambas	PP

28. Dentre as ações realizadas durante toda a execução do projeto qual o percentual de tempo gasto com: (1) Atividades relacionadas às perdas de água _____ (%) (2) Atividades relacionadas à eficiência energética _____ (%)	TT
29. Em sua opinião, o <b>suporte técnico</b> (equipe técnica, de campo, etc.) em termos <b>da capacitação/conhecimento</b> do pessoal disponível para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	CT
Quais os principais temas de <b>treinamentos</b> que você julga adequado para a capacitação de uma equipe de perdas de água e eficiência energética	
30. Tema/Treinamento 1:	TT1
31. Tema/Treinamento 2:	TT2
32. Tema/Treinamento 3:	TT3
33. Tema/Treinamento 4:	TT4
Quais as principais <b>tecnologias/equipamentos</b> utilizados no programa de controle de perdas que você participou?	
34. Tecnologias/equipamentos 1:	TE1
35. Tecnologias/equipamentos 2:	TE2
36. Tecnologias/equipamentos 3:	TE3
37. Tecnologias/equipamentos 4:	TE4
38. Em algum momento foi utilizado algum tipo de <b>automação</b> no processo de controle e/ou acompanhamento das perdas? (1) Sim (2) Não	TA
39. A disponibilidade de informações (medições, cadastro, etc.) para dar suporte ao desenvolvimento das atividades do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	IN
40. As atividades priorizadas nas ações de controle de perdas de água e eficiência energética que você participou foram (Cite as duas mais importantes): (1) Setorização (2) Instalação de válvulas e/ou medidores (3) Realização de medições (4) Substituição de Equipamentos (5) Controle da oferta pela demanda (6) Outras _____	AT
41. O que você acha que faltou como suporte técnico para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou?	FT
42. Em sua opinião, o <b>suporte econômico-financeiro</b> (compra de materiais, equipamentos, etc.) para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	SE
43. Caso a resposta tenha sido "1": O que faltou para o suporte econômico-financeiro? _____	FE
44. Em sua opinião, o <b>suporte operacional</b> em termos de <b>cadastro</b> para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Insatisfatório (2) Satisfatório (3) Muito Satisfatório	SO
45. Em relação ao cadastro operacional das tubulações disponibilizado para a execução das ações em que você participou foi: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	CO
46. Em relação ao cadastro comercial das ligações disponibilizado para a execução das ações em que você participou foi: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	CC
47. Em relação ao cadastro de equipamentos (bombas e motores) disponibilizado para a execução das ações em que você participou foi: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	CQ
48. Em sua opinião, o <b>suporte operacional</b> em termos do <b>apoio de campo</b> da Unidade Regional, para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Insatisfatório (2) Satisfatório (3) Muito Satisfatório	AC
49. Em sua opinião, o <b>suporte operacional</b> em termos do comprometimento <b>da equipe comercial</b> , para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Insatisfatório (2) Satisfatório (3) Muito Satisfatório	EC
50. Em sua opinião, o <b>suporte operacional</b> , em termos do comprometimento da <b>equipe operacional</b> para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Insatisfatório (2) Satisfatório (3) Muito Satisfatório	EO
51. Em sua opinião, o <b>suporte operacional</b> , em termos da <b>disponibilidade de equipamentos de trabalho</b> (computador, materiais, etc), para a execução das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	DE
52. O que você acha que faltou como suporte operacional para o desenvolvimento das ações? _____	FO
53. Em sua opinião, o <b>suporte gerencial</b> da Alta Direção da empresa (disponibilidade de tempo, comprometimento do líder), para o desenvolvimento das ações do(s) projeto(s) que você participou foi: (1) Insatisfatório (2) Satisfatório (3) Muito Satisfatório	SG
54. Nas reuniões gerenciais, a questão das perdas de água e eficiência energética é discutida buscando atingir metas para? (1) Apenas perdas de água (2) Apenas eficiência energética (3) Ambas (4) Não existe discussão nesse sentido	RG
55. As reuniões gerenciais referentes à questão das perdas de água e eficiência energética são discutidas com que periodicidade? (1) Semanal (2) Quinzenal (3) Mensal (4) Trimestral (5) Semestral (6) Anual (7) Não existe periodicidade	RP
56. O que você acha que pode melhorar quanto ao suporte gerencial na área de perdas? _____	SH

#### IV. Informações complementares

57. Em sua opinião, os objetivos das ações desenvolvidas no(s) projeto(s) que você participou: (1) Não foram atendidos (2) Foram parcialmente atendidos (3) Foram plenamente atendidos	OA
58. Em sua opinião, os resultados das ações desenvolvidas no(s) projeto(s) que você participou para o controle de perdas de água e/ou energia? (1) Não foram atingidos (2) Foram atingidos apenas para as perdas de água (3) Foram atingidos apenas para eficiência energética (4) Foram atingidos em ambos	IE
59. Os serviços de manutenção (tempo de reparo de vazamentos, índice de reserviço, etc) para o controle de perdas de água na Embasa são: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	MC
Em sua opinião quais os 3 (três) serviços de manutenção que ao seu ver são mais importantes do ponto de vista do controle de perdas de água?	SC
60. Serviço 1:	S1
61. Serviço 2:	S2
62. Serviço 3:	S3
63. Os serviços de manutenção (troca de motores, aquisição de equipamentos reservas, bancos capacitores, etc) para a busca da eficiência energética na Embasa são: (1) Ruim (2) Regular (3) Bom	MM
Em sua opinião quais os 3 (três) serviços de manutenção que ao seu ver são mais importantes do ponto de vista da busca da eficiência energética?	SM
64. Serviço 1:	M1
65. Serviço 2:	M2
66. Serviço 3:	M3
67. As estratégias de comunicação social e de educação ambiental voltadas para o controle das perdas de água e eficiência energética da Embasa são: (1) Insatisfatórias (2) Satisfatórias (3) Muito Satisfatórias	CE
68. A estrutura tarifária da Embasa em termos da capacidade de pagamento da população influencia nas perdas de água? (1) Não influencia (2) Influencia pouco (3) Influencia	ET
69. Em sua opinião existe alguma relação entre as perdas de água e a eficiência energética com as tarifas praticadas pela Embasa para a garantia do equilíbrio econômico-financeiro? (1) Não existe (2) Existe um pouco (3) Existe	TP
70. Em sua opinião, a política de gestão de perdas de água e energia definida pela Embasa é: (1) Insatisfatória (2) Satisfatória (3) Muito Satisfatória (4) Não existe	PD
71. As ações de gestão de perdas de água da Embasa são: (1) Insatisfatórias (2) Satisfatórias (3) Muito Satisfatórias	AP
72. As ações de gestão para a eficiência energética da Embasa são: (1) Insatisfatórias (2) Satisfatórias (3) Muito Satisfatórias	PE
73. Você acha que deveria ter uma <b>equipe independente</b> de outras atividades para tratar <b>diariamente</b> da questão de perdas de água e eficiência energética? (1) Sim (2) Não	EE
74. Na sua opinião, cada Unidade Operacional deveria dispor de um equipe (gestão descentralizada) ou deveria haver um único Departamento que planejar e controlaria todas as ações (gestão centralizada)? (1) Descentralizada (2) Centralizada (3) Ambos	EI
75. Qual a nota de 0 a 10 que você daria para a gestão de perdas de água na Embasa? _____	GA
76. Qual a nota de 0 a 10 que você daria para a gestão da eficiência energética na Embasa? _____	GE
77. Qual a nota de 0 a 10 que você daria para a gestão integrada de perdas de água e eficiência energética na Embasa? _____	NT
Em sua opinião quais os 3 (três) fatores que mais influenciam as perdas de água?	
78. Fator 1:	A1
79. Fator 2:	A2
80. Fator 3:	A3
Em sua opinião quais os 3 (três) fatores que mais influenciam a eficiência energética?	
81. Fator 1:	E1
82. Fator 2:	E2
83. Fator 3:	E3
Em sua opinião um <b>projeto integrado</b> de controle de perdas de água e eficiência energética deveria priorizar quais ações? Cite as quatro mais importantes em ordem de prioridade.	
84. Ação 1:	P1
85. Ação 2:	P2
86. Ação 3:	P3
87. Ação 4:	P4
88. Qual seria o fator mais limitador desse projeto integrado?	FL
89. Qual seria o fator que possibilitaria o desenvolvimento desse projeto integrado?	FP
As responsabilidades do desenvolvimento do <b>projeto integrado</b> seriam de (cite quatro em ordem de importância):	
90. Responsável 1:	R1
91. Responsável 2:	R2
92. Responsável 3:	R3
93. Responsável 4:	R4

## 15. ANEXO A



### **PRIMEIRO TERMO ADITIVO AO ACORDO DE MELHORIA DE DESEMPENHO nº 22/2008, FIRMADO ENTRE A UNIÃO, POR INTERMÉDIO DO MINISTÉRIO DAS CIDADES E A EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO S/A, COM A INTERVENIÊNCIA DA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL e do BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES.**

A **UNIÃO**, representada pelo **MINISTÉRIO DAS CIDADES**, CNPJ/MF sob nº 05.465.986/0001-99, com sede na Esplanada dos Ministérios, Bloco A, 1º, 2º e 3º andares, em Brasília/DF, doravante denominado **MCIDADES**, neste ato representado, por força da Portaria de Delegação de Competência nº 157, de 13 de abril de 2004, pelo Senhor Secretário Nacional de Saneamento Ambiental, **LEODEGAR DA CUNHA TISCOSKI**, portador da Cédula de Identidade nº 5/R 121.913 – SSP/SC e do CPF/MF nº 169.196.619-34, e a **EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO S/A**, inscrita no CNPJ nº 13.504.675/0001-10, com sede na 4ª Avenida, nº 420, Centro Administrativo da Bahia – Salvador - BA, doravante denominada simplesmente **EMBASA**, neste ato representada pelo Senhor Diretor Presidente **ABELARDO DE OLIVEIRA FILHO**, portador da Cédula de Identidade nº 550.369-88 – SSP/BA, e do CPF/MF nº 096.009.905-06, e pelo Senhor Diretor de Operação, **EDUARDO BENEDITO DE OLIVEIRA ARAÚJO**, portador da Cédula de Identidade nº 542.851 – SSP/BA, e do CPF/MF nº 148.709.165-68, nomeados pelo Conselho de Administração em 07 de janeiro de 2009, com a interveniência da **CAIXA ECONÔMICA FEDERAL**, inscrita no CNPJ/MF nº 00.360.305/0001-04, instituição financeira, sob a forma de empresa pública, criada e constituída nos termos do Decreto-lei nº 759, de 12.08.69, alterado pelo Decreto-lei nº 1.259, de 19.02.73, vinculada ao Ministério da Fazenda, regendo-se pelo Estatuto aprovado pelo Decreto nº 6.473, de 05.06.2008, sediada no Setor Bancário Sul, Quadra 4, Lotes 3/4, em Brasília - DF, neste ato representada pelo Senhor Superintendente Nacional de Saneamento e Infra-estrutura, **ROGÉRIO DE PAULA TAVARES**, portador da Carteira de Identidade nº 2.274.039-IFP/RJ, e do CPF nº 331.852.987-72, e o **BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES**, inscrito no CNPJ/MF nº 33.657.248/0001-89, empresa pública federal, regida pela lei nº 5.662, de 21 de junho de 1971, com a denominação dada pelo Decreto-lei nº 1.940, de 25 de maio de 1982, cujo Estatuto foi aprovado pelo Decreto nº 4.418, de 11 de outubro de 2002, alterado pelos Decretos nº 4.833, de 05 de setembro de 2003, nº 5.148, de 21 de julho de 2004, nº 5.212, de 22 de setembro de 2004, nº 5.897, de 20 de setembro de 2006, nº 6.322, de 21 de dezembro de 2007, nº 6.526, de 31 de julho de 2008, nº 6.575, de 25 de setembro de 2008, nº 6.716, de 28 de dezembro de 2008, sediado em Brasília, Distrito Federal, e serviços na Cidade do Rio de Janeiro, na Avenida República do Chile nº 100, Centro, neste ato representado pelo Senhor Diretor **ELVIO LIMA GASPAS**, portador da Cédula de Identidade nº 045428240 - IFP, e do CPF/MF nº 626.107.917-04, em conjunto com o Senhor Diretor **MAURÍCIO BORGES LEMOS**, portador da Cédula de Identidade nº M-398.545 – SSP/MG, e do CPF/MF nº 165.644.566-20, doravante denominados simplesmente **INTERVENIENTES**, celebram o presente **TERMO ADITIVO** ao **acordo de melhoria de desempenho - AMD**, assinado em 26 de maio de 2008, a ser regido pela Instrução Normativa nº 5, de 22 de janeiro de 2008, do MCidades e pela Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, atualizada, no

que couber, consoante Processo nº 80000.032328/2004-66, de acordo com as cláusulas a seguir estabelecidas.

### **CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO**

O presente *Termo Aditivo* tem por objetivo, nos termos da Subcláusula Primeira da Cláusula Nona do Acordo, o estabelecimento de novas metas, estendendo-as até 2013, conforme quadro anexo que integra o presente instrumento.

### **CLÁUSULA SEGUNDA – DAS PARTES**

Incluir, nos termos da Subcláusula Segunda da Cláusula Nona do Acordo, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, como novo interveniente.

### **CLÁUSULA TERCEIRA – DA PUBLICAÇÃO**

A publicação resumida deste Termo, no Diário Oficial da União, será providenciada pelo MCIDADES até o quinto dia útil do mês seguinte ao da assinatura, nos termos do Parágrafo Único do art. 61 da Lei nº 8.666, de 1993.

### **CLÁUSULA QUARTA – DA RATIFICAÇÃO**

Ficam ratificadas as demais cláusulas do Acordo, naquilo que não conflitar com o disposto na Instrução Normativa nº 05, de 22 de janeiro de 2008.

E por estarem de pleno acordo, assinam os partícipes o presente instrumento em quatro vias de igual teor e forma, na presença das testemunhas abaixo firmadas, para que produza seus efeitos legais.

Brasília, de de 2009.

**LEODEGAR DA CUNHA TISCOSKI**  
Secretário Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades

**ABELARDO DE OLIVEIRA FILHO**  
Diretor Presidente da EMBASA

**EDUARDO BENEDITO DE OLIVEIRA**  
**ARAÚJO**  
Diretor de Operações da EMBASA

**ROGÉRIO DE PAULA TAVARES**  
Interveniente  
Superintendente Nacional de Saneamento e Infra-estrutura - CEF

**ELVIO LIMA GASPAR**  
**Diretor do BNDES**  
Interveniente

**MAURÍCIO BORGES LEMOS**  
**Diretor da BNDES**  
Interveniente

TESTEMUNHAS:

Nome:  
CPF:

Nome:  
CPF:

PRESTADOR DE SERVIÇOS: EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO S/A - EMBASA

ITEM	INDICADOR	EQUAÇÃO	UNIDADE	SITUAÇÃO APURADA			METAS PREVISTAS				
				2007	2008	MÉDIA 2007/2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Indicador de Suficiência de Caixa	$\frac{100 \times F06}{F15 + (F34 + F16) + F22}$	%	124,6	129,4	127,0	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0
2	Índice de Evasão de Receitas	$\frac{F05 - F06}{F05}$	%	5,9	6,7	6,3	5,3	5,0	5,0	5,0	5,0
3	Dias de Faturamento Comprometidos com Contas a Receber	$\frac{F08 \times 360}{F02 + F03 + F07}$	Dias	111	104	108	103	98	93	90	90
4	Índice de Perdas por Ligação	$\frac{(A06 + A18 - A24) - A10}{A02^*}$	L/(dia.lig)	305,5	298,4	302,0	287,0	272,0	257,0	250,0	250,0
5	Índice de Perdas de Faturamento	$\frac{(A06 + A18 - A24) - A11}{(A06 + A18 - A24)}$	%	32,3	31,8	32,1	30,6	29,1	27,6	26,1	25,0
6	Índice de Hidrometração	$\frac{A04^*}{A02^*}$	%	86,1	84,8	85,5	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5
7	Índice de Macromedição	$\frac{A12 - A19}{(A06 + A18 - A19)}$	%	91,8	90,7	91,3	92,3	93,3	94,3	95,0	95,0
8	Índice de Produtividade de Pessoal Total (equivalente)	$\frac{A02^* + E02^*}{F26^* + (F14 \times F26)} \times F10$	Lig./empregado	355	354	355	250	250	250	250	250

**NOTA:**

\*No caso dessa informação, o cálculo considera a média aritmética: (dez/ano anterior + dez/ano de referência)/2.

Grupo	Indicador	Definição do indicador	Equação <sup>(2)</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	<i>Arrecadação Total</i> Desp. de Exploração + Serv. da Dívida (amort.; juros e var. cambial) + Desp. Fiscais ou Tribut. (ref. DTS)	$100 \times F06$ $F15 + (F34 + F16) + F22$	%	≥ 115%	Manter-se na faixa de referência	Entre 115% e 90%	1,5%	≤ 90%	2,5%
B	Índice de Evasão de Receitas	<i>Receita Operacional Total – Arrecadação Total</i> Receita Operacional Total	$F05 - F06$ F05	%	≤ 5%		Entre 5% e 15%	1%	≥ 15%	2%
B	Dias de Faturamento Comprometidos com Contas a Receber	<i>Saldo do Crédito de Contas a Receber</i> Receita Operacional Total	$F08 \times 360$ $F02 + F03 + F07$	DIAS	≤ 90		Entre 90 e 180	5 dias	≥ 180	10 dias
C	Índice de Perdas por Ligação	Volume de Água (Produzido + Tratada Importado – de Serviço) – Volume de Água Consumido Quantidade de Ligações Ativas de Água	$(A06 + A18 - A24) - A10$ A02*	l/(dia.lig)	≤ 250		Entre 250 e 500	15 l/(dia lig)	≥ 500	25 l/(dia lig)
C	Índice de Perdas de Faturamento	Volume de Água (Produzido + Tratada Importado – de Serviço) – Volume de Água Faturado Volume de Água (Produzido + Tratada Importado – de Serviço)	$(A06 + A18 - A24) - A11$ (A06 + A18 - A24)	%	≤ 25%		Entre 25% e 40%	1,5%	≥ 40%	2,0%
D	Índice de Hidrometração	<i>Quantidade de Lig. Ativas de Água Micromedidas</i> Quantidade de Ligações Ativas de Água	A04* A02*	%	≥ 95%		Entre 95% e 75%	1%	≤ 75%	2,5%
D	Índice de Macromedição	Volume de Água Macromedido – Volume de Água Tratada Exportado Volume de Água Disponibilizado para Distribuição (VD) <sup>(3)</sup>	A12 – A19 (A06 + A18 - A19)	%	≥ 95%		Entre 95% e 75%	1%	≤ 75%	2,5%
E	Índice de Produtividade de Pessoal Total (equivalente)	<u>Quantidade de ligações ativas (Água + Esgoto)</u> Quantidade equivalente de pessoal total	$A02^* + E02^*$ $F26^* + (F14 \times F26)$ F10	lig./empregado	≥ 250		Entre 250 e 180	10 lig./emp	≤ 180	20 lig/emp

## NOTAS:

(1) Novos indicadores e informações a serem incorporadas ao SNIS

(2) As equações consideram variáveis expressas em unidades compatíveis

(3) VD = volumes de água (produzido + tratada importado – tratada exportada)

\* No caso dessa informação, o cálculo considera a média aritmética: (dez/ano anterior + dez/ano de referência). \* No caso dessa informação, o cálculo considera a média aritmética: (dez/ano anterior + dez/ano de referência).

## 16. AUTORIZAÇÃO

### AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Instituição: Universidade Federal da Bahia

Nome do autor: Renavan Andrade Sobrinho

Local: Salvador, Bahia

Endereço: Avenida Euclides da Cunha, 827, apt 304, Graça

Email: renavan.sobrinho@uol.com.br

Salvador, 30 de abril de 2012

Assinatura do autor: \_\_\_\_\_