



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

ALESSANDRO ABADESSA VIÉGAS

**ESTUDO DAS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO E NAS
RESIDÊNCIAS DO CONJUNTO BENJAMIM SODRÉ**

Belém-PA
2009

ALESSANDRO ABADESSA VIÉGAS

**ESTUDO DAS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO E NAS
RESIDÊNCIAS DO CONJUNTO BENJAMIM SODRÉ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e com linha de pesquisa voltada para Saneamento Ambiental e Infra Estrutura Urbana.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Luiza Carla Girard Machado.

**Belém-PA
2009**

ALESSANDRO ABADESSA VIÉGAS

**ESTUDO DAS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO E NAS
RESIDÊNCIAS DO CONJUNTO BENJAMIM SODRÉ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e com linha de pesquisa voltada para Saneamento Ambiental e Infra Estrutura Urbana, submetido à Banca Examinadora do Colegiado, constituída pelos professores:

Defesa: Belém-PA, ____/____/____

Conceito:

Banca Examinadora:

Prof^a Dr^a Luiza Carla Girard Machado
Universidade Federal do Pará/UFPA - Orientadora

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Universidade Federal do Pará/UFPA

Prof^a Dr^a Nírvea Ravena
Núcleo de Altos Estudos Amazônicos/NAEA

Belém-PA
2009

DEDICATÓRIA

Dedico esta vitória aos meus pais Vivaldo Natalino Viégas e Nair Abadessa Viégas e ao meu irmão Andrey Abadessa Viégas, que foram companheiros em todas as horas. Obrigado, amo todos vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me deu toda força, luz e ajuda para que eu pudesse concluir esse estudo.

Aos meus pais, pelo carinho e amor que têm demonstrado comigo e que me incentivaram mesmo que indiretamente neste estudo.

Ao meu irmão, que soube me ajudar na digitação deste trabalho.

A Prof^a. Dr^a. Luiza Carla Girard Machado, minha orientadora e grande amiga de todas as etapas deste trabalho e principalmente pelo incentivo e paciência que teve comigo.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

Aos profissionais, Haroldo Martins, Márcio Jansen, Pacheco e Benevran da COSANPA, pela concessão de informações valiosas para a realização deste estudo.

Aos Professores Dr^o. Lindemberg Lima Fernandes e Dr^a Nírvea Ravana, pela participação na banca examinadora deste trabalho.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização desta dissertação.

Aos que não impediram a finalização deste estudo.

RESUMO

Neste trabalho é apresentado um estudo das perdas de água no sistema de abastecimento e nas residências do Conjunto Benjamim Sodré. O trabalho foi dividido em duas etapas, sendo a primeira experimental e a segunda de resultados. Posteriormente os dados foram tratados e avaliados e os principais resultados foram: a caracterização e avaliação do cadastro de consumidores, o volume faturado e medido das subcategorias do Conjunto, bem como, as vazões de todo o Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Além disso, foram determinados alguns indicadores básicos de desempenho, como índice de perda na distribuição (70,04%), índice de perda no faturamento (70,61%), índice linear bruto de perda (157,96 L/m.dia), índice de perda por ligação (1.446 L/ligação.dia), índice de hidrometração (72,27%) e o Índice Global de Perdas (70,93%). Além disso, foi possível ter o conhecimento do nível sócio-econômico de 30% população residente, das subcategorias R2 e R3 no Conjunto (176 imóveis), onde os resultados mostraram que cerca de 94% dos entrevistados que pagam somente uma taxa para consumo afirmaram praticar desperdícios de água em suas residências. Procurou-se analisar a qualidade da água fornecida a população e cerca de 71,50% dos entrevistados considerou de má qualidade, o que de certa forma pode estar contribuindo com ocorrências de doenças de veiculação hídrica, pois nos últimos anos foi verificado que 24% da população tiveram problemas como diarreias, verminoses, hepatite A e escabiose. Além disso, foi feita uma avaliação do uso da água nas diversas atividades domésticas das subcategorias R2 e R3. Há uma perda de R\$ 426,38 ao mês na conta de 15 consumidores que alegaram ter vazamentos na residência. Foi mostrado que para a atividade de lavar louça o consumidor teria uma redução no valor da conta de água de 89,28% em média, para tomar banho 43,66%, lavar roupa na máquina 34,23%, para lavar o pátio ou a calçada 84,80%, e para escovar os dentes 17,06%, referentes as subcategorias R2 e R3.

Palavras-chave: Abastecimento de Água, Perdas de Água, Indicadores de Perdas de água, Desperdícios de Água, Uso Racional da Água.

ABSTRACT

This work presents a study of water losses in the water supply system of Benjamim Sodré Sector. The work was divided in two steps, as follows: experimental step and results step. Later, data were evaluated and the main results have focused on: characterization and evaluation of the consumers register, revenue and measured water from the down categories of the sector, as well as, the Water Supply System water flows. Besides that, it was made the calculation of some basic performance indicators, such as (index): water loss in the distribution (70,04%), water loss in the revenue (70,61%), water gross loss linear (157,96 L/m.d), connection water loss (1.446,41 L/connection.day), measurement (72,27%) and the global losses (70,93%). Also, it was possible to know the socioeconomic level of the population (30%) of the down categories R2 and R3 of the sector (176 houses), in which the results showed that about 94% of the interviewees who pay only the water bill affirmed to practice waster losses in their houses. The water quality was also analyzed. And it was verified that about 71,50% of the interviewees have considered it bad quality, which may contribute in a important way to the occurrences of Transmissible Hydric Diseases, because it was verified that 24% of the population presented problems concerning to diarrheas, worms, hepatitis A and scabies in the last years. It was made an evaluation of the water uses in the several domestic activities of the down categories R2 and R3. There is a loss of R\$ 426,38 per month in the water bill of all consumers that contribute to water leaks in their homes. Finally, it is shown that for the activity of washing the dishes the consumer would have a reduction on the water bill average value of 89,28%. Additionally, to take bath: 43,66%, to wash clothes: 34,23%, to wash the sidewalk: 84,80%, and to brush their teeth 17,06%, referring the down categories R2 and R3.

Key Words: Water Supply, Losses of Water, Indicators of Losses of Water, Wastes of Water, Rational Use of the Water.

SUMÁRIO

| | |
|---|-------------------------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 19 |
| 2 OBJETIVO | 22 |
| 3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 22 |
| 4 REVISÃO DE LITERATURA | 23 |
| 4.1 ÁGUA PARA ABASTECIMENTO | 23 |
| 4.2 CLASSIFICAÇÃO DE CONSUMIDORES DE ÁGUA | 24 |
| 4.3 PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO | 31 |
| 4.3.1 Perdas Físicas | 32 |
| 4.3.2 Perdas Não Físicas | 42 |
| 4.3.3 Desperdícios | 43 |
| 4.3.4 Macromedição | 53 |
| 4.3.5 Micromedição | 53 |
| 4.3.5.1 Tipos de Medidores de Água para Condutos Fechados | 56 |
| 4.4 INDICADORES | 63 |
| 4.4.1 Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC) | 66 |
| 4.4.2 Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF) | 66 |
| 4.4.3 Índice Linear Bruto de Perda (ILB) | 67 |
| 4.4.4 Índice de Perda por Ligação (IPL) | 67 |
| 4.4.5 Índice de Hidrometração (IH) | 68 |
| 4.4.6 Índice Global de Perda (IGP) | 68 |
| 4.5 AVALIAÇÃO DAS PERDAS | 75 |
| 4.6 MONITORAMENTO E MÉTODOS PARA CONTROLE DAS PERDAS | 77 |
| 5 MATERIAS E MÉTODOS | 85 |
| 5.1 ÁREA DE ESTUDO | 85 |
| 5.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CONJUNTO BENJAMIM SODRÉ | 87 |
| 5.3 FASES EXPERIMENTAIS | 93 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 104 |
| 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 156 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 162 |
| APÊNDICE A | Erro! Indicador não definido. |
| APÊNDICE B | Erro! Indicador não definido. |

APÊNDICE C Erro! Indicador não definido.
APÊNDICE D Erro! Indicador não definido.
APÊNDICE E Erro! Indicador não definido.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Divisão das perdas em SAA..... | 32 |
| Figura 2: Processos e operações unitárias componentes de uma ETA convencional | 36 |
| Figura 3: Tipos de Medidores de Água | 57 |
| Figura 4: Medidores do tipo volumétrico | 58 |
| Figura 5: Medidor do tipo velocimétrico unijato | 59 |
| Figura 6: Medidor do tipo velocimétrico multiijato..... | 60 |
| Figura 7: Medidor do tipo Woltmann com turbina de hélice coaxial em relação ao eixo da tubulação..... | 61 |
| Figura 8: Medidor Woltmann com turbina de hélice perpendicular ao eixo imaginário horizontal da tubulação | 62 |
| Figura 9: Medidor do tipo Woltmann composto..... | 63 |
| Figura 10: Componentes de um sistema típico de abastecimento de água e localização dos pontos de controle de vazão..... | 78 |
| Figura 11: Representação espacial do índice de perdas de faturamento para o conjunto de prestadores participantes do SNIS em 2006, distribuído por faixas percentuais segundo os estados brasileiros..... | 82 |
| Figura 12: Representação espacial do índice de atendimento total de água para o conjunto de prestadores participantes do SNIS em 2006, distribuído por faixas percentuais segundo as macroregiões brasileiras | 83 |
| Figura 13: Vista de aérea do Conjunto Benjamim Sodré | 86 |
| Figura 14: Desenho em planta do Conjunto Benjamim Sodré..... | 86 |
| Figura 15: Sistema de Abastecimento de Água do Conjunto Benjamin Sodré..... | 89 |
| Figura 16: Reservatório Enterrado e Sistema de dosagem de cloro e flúor do Conjunto Benjamim Sodré | 90 |
| Figura 17: Vista frontal e longitudinal do vertedor | 97 |
| Figura 18: Procedimento para lavagem da ETA do Conjunto Benjamin Sodré..... | 98 |
| Figura 19: Fluxograma Geral do Volume Diário de Água no SAA do Conjunto Benjamin Sodré..... | 123 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Perdas Físicas - Origem e Magnitude | 33 |
| Quadro 2: Causas prováveis de falhas e rupturas em tubulações (vazamentos) | 40 |
| Quadro 3: Perdas não-físicas - origem e magnitude | 43 |
| Quadro 4: Números dos desperdícios de água | 45 |
| Quadro 5: Atividades para o combate ao desperdício..... | 47 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: Consumo doméstico de água..... | 26 |
| Tabela 2: Perfil de consumo doméstico de água..... | 26 |
| Tabela 3: Consumo doméstico de água em prédios | 27 |
| Tabela 4: Consumo de água em estabelecimentos comerciais | 28 |
| Tabela 5: Demanda Industrial de água em diversos ramos de produção | 29 |
| Tabela 6: Consumo de água para uso público..... | 31 |
| Tabela 7: Locais dos vazamentos na área comum do edifício..... | 50 |
| Tabela 8: Incidência dos vazamentos no tanque inferior | 51 |
| Tabela 9: Incidência de vazamentos por tipo de aparelho | 52 |
| Tabela 10: Índice de perda de faturamento de água (IPF) em 7 capitais nordestinas. | 73 |
| Tabela 11: Classificação dos Índices de Perdas no Faturamento de acordo com o percentual..... | 81 |
| Tabela 12: Distribuição do número de imóveis residenciais conforme a subcategoria | 102 |
| Tabela 13: Distribuição do número de residências pesquisadas de acordo com a subcategoria e forma de cobrança..... | 102 |
| Tabela 14: Valores médios de consumo mensal de água por Subcategoria, no Conjunto Benjamim Sodré..... | 105 |
| Tabela 15: Coleta da vazão instantânea no Poço no Conjunto Benjamin Sodré | 110 |
| Tabela 16: Coleta da vazão com perfil de 24 horas no Poço no Conjunto Benjamin Sodré..... | 111 |
| Tabela 17: Lâmina de Água do Vertedor do Conjunto Benjamin Sodré mostrado em três perfis de 24 horas..... | 113 |
| Tabela 18: Lâmina do elevador na Lavagem dos Filtros no Conjunto Benjamin Sodré | 114 |
| Tabela 19: Volume do Macromedidor instalado na saída do reservatório elevado do Conjunto Benjamin Sodré | 115 |
| Tabela 20: Coleta da vazão com perfil de 24 horas no reservatório elevado do Conjunto Benjamin Sodré | 116 |
| Tabela 21: Indicadores Básicos de Desempenho do Sistema de alguns Municípios | 121 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 22: Comparativo dos volumes e perdas de água nas unidades do Conjunto Benjamim Sodré..... | 124 |
| Tabela 23: Per capita de água em alguns locais da RMB..... | 131 |
| Tabela 24: Número casos de enfermidades nas famílias do Conjunto Benjamim Sodré..... | 135 |
| Tabela 25: Estimativa do consumo médio de água do Conjunto Benjamim Sodré para escovar os dentes | 138 |
| Tabela 26: Estimativa de consumo de médio do Conjunto Benjamim Sodré para tomar banho | 141 |
| Tabela 27: Estimativa de consumo médio do Conjunto Benjamim Sodré para lavar a louça..... | 144 |
| Tabela 28: Estimativa de consumo de médio do Conjunto Benjamim Sodré para lavar a roupa na máquina | 147 |
| Tabela 29: Estimativa de consumo de médio do Conjunto Benjamim Sodré para lavar o pátio ou a calçada da casa com mangueira | 149 |
| Tabela 30: Consumo da amostra conforme o uso da água do Conjunto Benjamim Sodré..... | 151 |
| Tabela 31: Número de imóveis de acordo com o tipo vazamento..... | 153 |
| Tabela 32: Demonstrativo de economia na conta do consumidor das subcategorias R2 e R3 por atividade da amostra do Conjunto Benjamim Sodré. | 155 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico 1: Perfil das Perdas do setor Jardim Popular..... | 56 |
| Gráfico 2: Edifícios pesquisados | 50 |
| Gráfico 3: Evolução nos Índices de Perdas na Distribuição e no Faturamento..... | 69 |
| Gráfico 4: Evolução nos Índices de Perdas por extensão de rede e por ligação | 70 |
| Gráfico 5: Evolução do índice de perdas de faturamento do setor Jardim Popular em porcentagem durante o ano de 2000. | 71 |
| Gráfico 6: Evolução do índice linear bruto de perdas do setor Jardim Popular em volume perdido em m ³ /Km rede. dia durante o ano de 2000. | 72 |
| Gráfico 7: Índice de perdas de faturamento | 73 |
| Gráfico 8: Controle de Produção e Consumo..... | 74 |
| Gráfico 9: Consumo Faturado. | 74 |
| Gráfico 10: Evolução das perdas anuais..... | 79 |
| Gráfico 11: Índice de micromedição e índice de perdas de faturamento dos prestadores de serviços regionais participantes do SNIS | 80 |
| Gráfico 12: Índice de micromedição e índice de perdas de faturamento dos prestadores de serviços regionais participantes do SNIS | 81 |
| Gráfico 13: Divisão Percentual por Categoria de Imóveis no Conjunto Benjamim Sodré..... | 106 |
| Gráfico 14: Divisão Percentual por Categoria Residencial no Conjunto Benjamim Sodré..... | 107 |
| Gráfico 15: Divisão Percentual por Categoria Comercial no Conjunto Benjamim Sodré..... | 107 |
| Gráfico 16: Divisão Percentual por Categoria Mista no Conjunto Benjamim Sodré | 108 |
| Gráfico 17: Divisão Percentual por Imóveis Factíveis no Conjunto Benjamim Sodré | 109 |
| Gráfico 18: Compartimentos nos imóveis das Subcategorias R2 e R3 do Conjunto Benjamim Sodré..... | 127 |
| Gráfico 19: Número de pessoas que residem no imóvel do Conjunto Benjamim Sodré | 128 |
| Gráfico 20: Opinião do entrevistado quanto à cobrança pelo uso da água do Conjunto Benjamim Sodré | 132 |

| | |
|--|-----|
| Gráfico 21: Opinião do entrevistado quanto a qualidade da água do Conjunto do Conjunto Benjamim Sodré | 133 |
| Gráfico 22: Moradores do Conjunto Benjamim Sodré acometidos por enfermidades relacionadas à água | 134 |
| Gráfico 23: Desperdício de água por subcategoria de imóvel no Conjunto Benjamim Sodré..... | 136 |
| Gráfico 24: Subcategorias de imóveis do Conjunto Benjamim Sodré referente às pessoas que responderam sim com relação à escovação dos dentes o tempo todo com a torneira aberta | 137 |
| Gráfico 25: Subcategorias de imóveis do Conjunto Benjamim Sodré referente às pessoas que responderam sim que responderam sim com relação ao registro o tempo todo meio aberto na hora do banho | 140 |
| Gráfico 26: Subcategorias de imóveis do Conjunto Benjamim Sodré referente às pessoas que responderam sim com relação à lavagem da louça com a torneira o tempo todo aberta | 143 |
| Gráfico 27: Subcategorias de imóveis do Conjunto Benjamim Sodré referente às pessoas que responderam sim com relação à lavagem da roupa na máquina e freqüência da lavagem | 146 |
| Gráfico 28: Subcategorias de imóveis do Conjunto Benjamim Sodré referente às pessoas que responderam sim com relação à lavagem do pátio ou da calçada com mangueiras..... | 148 |
| Gráfico 29: Freqüência da lavagem do pátio ou calçada nos imóveis do Conjunto Benjamim Sodré..... | 151 |
| Gráfico 30: Tipo de vazamento nos imóveis do Conjunto Benjamim Sodré..... | 152 |
| Gráfico 31: Pessoas que participam de associação ou comunidade, que tenha preocupação com o uso racional da água no bairro..... | 154 |
| Gráfico 32: Renda familiar durante o mês..... | 154 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | |
|--|-----|
| Fotografia 1: Macromedidor instalado na saída da ETA no Conjunto Benjamin Sodré | 87 |
| Fotografia 2: Poço de sucção do SAA do conjunto Benjamin Sodré..... | 88 |
| Fotografia 3: CMB's do Conjunto Benjamin Sodré | 91 |
| Fotografia 4: Vista do Reservatório Elevado do Conjunto Benjamin Sodré | 91 |
| Fotografia 5: Válvula do poço do Conjunto Benjamin Sodré | 92 |
| Fotografia 6: Ocupações formais (classe média) do Conjunto Benjamin Sodré..... | 92 |
| Fotografia 7: Ocupações informais do Conjunto Benjamin Sodré | 93 |
| Fotografia 8: Orifício feito no tubo e haste de Pitot | 95 |
| Fotografia 9: Transdutor com data Logger para medição de vazão na captação..... | 96 |
| Fotografia 10: medição na lamina de água no vertedor | 96 |
| Fotografia 11: Lâmina do Reservatório elevado do Conjunto Benjamin Sodré | 99 |
| Fotografia 12: Vazamentos nas válvulas e conexões do Conjunto Benjamin Sodré | 125 |
| Fotografia 13: Vazamento permanente no Sistema de Abastecimento de Água do Conjunto Benjamin Sodré | 125 |
| Fotografia 14: Água da lavagem dos filtros do Conjunto Benjamin Sodré | 125 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANC | Água não contabilizada |
| ANF | Água não faturada |
| CMB | Conjunto Motor Bomba |
| COSANPA | Companhia de Saneamento do Pará |
| EP | Extensão parcial de rede |
| ETA | Estação de Tratamento de Água |
| HDT | Hidrometrada |
| IGP | Índice global de perdas |
| ILB | Índice linear bruto de perda |
| IPD | Índice de perda na distribuição |
| IPF | Índice de perda de faturamento |
| IPL | Índice de perda por ligação |
| ISO | Organização Internacional para Padronização |
| LA | Ligações ativas |
| NA | Nível de Água |
| ND | Número de dias |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PNCDA | Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água |
| PVC | Policloreto de Vinila |
| RMB | Região Metropolitana de Belém |
| SAA | Sistema de Abastecimento de Água |
| SABESP | Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo |
| SANASA | Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A |
| SNIS | Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento |
| VA | Volume aduzido |
| VF | Volume de água faturado |
| VM | Volume medido |
| VP | Volume produzido |
| VU | Volume utilizado |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|------------------------------|--|
| A | Área |
| C1 | Subcategoria comercial tipo 1 |
| C2 | Subcategoria comercial tipo 2 |
| D | Diâmetro |
| H | Lâmina do vertedor |
| h | Altura da lâmina do reservatório elevado |
| ha | Hectares |
| I1 | Subcategoria industrial tipo 1 |
| I2 | Subcategoria industrial tipo 2 |
| Km | Kilômetro |
| L | Largura do vertedor |
| L/dia | Litros por dia |
| L/hab.dia | Litros por habitante dia |
| L/s | Litros por segundo |
| m | Metro |
| m ² | Metro quadrado |
| m ³ | Metro cúbico |
| m ³ /d | Metro cúbico por dia |
| m ³ /h | Metro cúbico por hora |
| m ³ /km | Metro cúbico por quilômetro |
| m ³ /Km rede.dia | Metro cúbico por quilômetro de rede dia |
| m ³ /ligações.dia | Metro cúbico por ligações dia |
| m ³ /mês | Metro cúbico por mês |
| m ³ /s | Metro cúbico por segundo |
| mm | Milímetros |
| P1 | Subcategoria público tipo 1 |
| P2 | Subcategoria público tipo 2 |
| Q | Vazão |
| R1 | Subcategoria residencial tipo 1 |
| R2 | Subcategoria residencial tipo 2 |
| R3 | Subcategoria residencial tipo 3 |
| R4 | Subcategoria residencial tipo 4 |
| S | Segundo |
| V | Volume |

1 INTRODUÇÃO

Com as crises ambientais vivenciadas pela humanidade nas últimas décadas, órgãos públicos governamentais e toda a sociedade estão se mobilizando na busca de meios e ações para que a água, a fonte mais importante para a sobrevivência, possa continuar a ser disponibilizada de forma acessível e racional. Quando uma população não possui um SAA adequado, torna-se inevitável a tendência à estagnação ou retrocesso, caracterizando, desta forma, o saneamento básico como insumo fundamental ao bem-estar humano.

Evangelista (2004) explica que nos países desenvolvidos, sobretudo no norte da Europa, onde são mais escassas as fontes de suprimento, foram desenvolvidas campanhas para promoverem a redução das perdas de água nos sistemas de distribuição, que sempre existem e que representam o maior fator de encarecimento dos custos de abastecimento público. Como formas imediatas de aumentar a capacidade de abastecimento foram adotadas, em conjunto com as concessionárias responsáveis, campanhas sistemáticas de esclarecimento, visando à redução das perdas e uso inadequado da água.

A perda de água em um sistema de abastecimento acontece por meio dos vazamentos existentes nas barragens, em adutoras de água bruta, nas Estações de Tratamento de Água (ETA), em adutoras de água tratada, nos reservatórios de distribuição, nas redes de distribuição de água tratada, nas ligações domiciliares de água, nos vazamentos existentes nas instalações hidráulicas dos imóveis e na utilização da água de forma incorreta pela população.

Estas perdas de água em um sistema de abastecimento público são classificadas em perdas físicas, perdas não físicas e desperdícios. As perdas físicas são definidas como o volume perdido, ou seja, água não faturada e não consumida, que deixa o SAA em decorrência de extravasamento em flocladores, decantadores, filtros e reservatórios, vazamentos em válvulas, adutoras, rede de água, ramais prediais etc. As perdas não físicas são os volumes não faturados pela concessionária do serviço, gerados pelas deficiências do parque de medidores bem

como fraudes, ligações clandestinas, *by pass*, etc. (MELLO, 1999). Quanto ao desperdício, é a parcela de água utilizada de maneira não racional pela população, como por exemplo, o não fechamento do registro ao estar se ensaboando no banho ou mesmo ao escovar os dentes. Este último tipo de perda representa uma parcela significativa de água tratada que vai diretamente para a rede de esgoto, drenagem ou mesmo para a via pública sem atingir o seu objetivo.

As perdas físicas podem ser controladas com ações que dependem exclusivamente da concessionária do sistema, por meio de ajustes nas instalações para eliminar vazamentos nas diversas unidades do sistema. As perdas não físicas dependem da política de medição implantada pela concessionária, bem como da fiscalização e atualização do cadastro de consumidores. Os desperdícios podem ser controlados por ações voltadas à questão da educação ambiental da população, como apresentação de palestras, distribuição de folders e cartilhas, bem como divulgação na imprensa de comunicação.

Coelho (1996) explica que, atualmente, o índice de perdas nas redes distribuidoras de água das empresas de saneamento básico do Brasil e da América Latina alcança valores, em média, superiores a 40% do volume produzido, tornando cada vez mais difícil o equilíbrio de pressões na rede de distribuição de água e a própria auto-suficiência econômico-financeira destas empresas. O desenvolvimento de ações dirigidas à redução deste índice de água pode significar para as empresas um aumento de oferta de água e favorecer um equilíbrio das pressões na rede distribuidora de água. O mesmo autor afirma que um SAA não é perfeitamente estanque e nunca está livre de vazamentos indesejados.

Dentro deste contexto, este trabalho foi iniciado através de uma revisão literária de como é a distribuição da água no planeta Terra, em seguida foi mostrado como os consumidores são classificados de acordo com a categoria. A partir daí foi possível comentar sobre perdas de água, descrevendo suas causas, magnitudes e medidas para minimizá-las e evitá-las. Após isso, foi feito um comentário sobre os vários tipos de medidores de água para melhor conhecê-los, bem como, dos indicadores básicos de desempenho do sistema que seriam utilizados no estudo. Houve a necessidade então de se fazer o levantamento das instalações do SAA com

medições dos volumes de água (captação, ETA, vertedor e distribuição) do Conjunto Benjamim Sodré, sendo fundamental para a compreensão do funcionamento desse sistema, bem como conhecer como era a distribuição das subcategorias de imóveis do Conjunto através de relatórios fornecidos pela COSANPA. De posse dessas informações foi possível calcular os indicadores básicos de perdas de água que serviram de subsídios para analisar a eficiência do SAA, procurando mostrar o quanto está sendo perdido de água no sistema, o que poderia estar causando um déficit no faturamento da COSANPA.

A justificativa da aplicação deste trabalho é que no Conjunto Benjamim Sodré existe um índice de perdas elevado. Segundo um estudo realizado por Viégas e Serruya no ano de 2006, foi encontrado um índice de perda no faturamento de 75,40%.

Este estudo também procurou analisar não só as perdas do SAA, mas também as que aconteciam dentro dos imóveis nas diversas atividades diárias de acordo com o uso pela população, permitindo assim, mensurar do quanto a população está desperdiçando de água. Por fim, os números obtidos foram analisados possibilitando a conclusão da pesquisa através de um diagnóstico da situação presente no Conjunto Benjamim Sodré, recomendando próximos passos que podem ser dados a partir deste trabalho.

2 OBJETIVO

Identificar e quantificar as perdas no SAA do Conjunto Benjamin Sodré, bairro do Benguí, na Região Metropolitana de Belém (RMB), bem como, nas residências deste Conjunto, relacionando-as com as condições sócio-econômico-ambiental da população.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o cadastro de consumidores: número de imóveis cadastrados nas subcategorias, volume faturado e volume medido;
- Medir a vazão nas unidades que compõem o SAA;
- Avaliar o consumo de água das subcategorias residenciais R2 e R3, para estimar o desperdício e correlacionar com os dados obtidos no questionário aplicado;
- Aplicar indicadores básicos de desempenho do sistema.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 ÁGUA PARA ABASTECIMENTO

A existência da água é essencial para o desenvolvimento de praticamente todas as atividades realizadas pelo homem sobre a terra, sejam elas urbanas industriais ou outras (VIANNA, 1992).

Conforme Vianna (1992), a água é essencial para a existência da própria vida sobre o nosso planeta, sendo um dos principais componentes do conteúdo celular vivo (no caso do homem, 70% de seu corpo é composto de H₂O) e responsável pelo equilíbrio térmico.

A água é encontrada nas três fases: sólida (gelo), líquida e gasosa (vapor). Essas três fases estão em equilíbrio, que depende de vários fatores, entre os quais a pressão, temperatura, oferta ambiental de água e presença de seres vivos.

De acordo com Azevedo Neto (1973), grande parcela da superfície da terra é coberta pelos oceanos e os maiores desníveis existentes em nosso planeta estão submersos. Os oceanos contêm 97,4% de toda a água do planeta. Sobram apenas 2,6% de água doce existente, cuja maior parte (2,3%) não se aproveita pois a água encontra-se nas geleiras polares e glaciais e também no subsolo em grandes profundidades (abaixo de 800 m).

Ainda o mesmo autor comenta que a água aproveitável corresponde a apenas 0,3% do total e, em toda essa parcela, os rios e lagos somam apenas 0,01 %.

O consumo de água vem aumentando rapidamente e atualmente milhões de pessoas do mundo inteiro já enfrentam a falta de água e o problema tende a piorar. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o mundo atual está prestes a enfrentar uma grande crise de abastecimento de água. Esta crise toda se deve ao crescimento da população e das atividades econômicas. Ademais, a população, achando que o mesmo um recurso ilimitado, desperdiça muito a água. Esta hoje ganha uma importância muito grande, porque virou questão de vida ou morte para

milhares de pessoas no mundo inteiro. Para solucionar esse problema, os cientistas pesquisam três saídas para aumentar a oferta da água: o aproveitamento das geleiras e dos icebergs; o uso dos estoques subterrâneos, ainda não totalmente explorados; e a dessalinização da água do mar, ou seja, transformação da água salgada em água doce. Porém, nenhuma dessas soluções é prática nem de baixo custo. A melhor forma de combater a falta de água é equilibrar a oferta existente à demanda e, para tal, é preciso colocar em prática medidas como proteger as fontes de água já existentes, recuperar as que estão contaminadas pelos esgotos domésticos, a indústria e os vários tipos de resíduos tóxicos, além de combater a cultura do desperdício

Hoje, mais do que nunca, a vida do homem depende da água, porém vários países enfrentam problemas de falta de água porque apenas uma parte da água da superfície terrestre é apropriada para o consumo, e essa água é mal distribuída, - há lugares com escassez de água e outros com abundância. Além do mais, o homem começou a interferir na natureza e grande parte dessa água está contaminada.

Os estoques de água potável em todo o mundo estão ameaçados pela explosão demográfica, contaminação, má administração e, principalmente, pelo desperdício. A água chega às residências e prédios, vindas de mananciais cada vez mais escassos e distantes, captada, tratada, transportada e distribuída com todos os requisitos de salubridade. O caminho percorrido pela água até as torneiras é longo. A demanda crescente poderá tornar o atendimento precário, a longo prazo, devido à escassez dos mananciais, ao desperdício, às perdas físicas e não-físicas.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DE CONSUMIDORES DE ÁGUA

Segundo Tsutiya (2004), para o planejamento e gerenciamento de SAA, a previsão do consumo de água é um dos fatores de fundamental importância. A operação dos sistemas e as suas ampliações e/ou melhorias estão diretamente associados à demanda de água.

A classificação dos consumidores por categorias de consumo é uma prática

comum nas prestadoras de serviços de saneamento. Tradicionalmente, os consumidores são classificados em quatro grandes categorias: Residencial, Comercial, Industrial e Público. A divisão dos consumidores nessas categorias baseia-se no fato de que essas categorias são claramente identificáveis, e também devido à necessidade de estabelecimento de políticas tarifárias e de cobranças diferenciadas.

A água para uso doméstico corresponde a sua utilização residencial, tanto na área interna como na área externa da habitação. Na área interna, a água pode ser utilizada para bebida, higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de roupa, lavagem de utensílios domésticos e limpeza em geral. Para a área externa, utiliza-se a água para rega de jardins, limpeza de pisos e fachadas, piscinas, lavagem de veículos, etc. (TSUTIYA, 2004).

Heller (2006) considerou que a demanda doméstica refere-se à água residencial destinada à ingestão, atividades higiênicas e de limpeza, ao preparo de alimentos e outros.

Segundo Tsutiya (2004), o consumo de água em uma habitação depende de um grande número de fatores, que podem ser agrupados em seis classes a seguir apresentadas:

- Características físicas: temperatura do ar, intensidade e frequência de precipitação da chuva, etc;
- Renda familiar;
- Características da habitação: área do terreno, área construída do imóvel, número de habitantes, etc;
- Características do abastecimento de água: pressão na rede, qualidade da água;
- Forma de gerenciamento do sistema de abastecimento: micromedição, tarifas, etc;
- Características culturais da comunidade.

Entre as variáveis que afetam a demanda doméstica de água, uma das mais importantes é o preço, pois é uma das poucas sob total controle dos responsáveis pelo sistema de abastecimento de água. Geralmente, elevações no preço da água

acarretam diminuição no consumo, até um limite correspondente ao essencial; reduções no preço causam aumento no consumo.

As pesquisas para a determinação de consumo de água de uso doméstico têm sido pouco realizadas em nosso país. A mais conhecida foi publicada por (Yassuda e Nogami 1976 apud Tsutiya, 2004). Por esse estudo, cada indivíduo consome, em média, de 50 a 90 litros de água por dia, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Consumo doméstico de água

| Uso | Consumo de água (l/hab.dia) |
|-----------------------|-----------------------------|
| Bebida | 2 |
| Preparo de alimentos | 6 |
| Lavagem de utensílios | 2 – 9 |
| Higiene pessoal | 15 – 35 |
| Lavagem de roupas | 10 – 15 |
| Bacia sanitária | 9 – 10 |
| Perdas | 6 – 13 |
| Total | 50 – 90 |

Fonte: Yassuda e Nogami (1976 apud Tsutiya, 2004).

(Rocha e Barreto 1999 apud Tsutiya, 2004) obtiveram um perfil do consumo de água de uma residência unifamiliar, localizada em um conjunto de apartamentos da cidade de São Paulo (Tabela 2).

Tabela 2: Perfil de consumo doméstico de água

| Pontos de utilização de água | Consumo diário por habitação (l/habitação) | Consumo diário per capita (l/dia.habitante) | Consumo percentual (%) |
|------------------------------|--|---|------------------------|
| Bacia sanitária | 24 | 5 | 5 |
| Chuveiro | 238 | 60 | 55 |
| Lavadora de roupa | 48 | 12 | 11 |
| Lavatório | 36 | 9 | 8 |
| Pia de cozinha | 80 | 20 | 18 |
| Tanque | 11 | 3 | 3 |
| Total | 437 | 109 | 100 |

Fonte: Rocha e Barreto (1999 apud Tsutiya, 2004)

(Yoshimoto e Silva 2001 apud Tsutiya, 2004) mostram a distribuição de

consumo de água em residências na Região Metropolitana de São Paulo:

- 30,9% para descarga de bacia sanitária, valor este bem superior ao encontrado por Rocha e Barreto;
- 26,7% para banhos (chuveiros), em comparação com Rocha e Barreto percebe-se que este valor se apresentou menor;
- 30,0% para pia de cozinha, quase o dobro achado por Rocha e Barreto;
- 12,4% para outros usos (bebidas, lavagem roupas, limpezas de pisos, jardins, lavagem de carros e outros).

A Tabela 3 apresenta o consumo doméstico de água em alguns prédios, publicados em literatura nacional.

Tabela 3: Consumo doméstico de água em prédios

| Prédio | Unidade | Consumo (L/dia) |
|-----------------------|----------------|------------------------|
| Apartamento | Pessoa | 200 |
| Residência | Pessoa | 150 |
| Escola – internato | Pessoa | 150 |
| Escola – externato | Pessoa | 50 |
| Casa popular | Pessoa | 120 |
| Alojamento provisório | Pessoa | 80 |

Fonte: Dacach (1979 apud Tsutiya, 2004)

Na Tabela 3 é observado que em apartamentos o consumo é maior, em relação às residências. Uma das causas prováveis desse consumo em apartamentos, poderia ser maior número de pontos de utilização de água. Porém quando o autor apresenta esta Tabela, não é feita referência se é uma residência de ocupação formal ou informal, o que também pode interferir no consumo.

O que se pode observar é que os consumos sofrem uma variação grande, decorrente de hábitos e costumes da população, bem como o tipo de construção, conforme os estudos realizados pelos autores.

Para Tsutiya (2004), várias são as atividades comerciais que utilizam a água, de modo que, nessa categoria, ocorrem desde pequenos até grandes consumidores, como bares, padarias, restaurantes, lanchonetes, hospitais, hotéis, postos de gasolina, lojas, prédios comerciais, shoppings centers, entre outros. Na Tabela 4 são

apresentados consumos de água em estabelecimentos comerciais, publicados em literatura nacional.

Tabela 4: Consumo de água em estabelecimentos comerciais

| Estabelecimento | Unidade | Consumo (l/dia) | Referência |
|----------------------------------|------------------------|-----------------|----------------|
| Escritório | Pessoa | 50 | Tsutiya (2004) |
| Restaurante | Refeição | 25 | Tsutiya (2004) |
| Hotel (sem cozinha e lavanderia) | Pessoa | 120 | Tsutiya (2004) |
| Lavanderia | Kg de roupa seca | 30 | Tsutiya (2004) |
| Hospital | Leito | 250 | Tsutiya (2004) |
| Garagem | Automóvel | 50 | Tsutiya (2004) |
| Cinema, teatro e templo | Lugar | 2 | Tsutiya (2004) |
| Mercado | m ² de área | 5 | Tsutiya (2004) |
| Edifício comercial | Pessoa | 50 | Tsutiya (2004) |
| Alojamento provisório | Pessoa | 80 | Tsutiya (2004) |
| Bar | freguês | 5 - 15 | Heller (2006) |
| Posto de Gasolina | automóvel | 150 | Heller (2006) |
| Shopping Center | empregado | 30 - 50 | Heller (2006) |

É importante salientar que os valores de consumo de água em estabelecimentos comerciais apresentados na Tabela 4 são apenas orientativos. Entretanto, apesar de sua grande importância no gerenciamento de SAA, são poucas as pesquisas para a determinação do consumo de água em instalações comerciais no Brasil.

O uso da água em uma instalação industrial, segundo Tsutiya (2004), pode ser classificado em cinco categorias:

- uso humano;
- uso doméstico;
- água incorporada ao produto;
- água utilizada no processo de produção;
- água perdida ou para usos não rotineiros.

Na Tabela 5 podem-se observar os diversos ramos da demanda industrial.

Tabela 5: Demanda Industrial de água em diversos ramos de produção

| RAMO | TIPO | UNIDADE | CONSUMO* |
|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------|
| Alimentos | Frutas e Legumes (conservas) | 1 t conversa | 4 - 50 |
| | Doces | 1 t produto | 5 - 25 |
| | Açúcarde cana | 1 t de açúcar | 0,5 - 10 |
| | Matadouros | 1 boi ou 2,5 porcos | 0,3 - 0,4 |
| | Laticínios (leite) | 1000L de leite | 1 - 10 |
| | Laticínios (queijo e manteiga) | 1000L | 2 - 10 |
| | Margarina | 1 t de margarina | 20 |
| | Cervejaria | 1000l de cerveja | 5 - 20 |
| | Padaria | 1 t de pão | 2 - 4 |
| | Refrigerantes | 1000L | 2 - 5 |
| Têxtil | Algodão | 1 t produto | 120 - 750 |
| | Lã | 1 t produto | 500 - 600 |
| | Rayon | 1 t produto | 25 - 60 |
| | Nylon | 1 t produto | 100 - 150 |
| | Polyester | 1 t produto | 60 - 130 |
| | Lavanderia de lã | 1 t de lã | 20 - 70 |
| | Tinturaria | 1 t produto | 20 - 60 |
| Couro e Curtume | Curtume | 1 t de pele | 20 - 40 |
| | Sapato | 1000 pares | 5 |
| Polpa e Papel | Fabricação de polpa | 1 t produto | 15 - 200 |
| | Clareamento de polpa | 1 t produto | 80 - 200 |
| | Fabricação de papel | 1 t produto | 30 - 250 |
| | Polpa e papel integrados | 1 t produto | 200 - 250 |
| Química | Tinta | 1 empregado | 110 L/d |
| | Vidro | 1 t de vidro | 3 - 30 |
| | Sabão | 1 t de sabão | 25 - 200 |
| | Acido, base, sal | 1 t de cloro | 50 |
| | Borracha | 1 t produto | 100 - 150 |
| | Borracha sintética | 1 t produto | 500 |
| | Refinaria de petróleo | 1 barril (117L) | 0,2 - 0,4 |
| | Detergente | 1 t produto | 13 |
| | Amônia | 1 t produto | 100 - 130 |
| | Dióxido de carbono | 1 t produto | 60 - 90 |
| | Gasolina | 1 t produto | 7 - 30 |
| | Lactose | 1 t produto | 600 - 800 |
| | Enxofre | 1tproduto | 8 - 10 |
| Produtos farmacêuticos (vitaminas) | 1 t produto | 10 - 30 | |
| Produtos Manufaturados | Mecânica fina, ótica e eletrônica | 1 empregado | 20 - 40 L/d |
| | Cerâmica fina | 1 empregado | 40 L/d |
| | Indústrias de máquinas | 1 empregado | 40 L/d |
| Metalúrgicas | Fundição | 1 t de gusa | 3 - 8 |
| | Laminação | 1 t de produto | 8 - 50 |
| | Forja | 1 t de produto | 80 |
| | Deposição eletrolítica de metais | 1 m ³ de solução | 1 - 25 |
| | Indústrias de chapas, ferro e aço | 1 empregado | 60 L/d |
| Mineração | Ferro | 1 m ³ de minério lavado | 16 |
| | Carvão | 1 t de carvão | 2 - 10 |

(*) Considerado o consumo por unidade (m³/unidade) ou L/d por empregado.

Fonte: Macêdo (2004).

O uso da água para o consumo humano refere-se ao banheiro, banho e alimentação (inclusive lavagem de utensílios), de modo que esse consumo depende

essencialmente do número de funcionários e do seu regime de trabalho. Considera-se como uso doméstico a água utilizada em limpeza geral e manutenção da área do estabelecimento e, em alguns casos, a água utilizada em utilidades (torre de resfriamento, equipamento para irrigação, etc).

Como exemplo de água incorporada ao produto, pode-se citar a água incorporada a shampoos e outros produtos de higiene pessoal, água incorporada a bebidas, água incorporada a alimentos, etc. Para os casos de água utilizada no processo de produção e não incorporada ao produto, tem-se: água para geração de vapor, água para refrigeração, água para preparação de argamassa de cimento, água para lavagem de roupas em lavanderias, etc. (TSUTIYA, 2004).

Ainda Tsutiya (2004), como água perdida, considera-se o consumo ocorrido sem relação com a atividade de produção da empresa, como: água para incêndio, água para lavagem de reservatórios, água perdida por vazamentos e para usos não identificados.

Segundo Heller (2006), o consumo industrial varia com o ramo industrial e, que a partir do ano de 1980, tem sido verificada uma tendência de redução do consumo de água nas indústrias por meio da racionalização do uso e do reuso. Outra tendência é que a construção pelas empresas de suas próprias unidades de captação e tratamento.

Observa-se, entretanto, que o volume de água utilizado varia de uma indústria a outra e, por outro lado, mesmo para indústrias semelhantes, o consumo pode variar consideravelmente.

Para Tsutiya (2004), a água utilizada para o consumo público vem ser a parcela de utilizada na irrigação de parques e jardins, lavagem de ruas e passeios, edifícios e sanitários de uso público, fontes ornamentais, piscinas públicas, chafarizes e torneiras públicas, combate a incêndios, limpeza de coletores de esgotos, etc.

Na Tabela 6 é apresentado o consumo de água para alguns estabelecimentos

públicos publicados em literatura nacional.

Tabela 6: Consumo de água para uso público

| Estabelecimento | Unidade | Consumo (l/unidade.dia) |
|------------------------|----------------|--------------------------------|
| Edifício público | pessoa | 50 |
| Quartel | pessoa | 150 |
| Escola pública | pessoa | 50 |
| Jardim público | m ² | 1,5 |
| Uso público – geral | pessoa | 25 |

Fonte: Tsutiya (2004)

Segundo Heller (2006), a demanda de água para o uso público relaciona-se a manutenção de parques e jardins públicos, monumentos, aeroportos, terminais rodoviários, limpeza de vias, prevenção de incêndios, entre outros, além do abastecimento dos próprios prédios públicos.

Pelo que se percebe, tanto Tsutiya quanto Heller, tem a mesma conceituação em se tratando de demanda pública de água.

No capítulo a seguir, será detalhado de que maneira acontecem as perdas e como elas se dividem, os vários tipos de hidrômetros existentes no mercado e como combater as perdas.

4.3 PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Para que se possa entender melhor este estudo, deve-se levar em consideração que o desperdício de água é uma parcela de perda. Assim, em sistemas públicos de abastecimento, do ponto de vista operacional, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados pela Concessionária. O desperdício é um tipo de perda cujo volume de água é consumido de maneira irracional pelo usuário, tornando-se assim um meio de difícil controle, uma vez que depende da conscientização de cada pessoa.

Estas perdas de água, contrariando o desejo de todos, deixam o sistema em decorrência de vazamentos, extravasões, infiltrações, defeitos, acidentes nas instalações, e ainda o uso de maneira não adequada pela população.

Na Figura 1 é apresentada a classificação para perdas em SAA, utilizada neste trabalho.

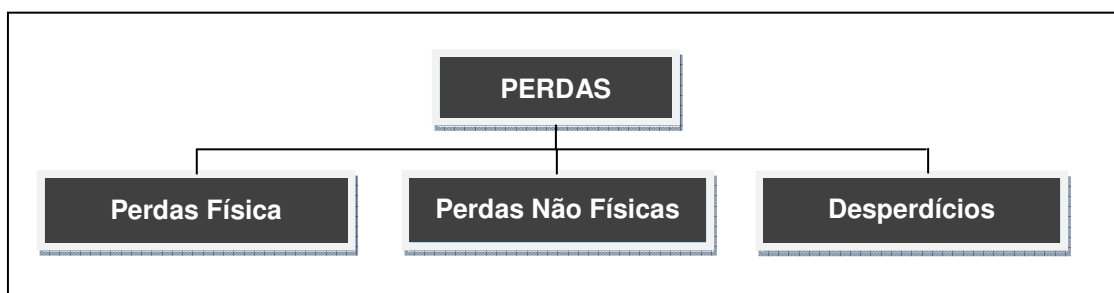


Figura 1: Divisão das perdas em SAA.
Fonte: Direta.

4.3.1 Perdas Físicas

Para Martini (1982), perdas físicas devem ser consideradas aquelas que deixam o sistema em decorrência de vazamentos, acidentes, extravasões, etc., não chegando às instalações dos usuários.

Marcka (2004), conceitua também as perdas físicas como as perdas de água que ocorrem entre a captação de água bruta e o cavalete do consumidor. Estas incluem as perdas na captação e adução de água bruta; no tratamento; nos reservatórios; nas adutoras, subadutoras de água tratada e instalações de recalque; e nas redes de distribuição e ramais prediais, até o cavalete.

Segundo Coelho (1996), as perdas físicas são ocasionadas por vazamentos visíveis ou não visíveis, baixa qualidade dos materiais hidráulicos, extravasamentos nos reservatórios, falta de setorização por zonas, provocando altas pressões nas redes, mão-de-obra não capacitada para a execução dos trabalhos, falta de um sistema de controle operacional, entre outros. Ocorrem nas tubulações, conexões, válvulas e equipamentos de medição que compõem o sistema.

Considerando os diversos conceitos apresentados, será utilizado o proposto por Coelho (1996), sendo incluídas as operações de limpeza nas ETAs quando empregados volumes superiores ao estritamente necessário para a correta operação do sistema.

No Quadro 1 pode-se verificar o origem e a magnitude das perdas físicas, destacando em que parte do sistema ocorrem (CONEJO *et al.*, 1998).

Quadro 1: Perdas Físicas - Origem e Magnitude.

| | Partes do Sistema | Origem da Perda | Magnitude |
|-----------------------|------------------------|--|--|
| Perdas Físicas | Adução de água bruta | Vazamento nas tubulações Limpeza poço de sucção* | Variável, em função do estado das instalações e da eficiência operacional. |
| | Estação de Tratamento | Vazamentos estruturais Lavagem de filtros* Descarga de lodo* | Significativa, em função do estado das instalações e da eficiência operacional. |
| | Reservação | Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza* | Variável, em função do estado das instalações e da eficiência operacional. |
| | Adução de água tratada | Vazamentos tubulações Limpeza do poço de sucção* Descargas | Variável, em função do estado das instalações e da eficiência operacional. |
| | Distribuição | Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas | Significativa, em função do estado das tubulações e principalmente das pressões. |

Fonte: Conejo *et al.* (1998).

(*) considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para operação.

Segundo Coelho (1996), as principais causas das perdas na adução de água bruta são: efeito do tráfego de veículos; acomodação do solo; corrosividade do solo; corrosividade da água; vazamentos em tubulações, peças especiais, registros, ventosas ou demais componentes de má qualidade; altas pressões, choques e golpe de aríete; assentamento imperfeito da tubulação e de seus componentes; falhas na

concepção de projeto; ineficiente manutenção da linha e ineficiente manutenção da adutora.

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

Conforme Coelho (1996), as perdas ao longo das tubulações ocorrem principalmente por:

- a) vazamentos nas tubulações (juntas, rompimentos mecânicos devido a deslocamentos ou cargas externas), nesses casos, sua magnitude depende do diâmetro e do número de juntas (e portanto do comprimento dos tubos e da pressão interna);
- b) sangrias, ou seja, tomadas d`água sem controle (ligações clandestinas);
- c) válvulas de descarga abertas;
- d) ventosas com saída de água.

Destaca Coelho (1996) que o componente que merece mais atenção é a tubulação. Os vazamentos são relacionados ao seu estado e ao material utilizado; sua idade; pressão adequada; execução da obra; elementos de proteção contra golpes e conseqüentes rompimentos em casos de interrupção do fornecimento de energia. Trata-se de um componente crítico do sistema de abastecimento, merecendo especial atenção no que diz respeito à manutenção sistemática de caráter preventivo. Ressalte-se que a manutenção preventiva, elétrica ou hidráulica, como o conserto da tubulação obstruída por incrustações ou reparos de vazamentos, muitas vezes, não é feita ou é adiada para se evitar o desgaste político junto à população, pois paradas no sistema produtor provocam interrupções no fornecimento de água por muitas horas. Tal procedimento, no entanto, compromete o comportamento do sistema, aumentando muitas vezes as perdas de carga e o

consumo de energia, bem como as perdas e os riscos de interrupções mais demoradas por falhas e rompimentos.

O controle de perdas em uma ETA não é uma atividade isolada e envolve tanto a diminuição do volume de água gasto na operação do processo quanto o tratamento dos resíduos gerados no tratamento.

Para Martini (1982), a principal característica das perdas físicas nas ETA é que, mesmo que sejam percentualmente pequenas, em termos de vazão são significativas.

Segundo Coelho (1996), na ETA, as principais causas das perdas podem ser de projeto, de construção e de operação. ETAs operadas com deficiência podem ter perdas de até 10% de volume tratado, principalmente por deficiência do leito filtrante ou lavagem excessiva dos mesmos.

As perdas de água são devidas a vazamentos nas estruturas (tanques, câmaras, decantadores, filtros, etc.) e falta de estanqueidade de válvulas, comportas e adufas.

Detalha Coelho (1996) que, além disso, são utilizadas quantidades apreciáveis de água nos processos e operações de tratamento:

- a) na limpeza de decantadores e flocculadores: 1,0 a 3,0%;
- b) na lavagem dos filtros: 1,5 a 4,5%.

Esses valores são normais, podendo ser excedidos em casos especiais (água de má qualidade, operação inábil, etc.). Observa-se que partes das vazões retidas nas ETA são inerentes ao processo de tratamento, não sendo possível eliminá-las totalmente, mas sim reduzi-las até o ponto em que se eliminem os desperdícios.

De um modo geral, uma ETA do tipo convencional é composta pelos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção de pH, operações unitárias conforme apresentado na Figura 1.

Na Figura 2, podem-se visualizar ainda os pontos de produção de resíduos, com conseqüentes perdas de águas, notadamente no processo de remoção de lodo dos decantadores e na lavagem dos meios filtrantes (MARCKA 2004).

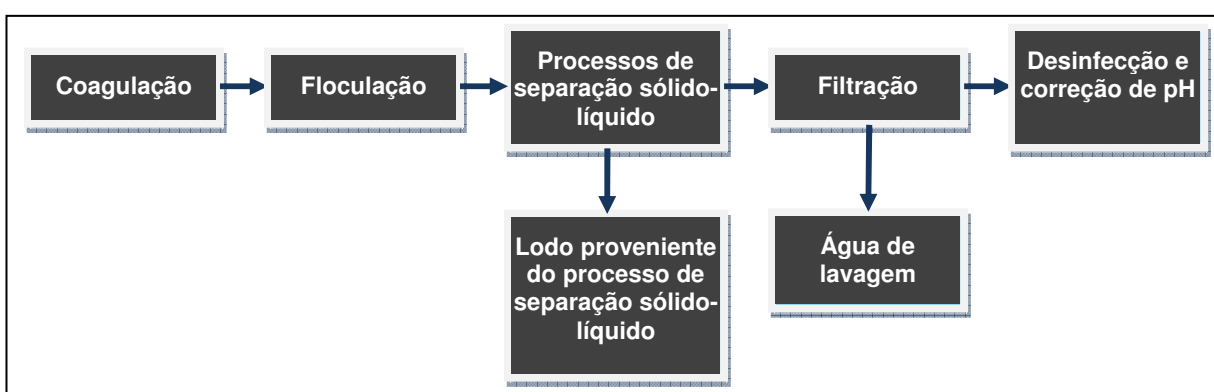


Figura 2: Processos e operações unitárias componentes de uma ETA convencional.
Fonte: Marcka (2004).

Segundo AWWA (1987), as principais causas das perdas na ETA, são mão-de-obra desqualificada ou mal capacitada; rachaduras e/ou permeabilidade dos decantadores; reservatórios e demais partes da ETA; equipamentos inadequados; ineficientes meios de comunicação e deficiência de projeto.

Ao serem calculadas estas perdas, devem ser descontados 5% do total produzido, pois Rech (1999) destaca que, no processo de tratamento, uma parcela de água produzida será encaminhada para o próprio sistema para lavagem de filtros e decantadores. Estes volumes, em geral não medidos, atingem cerca de 5% do volume tratado, sendo assim considerados normais. Assim, não são admitidos conceitualmente como perdas, segundo o autor.

Na reservação podem ocorrer perdas elevadas, por transbordamento, principalmente em decorrência dos sistemas de comunicação ineficientes ou

inadequados, causando falha na comunicação entre a unidade que envia e a que recebe a água (COELHO, 1996).

Nos reservatórios de água filtrada e de distribuição, as perdas são provocadas principalmente por:

- a) vazamentos através das paredes, devido a rachaduras e/ou permeabilidade das paredes do reservatório, corrosão;
- b) extravasamento devido à operação deficiente, decorrente de falha operacional, ou mais exatamente, do Sistema de Controle Operacional;
- c) falta de estanqueidade de válvulas, comportas e adufas;
- d) falta mão de obra qualificada.

No caso de extravasamento, a implantação de alarmes ou controle automático de níveis e vazões pode corrigir esse problema operacional. Já as rachaduras são falhas estruturais, e a correção do problema deve ser avaliada economicamente para verificar o retorno do investimento, pois esses problemas estruturais devem ser analisadas por especialistas que atestem a estabilidade da obra (COELHO, 1996).

A magnitude das perdas em reservatórios é variável, em função do estado das instalações e da eficiência operacional.

Segundo Vaz Filho (1997), é comum, ou por falha operacional ou por falta de definição do nível de água (NA) máximo, ocorrer extravasamento de água em reservatórios, caracterizando desperdício de energia elétrica para manter um ou mais conjuntos motor-bomba funcionando sem necessidade. Para tanto, todo reservatório deve ter definidos os (NA) máximo e mínimo, para que a operação defina, nesse intervalo de níveis, o número de bombas que deva estar em funcionamento.

Alguns fatores que acarretam elevação das despesas operacionais com energia elétrica no transporte de água são: níveis de água nos reservatórios e inadequação dos conjuntos elevatórios.

Segundo Martini (1982), as perdas na adução de águas tratadas são aquelas por vazamentos e rompimentos nas tubulações das adutoras e subadutoras, que transportam vazões elevadas para serem distribuídas pela rede de distribuição. Também podem ocorrer perdas físicas nas descargas, quando a tubulação é esvaziada para reparos ou para melhorar a qualidade da água, entretanto, a perda só é considerada em relação à vazão excedente ao necessário para a correta operação do sistema. Quando ocorrem vazamentos, devido às vazões veiculadas serem elevadas, aqueles são geralmente localizados e prontamente reparados, pois geralmente causam grandes danos materiais, devido ao alto poder erosivo e destrutivo da água.

As perdas físicas que ocorrem nas redes de distribuição, incluindo os ramais prediais, são muitas vezes elevadas, mas estão dispersas, fazendo com que as ações corretivas sejam complexas, onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos. Nesse sentido, é necessário que operações de controle de perdas sejam precedidas por criteriosa análise técnica e econômica. Neste caso também se encaixam as perdas decorrentes de descargas para melhoria da qualidade da água ou esvaziamento da tubulação para reparos. (MARTINI, 1982).

Nesta fase, as perdas podem ocorrer em três lugares: rede de distribuição, ramais prediais registrados na empresa e ramais clandestinos.

Devido à grande extensão das tubulações, ao grande número de válvulas e peças especiais e às conseqüências de um tráfego freqüente de veículos pesados, as perdas nas redes distribuidoras podem alcançar valores relativamente elevados, causando grandes prejuízos.

Explica Martini (1982) que a magnitude dessas perdas depende muito da natureza do terreno (tipo de solo), dos materiais utilizados, dos cuidados no

assentamento das tubulações (qualidade da mão-de-obra), pressão, idade, etc.. Na rede de distribuição podem ocorrer as mesmas causas de perdas que acontecem na adução de água bruta, citadas por Coelho (1996), além de: vazamentos nos acessórios (registros, válvulas e hidrantes); ligações clandestinas; pontos de uso público e cadastro técnico deficiente.

Marcka (2004) apresentou as causas prováveis de falhas e rupturas nas tubulações em função da fase de desenvolvimento do SAA (Quadro 2).

Quadro 2: Causas prováveis de falhas e rupturas em tubulações (vazamentos)

| Fase da falha | Causa da falha | Causa da ruptura |
|------------------------|---|---|
| Planejamento e Projeto | <ul style="list-style-type: none">• Subdimensionamento• Ausência de ventosas• Cálculo de transientes• Regras de operação• Setorização• Treinamento | <ul style="list-style-type: none">• Sobrepressão• Subpressão• Sub e Sobrepressão• Sub e Sobrepressão• Sobrepressão• Sub e Sobrepressão |
| Construção | <ul style="list-style-type: none">• Construtivas• Materiais• Peças• Equipamentos• Treinamento | |
| Operação | <ul style="list-style-type: none">• Enchimento• Esvaziamento• Manobras• Ausência de regras• Treinamento | <ul style="list-style-type: none">• Sub e Sobrepressão• Subpressão• Sub e Sobrepressão• Sub e Sobrepressão• Sub e Sobrepressão |
| Manutenção | <ul style="list-style-type: none">• Sem prevenção• Mal feita• Treinamento• Interação operação/usuário• Tempo de resposta | |
| Expansão | <ul style="list-style-type: none">• Sem projeto• Sem visão conjunta | <ul style="list-style-type: none">• Sub e Sobrepressão• Sub e Sobrepressão |

Fonte: Marcka (2004).

Segundo Martini (1982), as perdas por vazamentos nas tubulações são causadas por rompimentos ou falhas que têm origens múltiplas, as mais diversas e dispersas possíveis, conforme a seguir:

a) planejamento e projeto: uma obra mal planejada, mal concebida e mal projetada obviamente terá problemas de performance durante sua vida útil. Ressalte-se que essa prática de desenvolver regras operacionais quando da elaboração de projetos e discuti-las com o pessoal de operação não é usual no setor, o que traz dificuldades para os operadores quando do recebimento de novos sistemas. As incorreções ou ausência de informações disponíveis nessa fase de desenvolvimento do sistema trarão como decorrência o aumento da possibilidade de ocorrerem sobre ou subpressões, tornando-o vulnerável a rompimentos no macro e micro-sistema de distribuição, e a conseqüente perda de água;

b) construção: para que se obtenham os resultados esperados, uma boa construção depende de um bom projeto. A fase de construção é crítica, pois entre as emendas das conexões são necessárias soldas, as quais, se não forem executadas perfeitamente, tornam-se pontos vulneráveis de vazamentos. A qualidade dos materiais e mão-de-obra é de vital importância, além das ferramentas e equipamentos adequados e treinamento do pessoal envolvido. Nesta fase é realizado o cadastro da obra, em que devem constar todas as alterações de campo no projeto inicial, o qual deverá ficar arquivado para futuras consultas por quaisquer problemas durante toda a vida útil da obra, o que não acontecia nas décadas de 70 e 80;

c) operação, manutenção e expansão do sistema: a operação e manutenção com qualidade permitem que o sistema de abastecimento de água funcione satisfatoriamente, atendendo às necessidades dos consumidores. O ideal seria o desenvolvimento de manuais de operação e manutenção, visando dar um embasamento técnico para quem for operar. Entretanto, os sistemas não são operados conforme as condições previstas nas fases de planejamento e projeto.

Segundo Conejo e Silva (1998), a seleção de materiais e equipamentos, a inspeção, os procedimentos construtivos e a fiscalização e o recebimento da obra têm um peso considerável sobre a qualidade do sistema e sua vida útil, devendo ser valorizados para que as perdas sejam desprezíveis em novos sistemas a implementar. A automação é outro item relevante, podendo ser implementada

gradual e setorialmente, reduzindo a possibilidade de manobras e operações inadequadas praticadas pelos operadores.

4.3.2 Perdas Não Físicas

Para Coelho (1996) as perdas não físicas são aquelas em que a água é produzida e chega ao seu destino final por meios ilícitos, sem medição legal. É na rede de distribuição que estas perdas são mais factíveis de ocorrer, devido à falta de equipamentos de medição de consumo (hidrômetros), ou à má aferição destes. Além disso, existe na rede do SAA a possibilidade da execução de ligações clandestinas, ou seja, usuários que se ligam na rede sem permissão e usam a água indevidamente.

Para Martini (1982) as perdas não físicas devem ser entendidas como aquelas advindas de fraudes, medição deficiente, ou seja, todo volume de água que não é faturado. As perdas não físicas acarretam diretamente desabastecimento, prática de rodízios e decréscimo de faturamento da Concessionária.

Conejo e Silva (1998) ressaltam que as perdas não físicas correspondem aos volumes não faturados, ou seja, a água que é consumida pelo usuário e não faturada pelo serviço.

Lambert (1998) relata que em todos os programas de redução de perdas de água praticados pelos serviços de saneamento, as perdas não físicas ocupam uma posição de destaque e, dentre estas, salienta-se a água não faturada devido à sensibilidade dos medidores, entendida como a sua maior ou menor capacidade de registrar corretamente volumes de água que os atravessam a baixas vazões.

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

Conejo *et al.* (1998) sintetizam os principais itens causadores de perdas de faturamento, indicando qualitativamente suas magnitudes em função das características do serviço (Quadro 3).

Quadro 3: Perdas não-físicas - origem e magnitude.

| | Origem | Magnitude |
|------------------------------|-------------------------------------|--|
| Perdas de Faturamento | Ligações Clandestinas / Irregulares | Podem ser significativas, dependendo de: procedimentos cadastrais, de faturamento, de manutenção preventiva e adequação de hidrômetros e de monitoramento do sistema |
| | Ligações não hidrometadas | |
| | Hidrômetros parados | |
| | Hidrômetros que submedem | |
| | Ligações inativas reabertas | |
| | Erro de leitura | |
| | Número de economias errado | |

Fonte: Conejo *et al.* (1998).

Para Marcka (2004), as perdas não físicas são normalmente expressivas e podem representar 50% ou mais do percentual de água não faturada, dependendo de aspectos técnicos como critérios de dimensionamento e manutenção preventiva de hidrômetros, e de procedimentos comerciais e de faturamento, que necessitam de um gerenciamento integrado do ponto de vista comercial e da prestação de serviços.

É possível perceber que os autores têm um bom senso em definir o que é perda não física e os conceitos estão bem parecidos um com o outro, não havendo uma discrepância entre eles. Então, será levado em consideração que as perdas não físicas originam-se de ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou que submedem, e fraudes em hidrômetros.

4.3.3 Desperdícios

Conforme já visto, a perda de água subdivide-se em perda física e não física, existindo ainda outra parcela que recebeu o nome neste estudo de desperdício, sendo este, talvez, um dos pontos mais difíceis de ser resolvido, uma vez que

depende da cultura das pessoas, que usam a água de forma exagerada, sem sensibilidade alguma para o uso de forma racional.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), cada pessoa necessita de 3,3 m³/pessoa/mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene). No entanto, no Brasil, o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia (SABESP, 2008).

No Quadro 4 da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2008), pode-se observar o consumo de água de acordo com o tempo e algumas sugestões de como economizar água sem prejudicar a saúde e a limpeza da casa e dos habitantes.

Quadro 4: Números dos desperdícios de água

| Área da Residência | Uso | Volumes de Água |
|-------------------------------|---------------------|--|
| BANHEIRO | Banho | Um banho com registro meio aberto de 15 minutos consome 135 L de água. O ideal, banho de 5 minutos, consome 45 L. |
| | | Com chuveiro elétrico (registro meio aberto) o banho consome 45 L de água. O ideal, banho de 5 minutos, o consumo cai para 15L. |
| | Escovando os dentes | Ao escovar os dentes, em 5 minutos, com torneira entreaberta o consumo é de 12 L. O ideal é o consumo de 5 L de água, fechando a torneira ao escovar os dentes ou podendo ser utilizados copos de água. |
| | Fazendo a barba | 5 minutos com torneira entreaberta o consumo é de 12 L. O ideal é um consumo de 2 a 3 L fechando a torneira. |
| | Bacia Sanitária | Bacias com válvulas de 6 segundos para tempo de acionamento consomem de 10 a 14 L de água; bacias com válvulas de descarga mais recentes (fabricadas a partir de 2001) têm metade do tempo de acionamento e consomem cerca de 6 L. |
| COZINHA | Lavando a louça | Consumo de água com torneira aberta é cerca 115 L em 6 minutos. Ao fechar a torneira, o consumo cai para 20L. |
| ÁREA DE SERVIÇO | Lavando a roupa | No tanque, lavar roupa com torneira aberta em 15 minutos, o consumo é de 279 L de água. A lavadora de roupas com capacidade de 5 quilos gasta 135 litros. O ideal é usá-la somente com a capacidade total. |
| JARDIM E PISCINA | Rega | Rega de jardim de 10 minutos consome cerca de 186 L de água. O consumo com técnicas mais racionais é de 96 L de água. |
| | Piscinas | Nas piscinas as perdas de água com evaporação chegam aos 3.785 L de água por mês; o ideal é alcançar redução de 90% desse valor cobrindo as piscinas. |
| LAVAGENS DE CALÇADAS E CARROS | Calçadas | Lavagens de calçadas, com mangueira entreaberta em 15 minutos consomem cerca de 279 L de água. |
| | Carros | Lavagens de carros, com mangueira entreaberta em 30 minutos consomem cerca de 560 L de água; o consumo cai para 40 L com o uso baldes. |

Fonte: SABESP (2008).

O consumo de água cresce a cada dia, mas a qualidade de água disponível para consumo no planeta não cresce e num futuro muito próximo haverá escassez de água. Para que isso não ocorra, alguns hábitos devem ser adquiridos em nosso dia-a-dia, tais como fechar o registro ao se ensaboar no banho, a torneira ao escovar os dentes, não deixar a torneira pingando, aproveitar a água da lavagem da roupa para lavar o quintal, etc.

É importante frisar que não são apenas as atividades domésticas que pioram a situação. Existe também a contribuição das condições das instalações prediais (onde os vazamentos muito contribuem para esse quadro negativo), mas isso pode ser evitado com ações alternativas que são tomadas de decisões pelo usuário de acordo com o projeto e o custo-benefício, conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5: Atividades para o combate ao desperdício

| Alternativa Tecnológica | Ações de Intervenção |
|--|---|
| Consertos e Reparos | lista de peças e partes dos componentes a serem reparados; |
| | conserto ou troca desses componentes; |
| | regulagem de todos os componentes (ex: regulagem de bóias de reservatórios e válvulas de descarga). |
| Adição de Dispositivos | listas de dispositivos economizadores a serem adicionados (arejadores chuveirinhos, válvulas redutoras de pressão e etc); |
| | instalação de dispositivos economizadores (compatibilizando dimensões e pressões de trabalho); |
| | regulagem de todos os componentes. |
| Substituição por componentes economizadores novos | listas de componentes a serem substituídos. |
| Campanhas educacionais e treinamento dos usuários (informações sobre procedimentos com economia de água, através das mais diversas formas) | identificação e caracterização do público-alvo; |
| | definição dos objetivos a serem atingidos; |
| | planejamento e montagem da campanha educativa para a conscientização visando mudanças de hábitos e costumes. |
| Desenvolvimento operacional | análises das operações realizadas na instalação como um todo; |
| | criação de alternativas operacionais que economizem água; |
| | implantação de procedimentos operacionais sob controle; |
| | treinamento dos operacionais. |

Fonte: Tsutiya (2005).

Existe também a eficácia dos aparelhos que utilizam menos volumes de água desempenhando com eficiência a mesma função, entre os quais podem ser citados:

- torneiras hidromecânicas (com sensores, eletrônicas embutidas nas paredes, funcionamento por válvula de pé e por pedal);
- arejadores;

- mictórios convencionais (coletivos ou individuais);
- dispositivos de descargas para mictórios convencionais (válvula de acionamento hidromecânico, válvula de acionamento por sensor de presença e válvula temporizadora);
- registro regulador de vazão e válvula de fechamento automático para chuveiros e duchas;
- bacias sanitárias com caixa acoplada;
- dispositivos para acionamento de descarga para bacias sanitárias (válvula de descarga de duplo acionamento, descarga por sensor);
- redutores de pressão.

Todos esses equipamentos são extremamente eficientes para o combate ao desperdício, porém o uso dessas alternativas é limitado pelo alto custo da implantação e manutenção, requerendo outras soluções para o combate ao desperdício, e uma alternativa muito eficaz é a educação ambiental. Conscientizar a população de todos os males causados pelo desperdício é muito importante, mas de nada adianta se não forem apresentados métodos para as diversas atividades domésticas que consomem volumes menores de água, como por exemplo, na limpeza da casa diariamente, usar a vassoura ao invés de usar água; na lavagem de automóveis, usar balde ou regular a vazão na mangueira; e atividades de higiene evitar torneiras abertas. Dessa forma, diminuir-se-á o desperdício de água consideravelmente.

Segundo Bustos (2003), a reflexão sobre o conceito de educação ambiental direciona à preservação e conservação de áreas naturais e ao desenvolvimento dos valores humanos, buscando um equilíbrio entre o homem e o meio ambiente com preservação e qualidade de vida.

No Capítulo 36 da Agenda 21, a Educação Ambiental é definida como o processo que busca:

[...] desenvolver uma população que seja consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas que lhes são associados. Uma população que tenha conhecimentos, habilidades, atitudes, motivações e

compromissos para trabalhar, individual e coletivamente, na busca de soluções para os problemas existentes e para a prevenção dos novos [...].

(Reigota 1997 apud Marcatto, 2002) afirma que a educação, seja formal, informal, familiar ou ambiental, só é completa quando a pessoa pode chegar aos principais momentos de sua vida a pensar por si própria, agir conforme os seus princípios, viver segundo seus critérios. Tendo essa premissa básica como referência, propõe-se que a Educação Ambiental seja um processo de formação dinâmico, permanente e participativo, no qual as pessoas envolvidas passem a ser agentes transformadores, participando ativamente da busca de alternativas para a redução de impactos ambientais e para o controle social do uso dos recursos naturais.

Em uma pesquisa realizada por Dantas e Moraes (2005) em 79 edifícios residenciais, correspondendo a 1.982 apartamentos, de alguns bairros da orla da cidade de Salvador-Ba, foi verificada, em cada edifício, a existência de vazamentos nas instalações hidráulico-sanitárias, tanto da área comum do edifício como interna dos apartamentos.

Da amostra de 79 edifícios, 8 deles não apresentaram vazamentos em nenhum local, correspondendo a 10,13%, dos 71 edifícios com vazamentos; 15 (21,13%) apresentaram vazamentos tanto na parte comum do edifício como nas instalações internas dos apartamentos; 41 (57,74%) apresentaram vazamentos apenas nos apartamentos; os outros 15 (21,13%) apresentaram vazamentos nas instalações comuns do prédio, conforme o Gráfico 2.

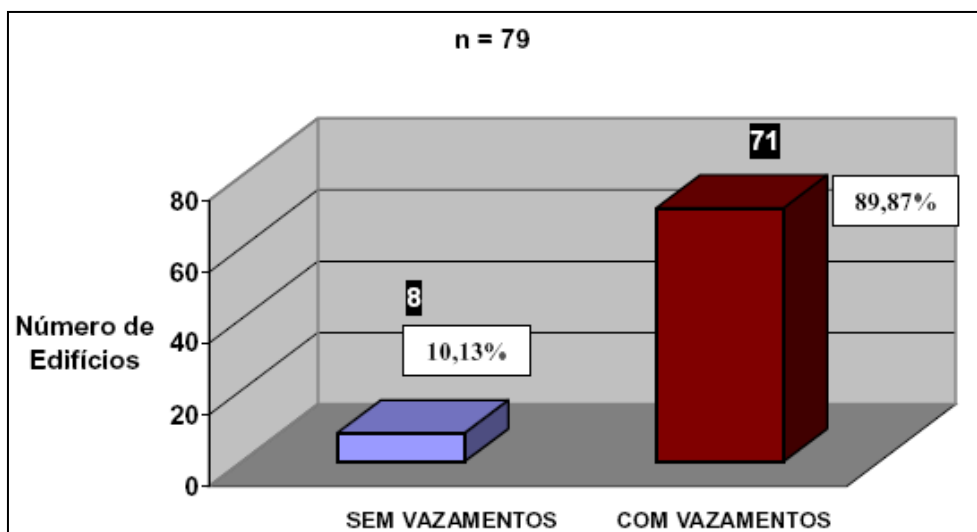


Gráfico 1: Edifícios pesquisados
 Fonte: Dantas e Moraes (2005)

Um dado alarmante foi constatado nessa pesquisa, pois dos 79 edifícios pesquisados, 71 apresentaram alguma forma de vazamento, isto é, água desperdiçada sem nenhuma utilização.

Dos 30 edifícios que apresentaram vazamentos na parte comum do prédio, a incidência de vazamentos apresentou-se conforme a Tabela 7.

Tabela 7: Locais dos vazamentos na área comum do edifício

| Local dos vazamentos | Quantidade | (%) |
|---|------------|---------------|
| Depois do registro e antes do reservatório inferior | 9 | 29,03 |
| Reservatório inferior | 17 | 54,84 |
| Reservatório superior | 4 | 12,90 |
| Vaso sanitário do salão de festas | 1 | 3,23 |
| Total | 31 | 100,00 |

Fonte: Dantas e Moraes (2005)

Obs.: Na Tabela, em decorrência de 1 edifício apresentar vazamentos no reservatório inferior e no salão de festas, o total foi 31.

Dos 30 edifícios que apresentaram vazamentos na parte comum do prédio, 17 ocorreram no reservatório inferior, correspondendo a 54,84%. Na Tabela 8 apresenta-se onde aconteceram esses vazamentos.

Tabela 8: Incidência dos vazamentos no tanque inferior

| Vazamentos | Quantidade | (%) |
|----------------------|------------|---------------|
| Bóia não veda | 14 | 77,78 |
| Paredes com fissuras | 4 | 22,22 |
| Total | 18 | 100,00 |

Fonte: Dantas e Moraes (2005)

Obs.: Na Tabela o total apresenta 18, em decorrência de 1 edifício possuir vazamentos na bóia e nas paredes do reservatório.

No reservatório superior ocorreram 4 vazamentos, todos em função da bóia que não vedava.

Nos 79 edifícios pesquisados, existiam 1.982 apartamentos no total, dos quais, 308 apartamentos não puderam ser pesquisados em decorrência de estarem fechados ou os moradores não permitirem a coleta dos dados, correspondendo a 15,54%, o que resulta em 1.674 apartamentos efetivamente inspecionados, correspondendo a 84,46% da amostra.

Dos 1.674 apartamentos onde a inspeção foi realizada, foi encontrado vazamento em 238 apartamentos (14,22%).

Dos 238 apartamentos inspecionados e que apresentaram vazamentos nas suas instalações hidráulicas internas, a distribuição apresentou-se conforme a Tabela 9.

Tabela 9: Incidência de vazamentos por tipo de aparelho

| Tipo de Aparelho Hidráulico | Total | (%) |
|------------------------------------|--------------|---------------|
| Vaso Sanitário Social | 97 | 37,74 |
| Vaso Sanitário Suíte | 54 | 21,01 |
| Vaso Sanitário Empregada | 53 | 20,62 |
| Lavatório Sanitário Social | 14 | 5,45 |
| Chuveiro Sanitário Social | 11 | 4,28 |
| Bidê Sanitário Social | 8 | 3,11 |
| Lavatório Sanitário Suíte | 4 | 1,56 |
| Lavatório Sanitário Empregada | 4 | 1,56 |
| Torneira da Jardineira | 3 | 1,17 |
| Pia da Cozinha | 3 | 1,17 |
| Lavanderia | 3 | 1,17 |
| Chuveiro Sanitário Empregada | 2 | 0,78 |
| Chuveiro Sanitário Suíte | 1 | 0,39 |
| Lavabo | 0 | 0,00 |
| Total | 257* | 100,00 |

Fonte: Dantas e Moraes (2005)

* Apartamentos com vazamentos em mais de um aparelho.

Pode-se observar nessa pesquisa que, embora seja uma realidade a sua existência, o desperdício de água em edifícios residenciais ainda não foi adequadamente avaliado por parte dos usuários, pelas empresas de água e esgoto e pelas autoridades governamentais.

Outro aspecto demonstrado pelos resultados da pesquisa é que dentro dos apartamentos a maior incidência ocorre no vaso sanitário, não importando onde ele está instalado, se no banheiro social, suíte ou no sanitário de empregada.

Os autores do estudo concluíram que é necessária a execução de algumas ações pelos interessados, para que o desperdício por meio de vazamentos nos aparelhos hidráulicos dos imóveis residenciais deixe de existir, bem como a realização de programas de educação ambiental junto à população, demonstrando a importância de economizar água, inclusive apresentando a dificuldade que está acontecendo nos grandes centros para produção de água tratada.

4.3.4 Macromedição

Segundo Alves *et al.* (2004), o conceito básico de macromedição compreende a correta avaliação dos volumes produzidos e dos volumes entregues a setores de abastecimento ou sub-regiões, quando se trata de sistemas de maior porte. Desta forma é possível o controle das perdas por regiões individualizadas.

Um adequado sistema de macromedição é obtido por meio de um correto projeto de localização dos macromedidores, com a precisa especificação dos elementos primários e secundários e dos dispositivos e meios de calibração, da correta obtenção de dados de campo e de sua consolidação em relatórios gerenciais para a formatação do Sistema de Informações Gerenciais. Complementam o processo a adequada manutenção preventiva e corretiva dos macromedidores.

Segundo Silva (2005), no caso dos macromedidores, apesar de estes existirem em número reduzido, comparado aos micromedidores, as perdas aparentes produzidas podem ser bem mais significativas, uma vez que transportam grandes volumes. As operações de manutenção de macromedidores são bem mais complexas e, muitas vezes, interferem no fornecimento de água para a rede de distribuição como um todo.

4.3.5 Micromedição

Apesar de atividade própria das empresas de saneamento, a medição de vazão não recebe a atenção devida. A cultura operacional dominante negligencia a acuracidade das medições e os estudos de controle. Mesmo a micromedição, que recebeu grande impulso no país nos últimos anos, ainda tem papel limitado (BRASIL, 2003). O fato é que, conforme lembra Tardelli Filho (2004), a construção e a implantação de equipamentos públicos são supervalorizadas em detrimento da operação e da manutenção.

A micromedição é um ponto-chave no controle de perdas. Coelho (1983) enfatiza a importância da micromedição por esta trazer não apenas benefícios técnicos, mas também econômico-financeiros e sociais.

Segundo Nielsen *et al.* (2003), as características técnicas, metrológicas e os métodos de ensaios dos medidores velocimétricos de água potável fria são estabelecidas pela ABNT:

1. Para os medidores de água velocimétricos de vazão nominal até $15\text{m}^3/\text{hora}$, classes metrológicas A, B e C, são estabelecidas pela norma ABNT- NBR NM 212, de novembro de 1999.
2. Para os medidores de água velocimétricos de vazão nominal de 15 a $1500\text{m}^3/\text{hora}$ pela ABNT — NBR 14005, de novembro de 1997.

Para Nielsen *et al.* (2003), estas normas são correlatas com as normas ISO 4064, porém estas são mais abrangentes, porque incluem também:

- os medidores de água volumétricos e os medidores de água de turbinas de hélice, notadamente os do tipo Woltmann;
- vazões até $15\text{m}^3/\text{hora}$ e vazões maiores que $15\text{m}^3/\text{hora}$;
- classes metrológicas A, B, C e D.

O autor faz referência à Organização Internacional de Normalização – ISO 4064 mostrando que as vazões nominais normalizadas (em m^3/h) para os medidores de água fria são: 0,6 – 1,5 – 2,5 – 3,5 – 6 – 10 < que $15\text{m}^3/\text{h}$, e mais 15 – 20 – 25 – 30 – 40 – 50 – 60 – 100 – 150 – 250 – 400 – 600 – 1000 – 1500 – 2500 – 4000 \geq a $15\text{m}^3/\text{hora}$.

O mesmo autor faz referência também à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), salientando que as vazões nominais normalizadas (em m^3/hora) para os medidores velocimétricos de água fria são:

- NBR 212 NM (0,6 – 0,75 – 1 – 1,5 – 2,5 – 3,5 – 6 – 10 – 15 \leq a $15\text{m}^3/\text{hora}$)

- NBR 14005 (15 – 20 – 25 – 30 – 40 – 50 – 60 – 100 – 150 – 250 – 400 – 600 – 1000 – 1500 \geq a 15m³/hora).

A ISO 4064 atualmente se encontra na fase final de uma grande revisão e ampliação do seu escopo de medidores de água, inclusive considerando a eletrônica e componentes eletrônicos que já foram e que continuam sendo incorporados aos medidores de água. Portanto, da mesma forma, com o propósito de atualização compatível com a evolução tecnológica, isto indica a necessidade de que as Normas ABNT NBR NM 212 e ABNT NBR 14005 sejam revistas e ampliadas; ou que fiquem restritas aos medidores de água “mecânicos com transmissão mecânica ou magnética” (NIELSEN *et al.*, 2003).

Coelho (1983) ressalta que, indistintamente da classe empregada, todos os hidrômetros apresentam redução do nível de precisão ao longo do tempo.

Segundo Silva (2005), a vida útil de um hidrômetro é estimada entre 5 e 10 anos e depende da qualidade da água distribuída, do tipo de hidrômetro, da qualidade do serviço de instalação, e da proteção, entre outros fatores.

Alves *et al.* (2004) explicam que a ausência de micromedição é um dos principais indutores de perdas não físicas, sendo, porém, negligenciada por alguns operadores. A experiência internacional e de algumas cidades brasileiras leva a concluir que o consumo em áreas com ligações não medidas fica limitado à capacidade de suprimento do sistema, pois o usuário não tem motivos para economizar água ou evitar desperdícios através da substituição de bóias ou torneiras defeituosas ou do reparo de vazamentos em tubulações.

Pode-se observar no estudo feito por Soares (2001), no setor de abastecimento Jardim Popular localizado na região leste do município de São Paulo, que o índice de perdas na micromedição chegou a um percentual de 18% conforme o Gráfico 1. Isso vem mostrar quanto é importante a Concessionária micromedir os usuários e sempre dar uma melhor manutenção e/ou substituição dos hidrômetros que passaram da sua vida útil ou que não estão operando de forma correta. Dessa forma, as perdas no faturamento de água (ligações clandestinas ou não

cadastradas, hidrômetros parados ou que submedem, fraudes em hidrômetros e outras) irão diminuir consideravelmente.

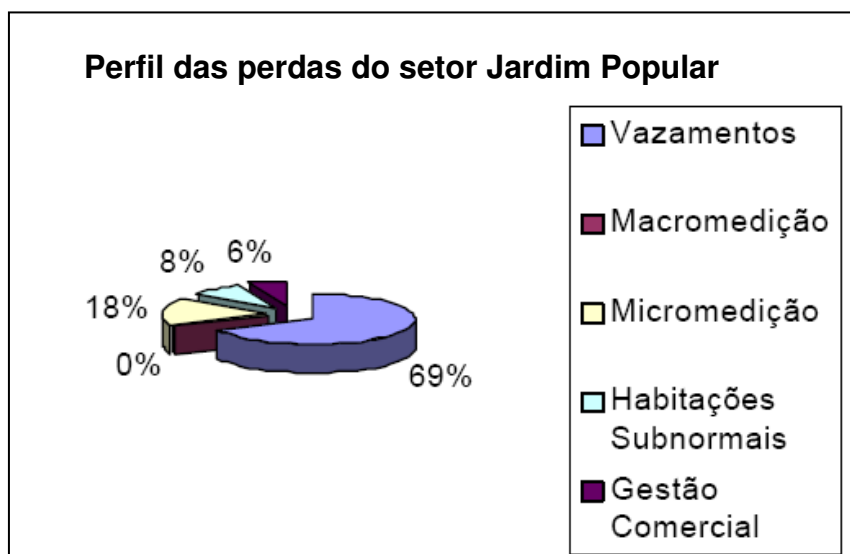


Gráfico 2: Perfil das Perdas do setor Jardim Popular.
Fonte: Soares (2001)

4.3.5.1 Tipos de Medidores de Água para Condutos Fechados

Na Figura 3 são mostrados os mais diversos tipos de medidores usados em SAA, bem como os diâmetros nominais usuais.

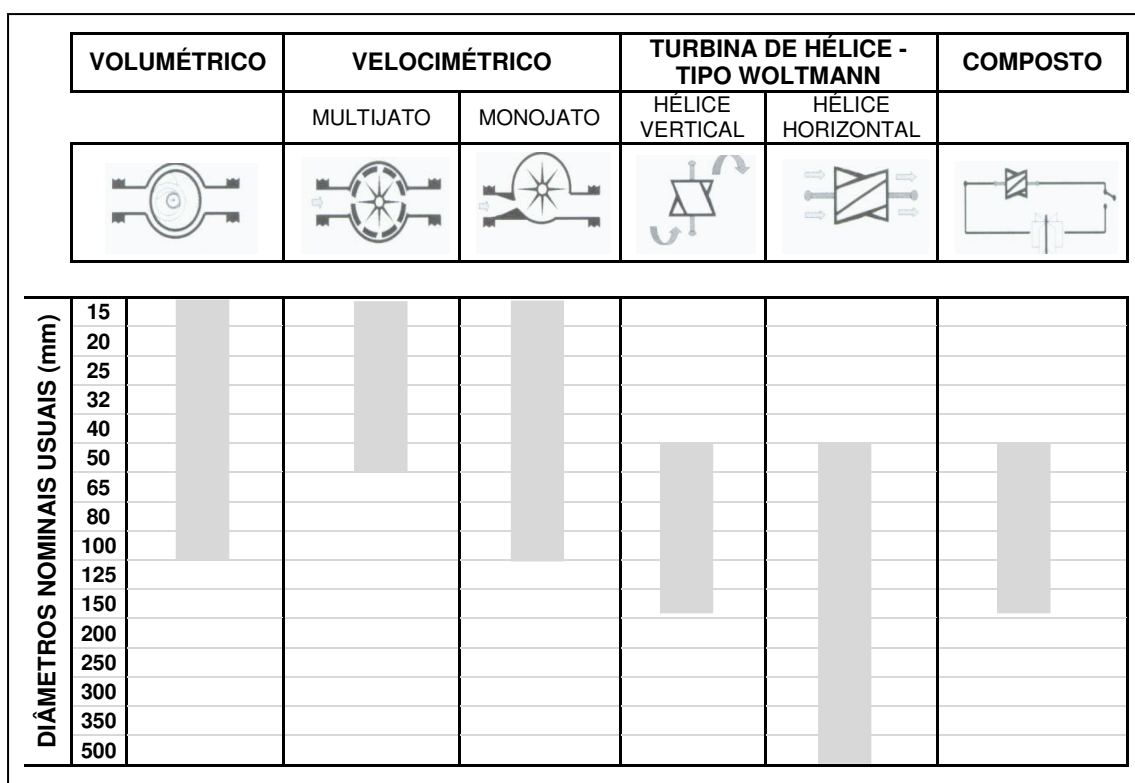


Figura 3: Tipos de Medidores de Água
 Fonte: Adaptado de Nielsen *et al.* (2003).

A seguir será mostrada, uma série de hidrômetros de várias empresas consultadas através de catálogos.

- Medidores de Água Volumétricos

Segundo Nielsen *et al.* (2003), esses medidores estão disponíveis nas classes metrológicas A, B, C e D, nos diâmetros nominais normalizados de 15 a 100 mm. Não são sensíveis às condições de instalação ou às condições de aproximação do fluxo de água, e são mais sensíveis à passagem das impurezas ou “sólidos em suspensão” que eventualmente a água possa transportar, podendo travar (Figura 4).

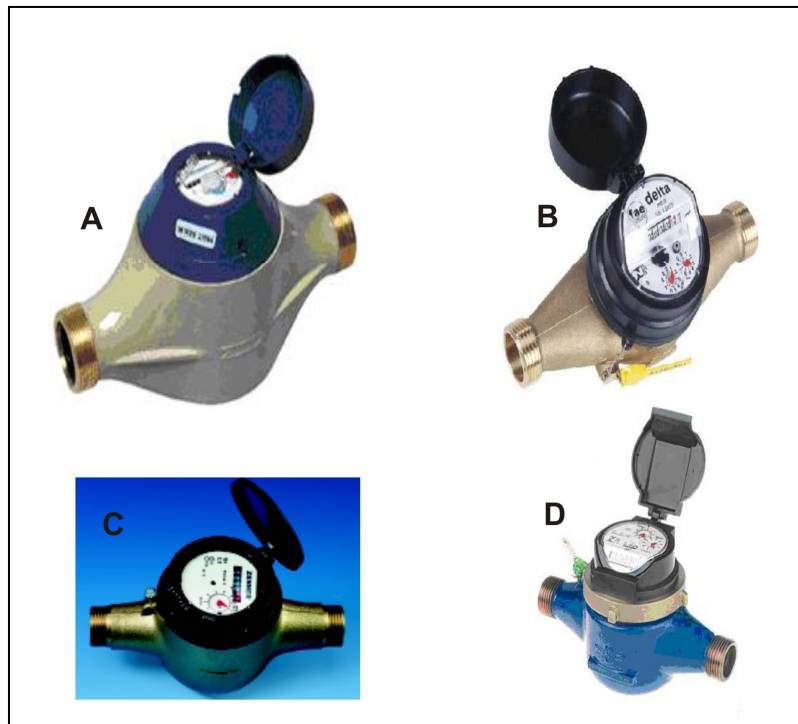


Figura 4: Medidores do tipo volumétrico

Fontes: A: HIDROVOLT (2008); B: FAE (2008); C: ZENNER (2008); D: LAO (2008)

- Medidores de Água Velocimétricos

Os medidores do tipo Velocimétricos são classificados em 2 tipos: Monojato e Multijato.

Segundo Nielsen *et al.* (2003), os medidores de água velocimétrico monojato estão disponíveis nas classes metrológicas A, B e C e nos diâmetros nominais normalizados de 15 a 100 mm. Esses medidores são mais sensíveis às condições de instalação ou às condições de aproximação do fluxo de água, e são menos sensíveis à passagem das “impurezas” ou “sólidos em suspensão” que eventualmente a água possa transportar, deixando-os passar livremente sem serem travados (Figura 5).



Figura 5: Medidor do tipo velocimétrico monojato
Fontes: A: CIASEY (2008); B: ZENNER (2008); C: HIDROVOLT (2008); D: FAE (2008)

Os medidores de água velocimétrico multijato devem ser instalados, segundo Nielsen *et al.* (2003), na posição horizontal e no prumo, eixo da turbina na vertical e normalmente estão disponíveis nas classes metrológicas A, B, e C e nos diâmetros nominais normalizados de 15 a 50 mm. São menos sensíveis às condições de instalação ou às condições de aproximação do fluxo de água do que os unijatos. Também são pouco sensíveis às passagens de impurezas ou sólidos em suspensão que eventualmente a água possa transportar, deixando-os passar sem serem travados, porém mais sensíveis que os medidores monojato, devido as suas diferenças entre suas câmaras de medição. (Figura 6).



Figura 6: Medidor do tipo velocimétrico multiijato
 Fontes: A: FAE (2008); B: HIDROVOLT (2008); C: ZENNER (2008); D: LAO (2008)

- Medidores de Água turbina de hélice tipo Woltmann

Este tipo de medidor se classifica em Woltmann com turbina de hélice coaxial em relação ao eixo da tubulação e Woltmann com turbina de hélice perpendicular ao eixo imaginário horizontal da tubulação.

Nielsen *et al.* (2003) ressaltam que normalmente os medidores do tipo Woltmann com turbina de hélice coaxial em relação ao eixo da tubulação podem ser instalados na posição horizontal (com a “cabeça” de medição na vertical ou inclinada) e na posição vertical. Normalmente estão disponíveis nas classes metrológicas A e B (Figura 7).

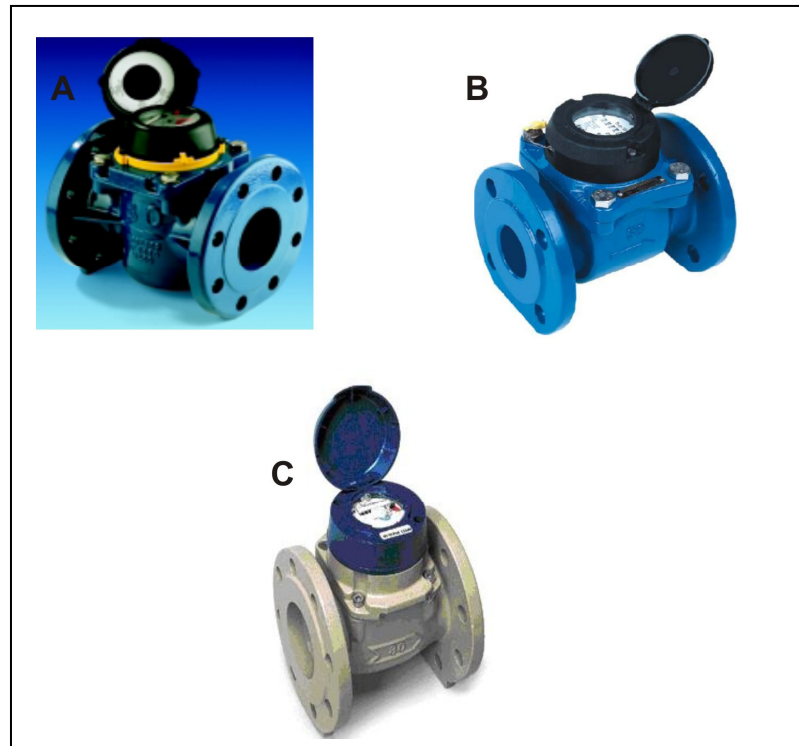


Figura 7: Medidor do tipo Woltmann com turbina de hélice coaxial em relação ao eixo da tubulação
Fontes: A: ZENNER (2008); B: FAE (2008); C: HIDROVOLT (2008)

Normalmente, segundo Nielsen *et al.* (2003), o medidor Woltmann com turbina de hélice perpendicular ao eixo imaginário horizontal da tubulação pode ser instalado somente na posição horizontal e estão disponíveis nas classes metrológicas A e B. Comparativamente aos medidores de água tipo “Woltmann Horizontal” de mesmo diâmetro nominal e mesma classe metrológica, apresenta como vantagens menor vazão de início de funcionamento e maior rangeabilidade¹, e como desvantagens maior perda de carga, máxima vazão de operação menor e instalação apenas em tubulações horizontais. Também, pode ser instalado com menores trechos retos de tubulação à montante e à jusante que os medidores de água tipo Woltmann Horizontais (Figura 8).

¹ Rangeabilidade diz respeito quanto à utilização do aparelho.

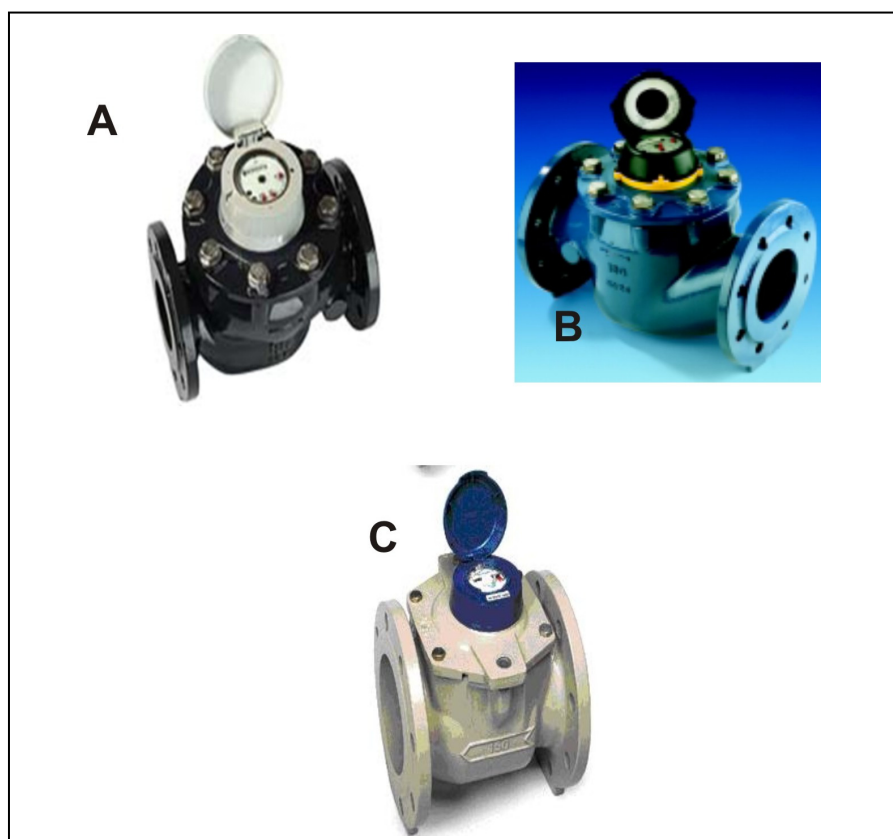


Figura 8: Medidor Woltmann com turbina de hélice perpendicular ao eixo imaginário horizontal da tubulação

Fontes A: CIASEY (2008); B: ZENNER (2008); C: HIDROVOLT (2008)

- Medidores de Água Composto

Nielsen *et al.* (2003) ressaltam o princípio de operação destes medidores compostos, que consistem na associação de um medidor principal (normalmente do tipo Woltmann) associado a um medidor secundário (normalmente do tipo Velocimétrico Multijato), e de válvula(s) de interligação de um hidrômetro com o outro para operação dos mesmos medidores de forma alternada ou em paralelo. Os dois medidores não “medem” ou operam simultaneamente. A passagem da água se dá por um ou por outro medidor conforme posição da (s) válvula(s) (Figura 9).



Figura 9: Medidor do tipo Woltmann composto
Fonte: ZENNER (2008)

É importante perceber que o mercado oferece uma série variada de medidores de água de acordo com a classe metrológica e vazão, e que são dimensionados de acordo com o sistema de água instalado (água fria ou água quente), suas respectivas perdas de carga, e que atendam ao campo de vazões de acordo com a utilização no ramal de alimentação.

No capítulo posterior serão apresentados alguns indicadores de perdas utilizados neste estudo.

4.4 INDICADORES

Os indicadores são índices que traduzem de modo sintético os aspectos mais relevantes do desempenho operacional e econômico-financeiro de uma concessionária, simplificando sua análise. Também avaliam ao longo do tempo a evolução do desempenho da empresa e possibilitam a comparação com outras organizações do setor. Além de reduzir a assimetria entre regulador, usuários e prestadores de serviço, os sistemas de informação e os mecanismos de participação dos usuários devem assegurar a transparência dos processos e evitar a captura dos reguladores pelos interesses das empresas (PENA; ABICALIL, 1999).

Os indicadores são necessários tanto para o entendimento do ambiente, como também para que se planejem ações e decisões sejam tomadas. Assim, serão escolhidos a partir de prioridades, como enfatiza Meadows, (1998): “Os indicadores surgem de valores - nós medimos o que nos preocupa, e eles criam valores - nós nos preocupamos com o que é medido”. Carregam, portanto, modelos mentais sobre

o mundo, baseados na cultura, personalidade, valores e experiência de quem participa de sua criação.

Segundo Kayano e Caldas (2007), indicadores são definidos como instrumentos importantes para controle da gestão e verificação e medição de eficiência e eficácia não apenas na administração privada, mas também e principalmente na administração pública, por permitirem comparar situações entre localidades ou entre períodos diferentes de um mesmo território. Na administração pública, a necessidade e importância dos indicadores justificam-se, entre outros motivos, por aumentarem a transparência da gestão e facilitarem o diálogo entre os mais diversos grupos sociais organizados. Mais importante que a definição, é destacar algumas idéias-chave que estão nela presentes:

1. Indicadores são um instrumento, ou seja, um indicador não é um fim em si, mas um meio;
2. Indicadores são medidas, uma forma de mensuração, um parâmetro, ou seja, o indicador é um instrumento que sintetiza um conjunto de informações em um "número" e, portanto, permite medir e comparar determinados fenômenos, ou acompanhar sua evolução ao longo de determinado tempo;
3. Indicadores podem ser utilizados para verificação, observação, demonstração, avaliação, ou seja, o indicador permite observar e mensurar determinados aspectos da realidade social.

Ainda segundo Kayano e Caldas (2007), os indicadores aplicados a determinados espaços territoriais podem ser comparados ao longo do tempo. Por outro lado, podem-se também comparar localidades diferentes. Adotando-se técnicas de ponderação dos valores, é possível criar índices que sintetizem um conjunto de aspectos da realidade e representem conceitos mais abstratos e complexos tais como qualidade de vida, grau de desenvolvimento humano de uma comunidade ou, ainda, nível de desempenho de uma gestão. Estes indicadores estão sempre sujeitos a questionamentos, pois a escolha dos aspectos da realidade

a serem considerados é influenciada por opções políticas e distintas visões da realidade.

Os indicadores estabelecem certo padrão normativo a partir do qual se avalia o estado social da realidade em que se quer intervir, construindo um diagnóstico e definindo estratégias e prioridades, ou avalia-se o desempenho das políticas e programas, medindo-se o grau em que seus objetivos foram alcançados (eficácia), o nível de utilização de recursos (eficiência) ou as mudanças operadas no estado social da população (impacto).

Segundo Tsutiya (2004), os indicadores permitem retratar a situação das perdas, gerenciar a evolução dos volumes perdidos, redirecionar ações de controle e, em princípio, comparar sistemas de abastecimento de água distintos.

A correta aplicação e interpretação de qualquer tipo de indicador de perdas pressupõe:

- Entendimento universal sobre as parcelas que compõem as perdas;
- Medições sistematizadas ou critérios claros para a estimativa de volumes não-medidos.

A seguir serão definidos os indicadores básicos que foram abordados nessa pesquisa, que foram escolhidos levando em consideração as perdas que ocorrem no SAA, mostrando em valor o quanto está sendo perdido; no faturamento, tomando como análise qual o valor em volume a Concessionária está deixando de faturar; e na rede de distribuição, devido à perda de carga² ou mesmo por vazamentos. Foi considerado também o percentual de imóveis hidrometrados. Para finalizar, foi calculado o indicador que mostrou a perda geral do sistema, o que traria uma melhor análise do quanto está se perdendo de água no total.

² A perda de carga da água fluindo por um circuito hidráulico depende: do diâmetro da tubulação da vazão, ou mais especificamente, da velocidade de escoamento, da rugosidade interna do tubo e, portanto do material de fabricação do tubo, do comprimento da tubulação, das peças, dispositivos ou conexões.

4.4.1 Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC)

Relaciona, em valores percentuais, o volume disponibilizado ao volume utilizado. A água que é disponibilizada e não utilizada constitui uma parcela não contabilizada, que incorpora o conjunto das perdas físicas e não físicas no subsistema de distribuição.

$$IPD = \frac{(VD - VU) \times 100}{VD}$$

Equação (1)

Em que:

VD = Volume Disponibilizado - é a soma algébrica dos volumes produzido, exportado e importado, exceto aquele utilizado para lavagem dos filtros, decantadores, reservatórios etc., disponibilizados para distribuição no SAA considerado.

VU = Volume Utilizado - é a soma dos volumes (micromedido e estimado), volume operacional e especial, sendo o volume especial aquele que é utilizado em combate a incêndio.

4.4.2 Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF)

Expressa a relação entre volume disponibilizado e volume faturado. É claramente uma composição de perdas físicas e não físicas que, além daquelas atribuídas a desvios de medição, incorporam volumes utilizados não cobrados, como o volume especial e o operacional.

$$IPF = \frac{(VD - VF) \times 100}{VD}$$

Equação (2)

Em que:

VF = Volume Faturado - é todo aquele micromedido, estimado e contratado, faturados pelo sistema comercial do prestador de serviços.

4.4.3 Índice Linear Bruto de Perda (ILB)

Relaciona a diferença entre volume disponibilizado e volume utilizado à extensão parcial da rede. As perdas expressas por este indicador incorporam perdas físicas e não físicas. É mais conservador do que seus similares internacionais porque não considera as ligações prediais. Ao se aplicar como denominador a extensão parcial das redes de adução, subadução e distribuição - pois não foram incluídos os ramais prediais -, obtém-se um valor mais conservador do que o índice linear de perdas geralmente calculado no exterior, que incorpora as extensões de ramais prediais à rede.

$$ILB = \frac{(VD - VU)}{(ER \times ND)}$$

Equação (3)

Em que:

ER = Extensão da Rede (corresponde à extensão de adutoras, subadutoras e redes de distribuição de água, não contabilizados os ramais prediais).

ND = Número de Dias (é a quantidade de dias correspondente aos volumes trabalhados).

4.4.4 Índice de Perda por Ligação (IPL)

Como o anterior, é também um indicador volumétrico de desempenho, mais preciso que os percentuais. Relaciona a diferença entre volume disponibilizado e volume utilizado ao número de ligações ativas.

$$IPL = \frac{(VD - VU)}{(LA \times ND)}$$

Equação (4)

Em que:

LA = Ligações ativas (providas ou não de hidrômetro, correspondem à quantidade de ligações que contribuem para o faturamento mensal da Concessionária)

4.4.5 Índice de Hidrometração (IH)

Expressa a relação, em valores percentuais, entre número de ligações ativas micromedidas e número de ligações ativas. Este índice permite observar o percentual de hidrômetros que está micromedindo em relação aos usuários que não possuem hidrômetro, ou seja, são volumes estimados.

$$IH = \frac{LM \times 100}{LA}$$

Equação (5)

Em que:

LM = Ligação ativas micromedidas - ligações ativas providas de medidores.

4.4.6 Índice Global de Perda (IGP)

Pode-se definir o índice global de perdas (IGP), como a relação entre os volumes aduzido e medido. Este índice permite uma visão geral das perdas em todas as unidades do SAA.

$$IGP = \frac{VA - VM \times 100}{VA}$$

Equação (6)

Em que:

VA = Volume Aduzido - é aquele retirado do manancial, incluindo as perdas nas ETA com lavagem de filtros e outros procedimentos operacionais.

VM = Volume Medido - é a quantidade de água registrada pela concessionária como fornecida aos usuários (micromedidos e estimados) em um determinado período - ano, mês, dia - para todas as categorias de consumo.

Luz *et al.* (2005) em um estudo feito em Alagoínhas, uma cidade de médio porte do interior da Bahia, realizaram uma caracterização dos SAA existentes na cidade e calcularam os índices IPD, ILB e IPL.

Os índices volumétricos de perdas nos anos 2001 e 2002 apresentaram uma tendência crescente nos seus valores. Como se pode observar, o IPD variou de 20 a 48% (Gráfico 3), o que denota um aumento nas perdas relativas no período. Esse tipo de análise sinaliza ao prestador de serviço a necessidade de intervenções para a detecção da origem do problema e para a sua solução.

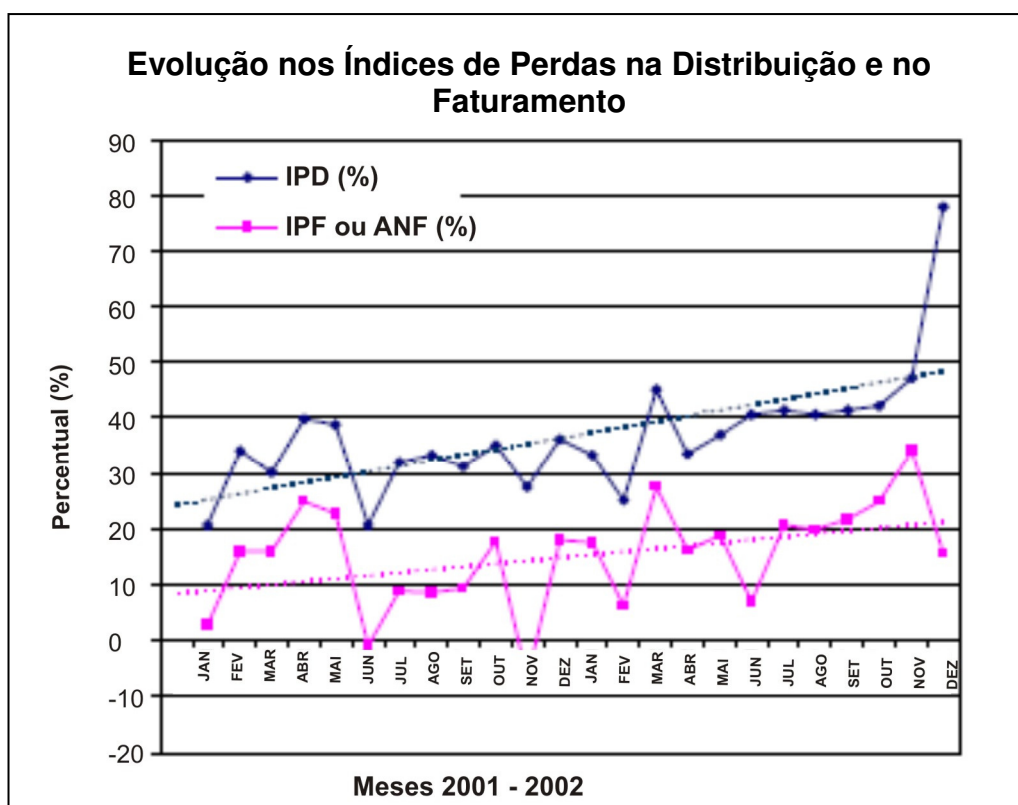


Gráfico 3: Evolução nos Índices de Perdas na Distribuição e no Faturamento. Fonte: Luz *et al.* (2005).

No Gráfico 4 são apresentados os índices que relacionam volumes de perdas com aspectos físicos do SAA, especificamente, a extensão da rede e o número de ligações, tendo como valores para os Índices ILB e IPL uma variação de 8 a 38 m³/Km.dia e 0,1 a 0,43 m³/ligações.dia, respectivamente. Estes valores se dão de forma crescente ao longo do tempo, o que denota um quadro preocupante, necessitando de intervenções por parte da Concessionária.

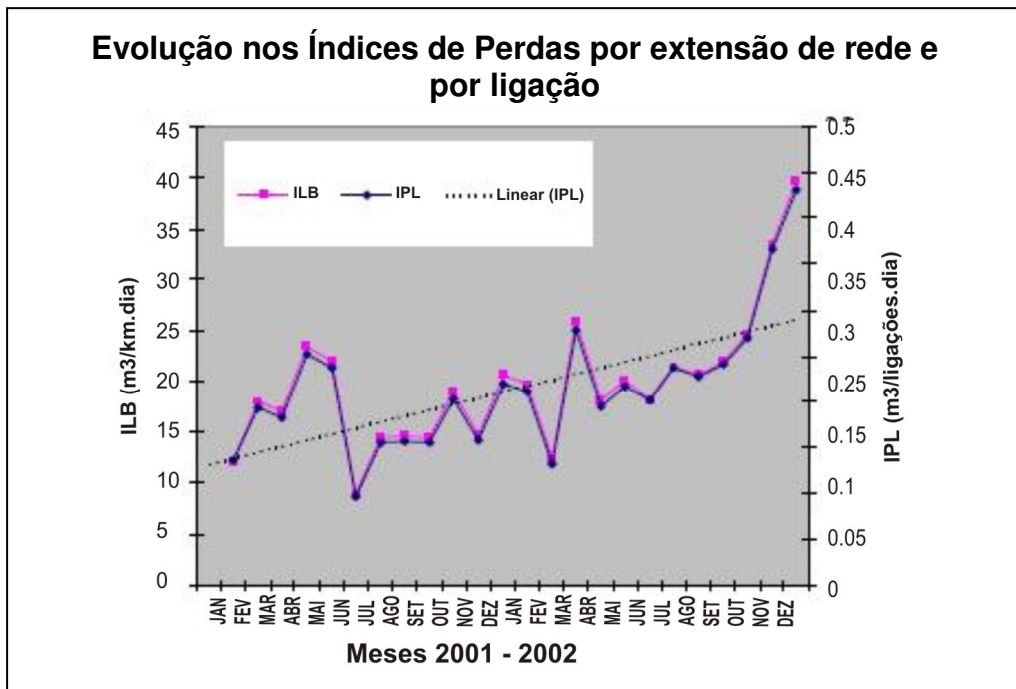


Gráfico 4: Evolução nos Índices de Perdas por extensão de rede e por ligação.
 Fonte: Luz *et al.* (2005).

Segundo Luz *et al.* (2005), alguns fatores poderiam justificar esses valores crescentes de perdas, como o fato de a água ser bombeada direto na rede, fazendo com que em algumas horas do dia as pressões de operação se elevem, consideravelmente, causando problemas ao SAA na forma de rupturas e vazamentos na rede de distribuição. Intermitências na rede, decorrentes de problemas operacionais, também podem afetar as perdas por representarem risco aos valores micromedidos. Outros fatores como uma setorização inadequada, perdas na operação e as perdas não físicas correspondentes ao uso clandestino de água do SAA, contribuíram bastante para o resultado.

Em outro trabalho realizado por Soares (2001), para estudo das perdas de água no setor de abastecimento Jardim Popular localizado na região leste do município de São Paulo, pode-se verificar no Gráfico 5 como foi a evolução do Índice de Perdas de Faturamento (IPF) em percentual durante o ano de 2000. Como se pode observar no mês de abril de 2000 este índice era de 51% e, em dezembro de 2000, esse percentual baixou para 22% graças a diversas ações de combate às perdas, como: Instalação de válvulas redutoras de pressão, pesquisa e detecção de vazamentos não visíveis, aferição do macromedidor, conferência do cadastro

comercial dos setores e quadras, caça-fraudes, vistoria em ligações inativas no cadastro comercial, melhoria da micromedição, melhorando consideravelmente ao final o índice destas perdas.

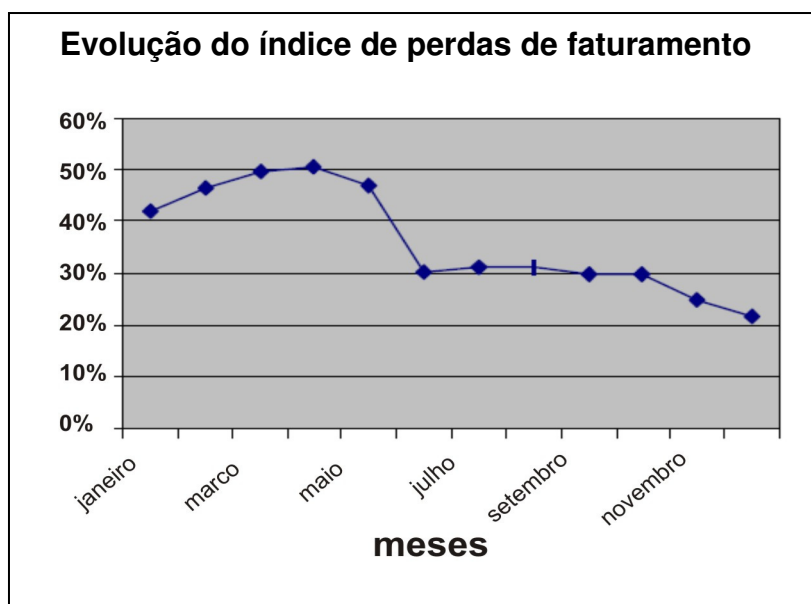


Gráfico 5: Evolução do índice de perdas de faturamento do setor Jardim Popular em porcentagem durante o ano de 2000.
Fonte: Soares (2001).

Já no Gráfico 6 é possível observar que o ILB no mês de abril de 2000 o volume perdido era de 46 m³/km rede.dia e em dezembro de 2000 esse valor baixou para 13,5 m³/km rede.dia. Essa diminuição só foi possível graças a diversas ações conforme já citado anteriormente.

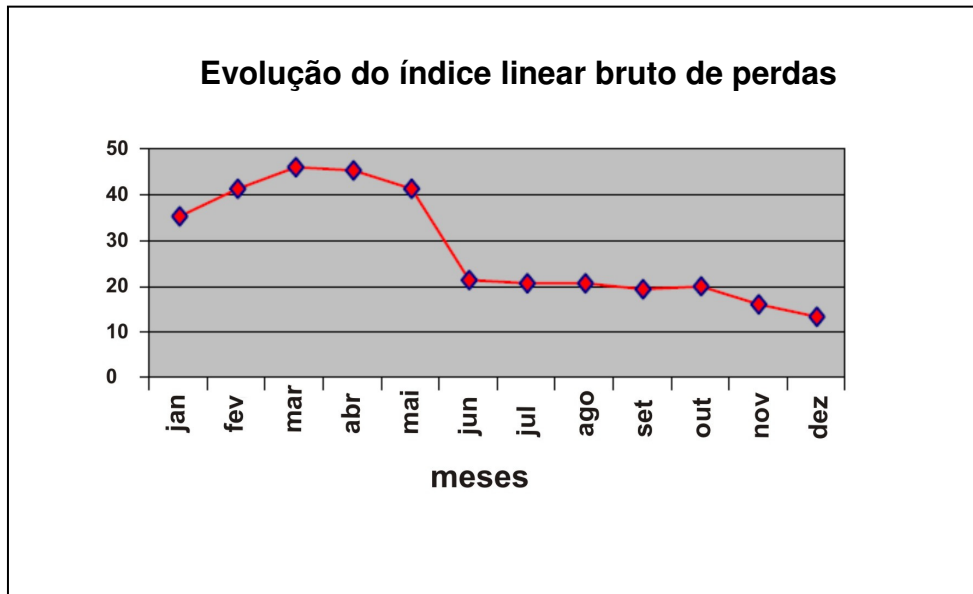


Gráfico 6: Evolução do índice linear bruto de perdas do setor Jardim Popular em volume perdido em m³/Km rede. dia durante o ano de 2000.
 Fonte: Soares (2001).

Como conclusões, essa experiência mostrou que não existe fórmula nem uma tecnologia inovadora capaz de reduzir as perdas. Apenas é necessário desencadear todas as ações possíveis, com qualidade, rapidez e envolvimento de todas as áreas pertinentes.

Em um trabalho feito no Nordeste, Carvalho *et al.* (2004) estudaram o Índice de Perdas no Faturamento (IPF) em 7 capitais nordestinas (Tabela 10), chegando a índices elevados como em Maceió (57,80%) e em São Luiz (63%), mostrando o quanto as Companhias de água do Brasil estão deixando de arrecadar uma grande parcela em dinheiro, justamente por não fazerem investimento em operação e manutenção.

Tabela 10: Índice de perda de faturamento de água (IPF) em 7 capitais nordestinas.

| Capital | Índice de Perdas de Faturamento (%) |
|-------------|-------------------------------------|
| Maceió | 57,8 |
| Salvador | 52,9 |
| Fortaleza | 35,5 |
| São Luiz | 63,0 |
| João Pessoa | 46,7 |
| Recife | 53,0 |
| Natal | 46,6 |

Fonte: CARVALHO *et al.* (2004).

Em um estudo feito por Macedo Filho (1997), no Distrito de Barra do Braço no município de Eldorado Paulista - São Paulo - situado no Vale do Ribeira, iniciado em outubro de 1994 e finalizado em março de 1996, houve uma redução considerável no IPF, de 46% para 24 %, conforme Gráfico 7.

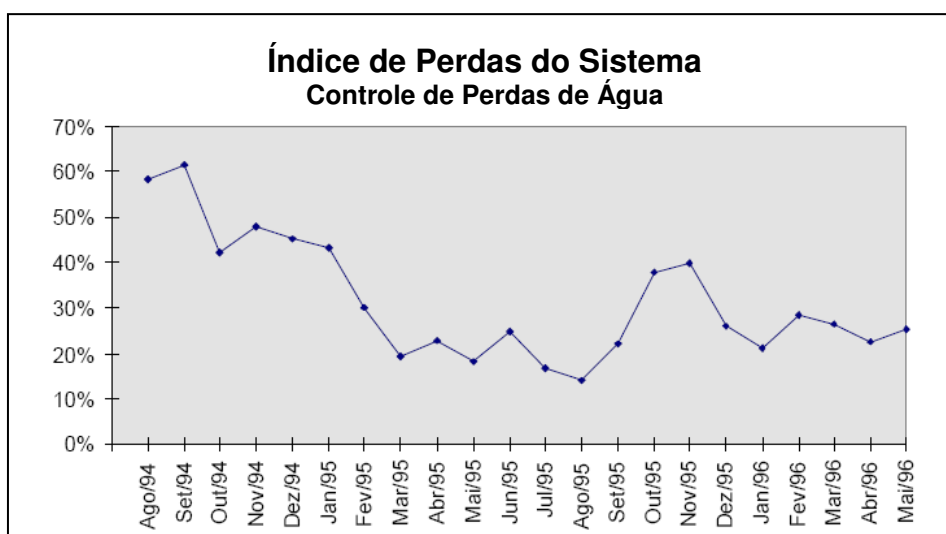


Gráfico 7: Índice de perdas de faturamento.

Fonte: Macedo Filho (1997).

Outro valor alcançado com êxito no estudo foi o volume micromedido que teve em média 1.270 m³/mês (avaliando 6 meses: outubro de 1994 a março de 1995), e que, comparando com a média do mesmo período (outubro de 1995 à março de 1996), o volume micromedido foi de 1.605 m³/mês Gráfico 8, conseguindo um aumento do consumo micromedido no período, na ordem de 26 % em média.

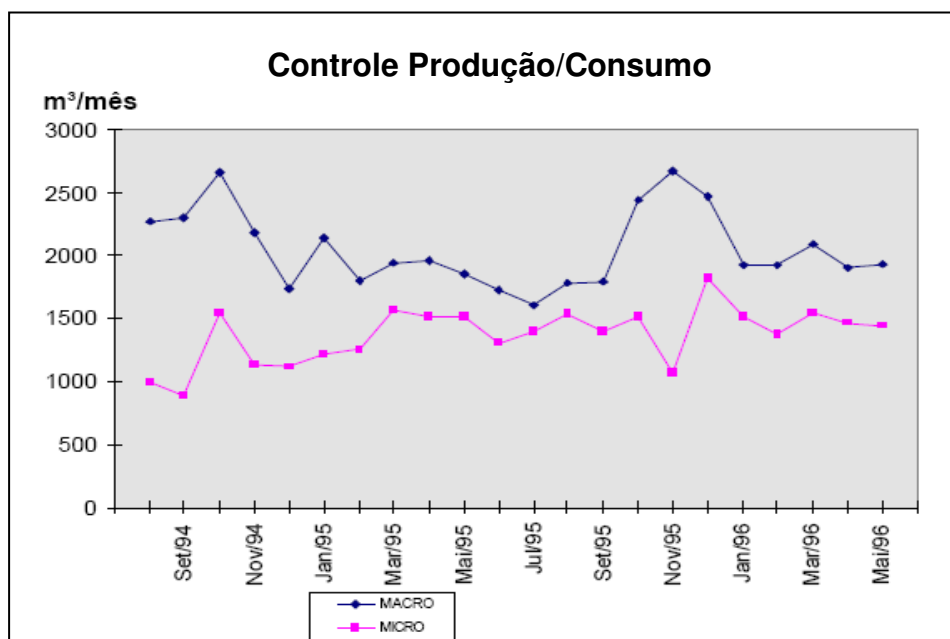


Gráfico 8: Controle de Produção e Consumo.
Fonte: Macedo Filho (1997)

No mesmo período foi observado um aumento real na receita da Concessionária na ordem de 37 %, ou seja: no 1º período a média tarifária (outubro de 1994 a março 1995) foi de R\$ 967,15. No 2º período, a média tarifária (outubro/95 a março/96) foi de R\$ 1.725,53. Foi considerado que no segundo período houve aumento de tarifa em 30%, assim, a média tarifária do 1º período foi de (R\$ 967,15 x 30%) R\$ 1.257,30 e no 2º período a média tarifária foi de R\$ 1.725,53 (Gráfico 9).

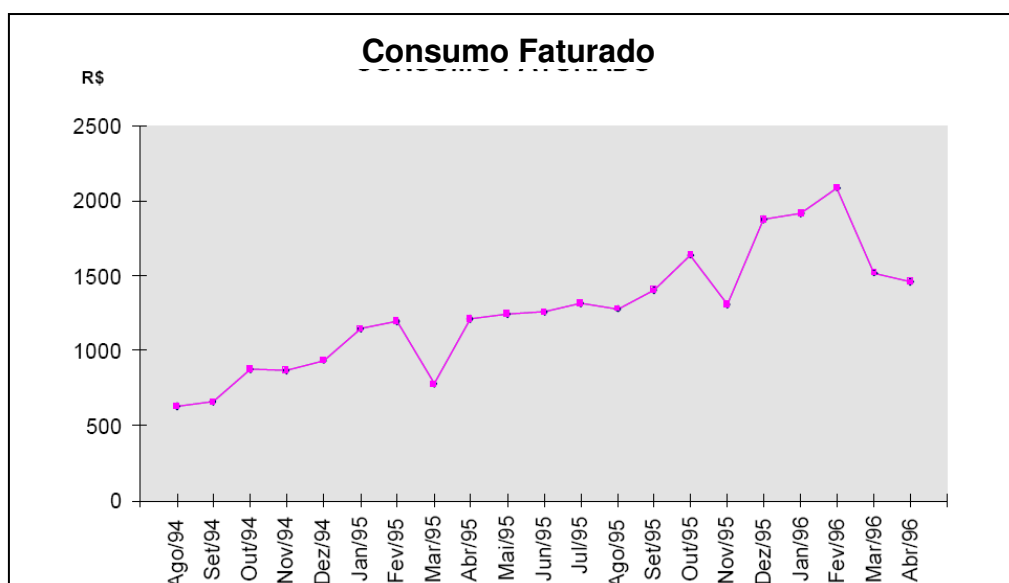


Gráfico 9: Consumo Faturado.
Fonte: Macedo Filho (1997)

4.5 AVALIAÇÃO DAS PERDAS

O combate às perdas implica, portanto, a redução do volume de água não contabilizado, exigindo a adoção de medidas que permitam reduzir as perdas físicas e não físicas, e mantê-las permanentemente em nível adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica das ações de combate a perdas em relação ao processo operacional de todo o sistema (GONÇALVES, 1998).

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

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

Explica Lambert (1998) que a estimativa das perdas em um sistema de abastecimento se dá por meio da comparação entre o volume de água transferido de um ponto do sistema e o volume de água recebido em um ou mais pontos do sistema, situados na área de influência do ponto de transferência. A identificação e separação das perdas físicas de água das não físicas é tecnicamente possível mediante pesquisa de campo, utilizando a metodologia da análise de histograma (registros contínuos) de consumo das vazões macromedidas. Nesse caso, a oferta noturna estabilizada durante a madrugada - abatendo-se os consumos noturnos contínuos por parte de determinados usuários do serviço (fábricas, hospitais e

outros) - representa, em sua quase totalidade, a perda física no período pesquisado, decorrente de vazamentos na rede ou ramais prediais.

Conforme Lambert (1998), em relação às perdas físicas na rede distribuidora, nos ramais prediais registra-se a maior quantidade de ocorrência (vazamentos). Isso nem sempre significa, porém, que esta seja a maior perda em termos de volume. As maiores perdas físicas na distribuição, em volume, ocorrem por extravasamento de reservatórios ou em vazamentos nas adutoras de água tratada e nas tubulações da rede de distribuição. Portanto, pode-se dizer que o problema das perdas é tão complexo que forma um verdadeiro ciclo vicioso.

Em um trabalho realizado no setor de abastecimento Jardim Popular, localizado na região leste do município de São Paulo por Soares (2001), pode-se verificar, conforme anteriormente mostrado no Gráfico 1, que a maior parcela de perdas de água se deu por vazamentos, chegando a um valor absurdo de 69%, ratificando o que Lambert (1998) ressaltou no parágrafo anterior.

Para Lambert (1998), o grande desafio é a integração dos setores técnico, comercial (atendimento ao usuário) e de faturamento do serviço de saneamento, envolvendo:

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

4.6 MONITORAMENTO E MÉTODOS PARA CONTROLE DAS PERDAS

Não é possível o conhecimento das perdas sem mensurações dos volumes transportados em vários pontos do sistema, desde a captação, tratamento, adução, reservação e distribuição até os volumes consumidos.

Assim, para se estimar perdas, é imprescindível investir-se em equipamentos medidores de vazão - macromedidores, localizados em pontos estratégicos, associados a altos índices de micromedição - hidrômetros.

Uma vez instalados tais equipamentos, requer-se uma sistemática de leituras simultâneas de valores macro e micromedidos e análises periódicas de dados para diagnosticar as perdas existentes em partes ou em todo o sistema e, por consequência, a adoção de medidas corretivas para sua redução, conforme Figura 10.

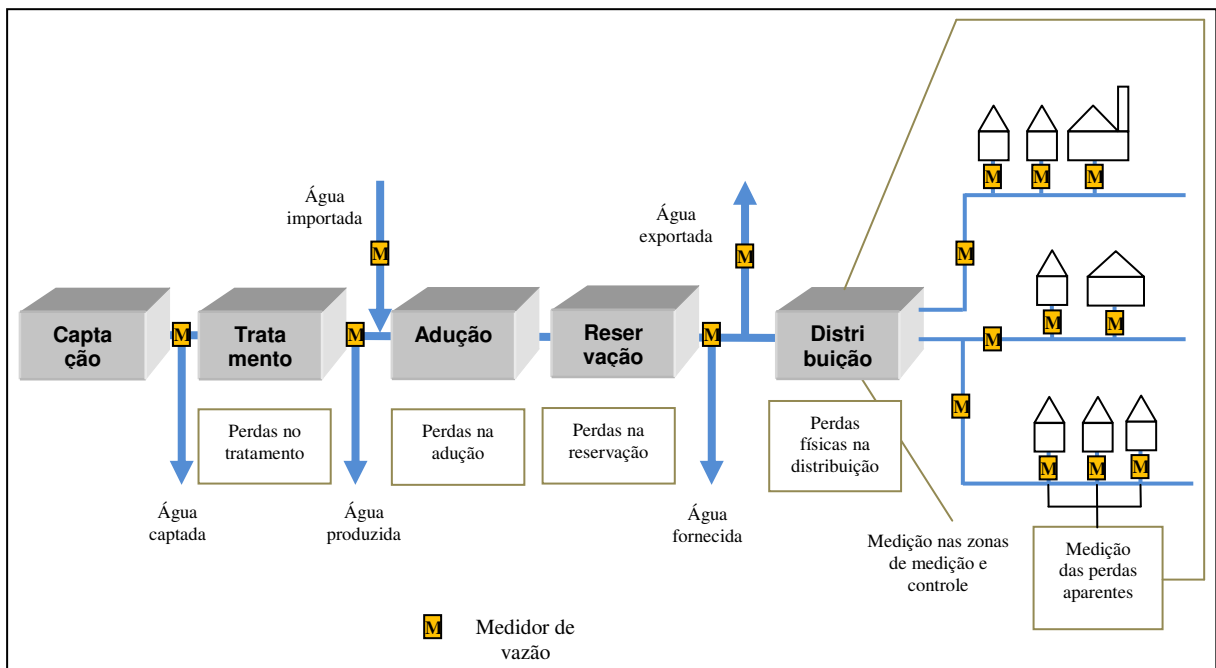


Figura 10: Componentes de um sistema típico de abastecimento de água e localização dos pontos de controle de vazão.
 Fonte: Adaptado de CISED (2004).

Em relação à Figura 10, com os componentes de um sistema típico de abastecimento de água, convém comentar que, para a realidade atual dos sistemas brasileiros, o número de pontos de macromedição talvez seja excessivo, devendo esse arranjo ser adaptado em função das características locais de cada sistema, das condições econômico-financeiras e da capacidade do operador em manter em perfeito funcionamento os pontos de medição.

Outro problema no monitoramento é a questão da identificação das perdas não visíveis. Neste caso, as mesmas somente podem ser observadas com a utilização de dispositivos de detecção, como os geofones mecânicos e eletrônicos, hastes de escuta e os correlacionadores de ruídos.

Marcka (2004) destaca vários métodos para controle de perdas, entre os quais estão:

a) Medidas preventivas, visando evitar a ocorrência de perdas, especialmente vazamentos, atuando sobre suas causas potenciais: critérios de projeto que

contemplam equipamentos de controle de pressão, especificações para materiais, especificações para manutenção de equipamentos, etc;

b) Detecção de vazamentos, abrangendo basicamente dois aspectos: a medição e a prospecção.

c) Ações corretivas, através de normas e procedimentos de manutenção de redes, dimensionamento adequado de medidores de acordo com o consumo do usuário e a qualidade da água, otimização de consumos operacionais em lavagem de reservatórios, limpeza e desinfecção de redes, descargas sanitárias, etc;

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

A setorização também é importante no controle das perdas, pois ela permite um melhor gerenciamento do SAA, conforme se pode observar no estudo realizado por Magalhães (2001). Verifica-se no Gráfico 10 a representação da evolução das perdas anuais de janeiro de 1999, dezembro de 1999 e dezembro de 2000 do Sistema Integrado de Salvador. A coluna em vermelho corresponde ao resultado obtido com a implantação da setorização. Comparando o período anterior (jan/99 a dez/99) e posterior (dez/99 a dez/00) à setorização, podemos evidenciar um percentual bem maior de recuperação das perdas após implantação do programa.

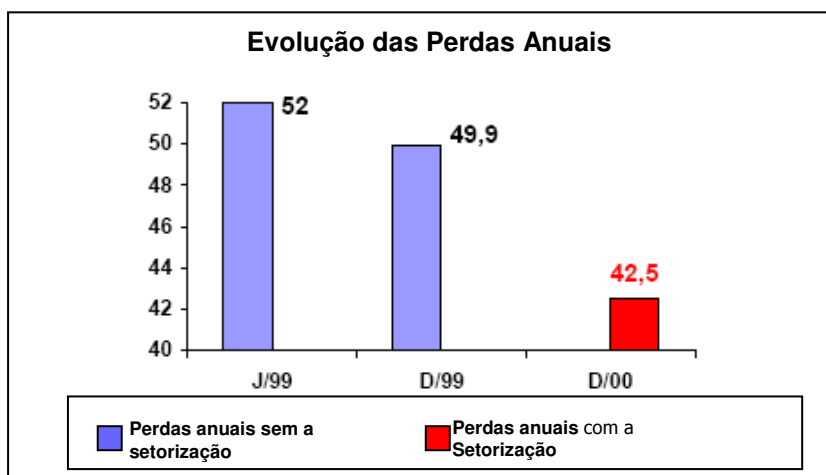


Gráfico 10: Evolução das perdas anuais no Sistema Integrado de Salvador. Fonte: Magalhães (2001).

Outro dado importante foi o relatório do conjunto de prestadores de serviços participantes do SNIS. Conforme o Gráfico 11, o índice médio de perdas de faturamento em 2005 foi de 39,0% (SNIS, 2006). No mesmo gráfico, pode-se observar o índice de perdas de faturamento em relação à COSANPA, com um valor de 48% e um índice de micromedição de 20%.

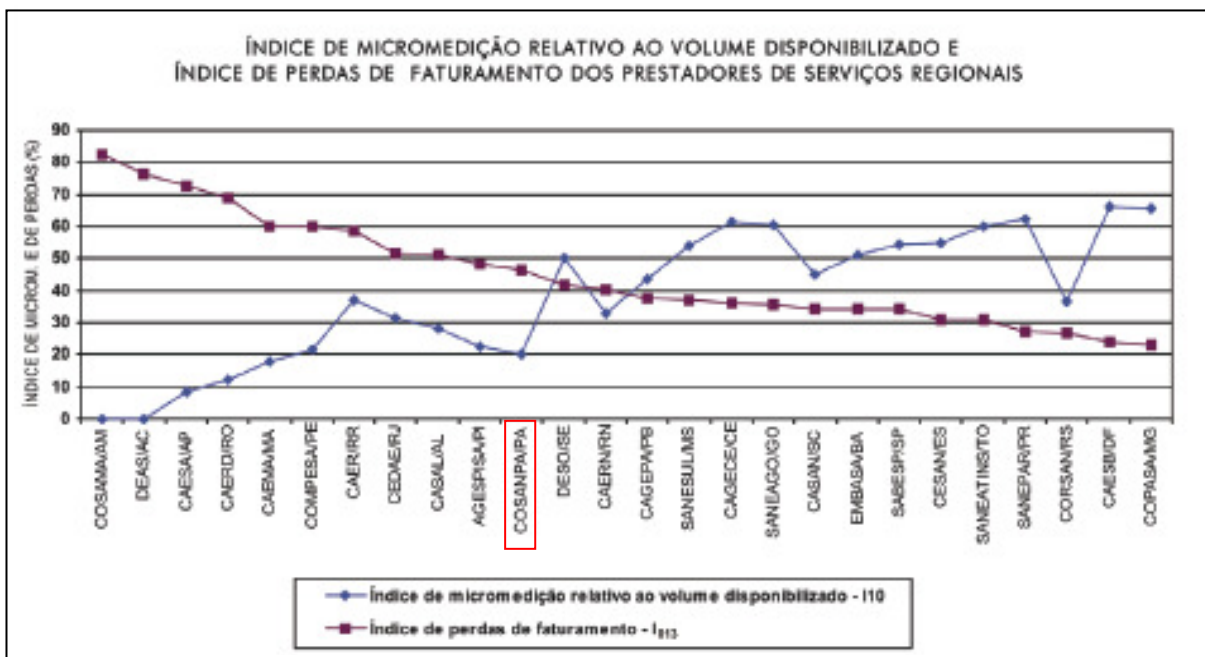


Gráfico 11: Índice de micromedição e índice de perdas de faturamento dos prestadores de serviços regionais participantes do SNIS.
Fonte: SNIS (2006).

Em comparação com o Gráfico 11, o índice médio de perdas de faturamento do conjunto de prestadores de serviços participantes do SNIS em 2006 foi de 39,8%, conforme Gráfico 12 (SNIS, 2007). Neste gráfico, pode-se observar o índice de perdas de faturamento em relação à COSANPA, com um valor de 47. No índice de micromedição também não houve alteração do ano de 2005 para 2006, ou seja, ficou estável em 20%.

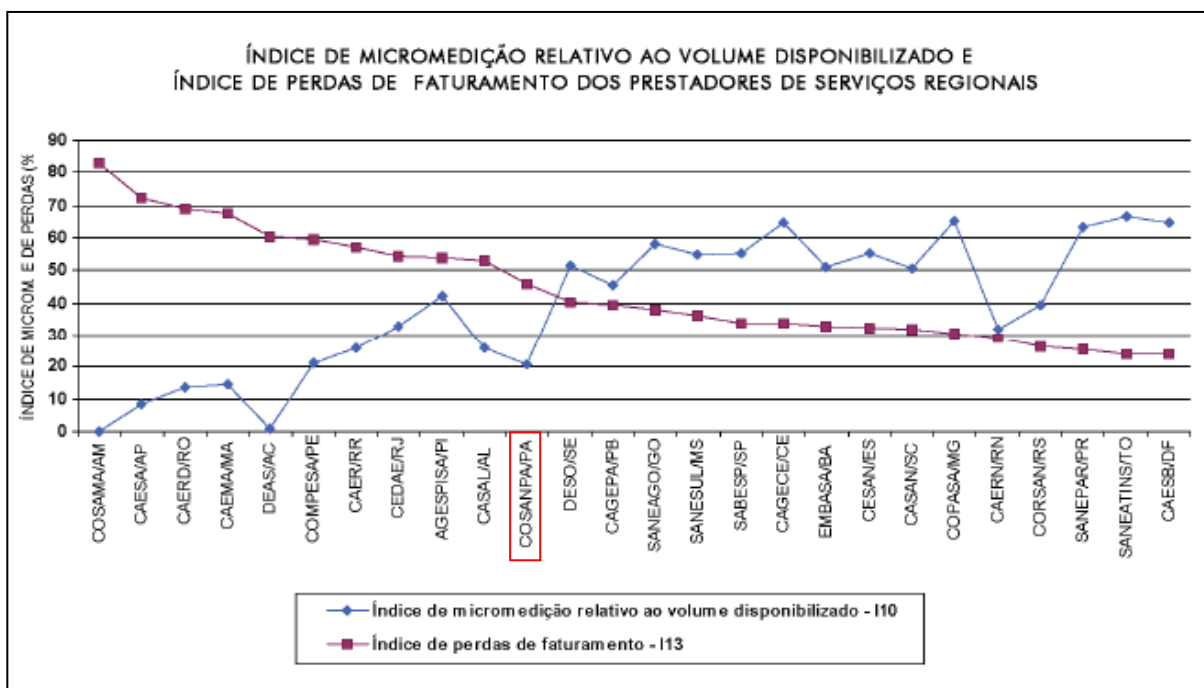


Gráfico 12: Índice de micromedição e índice de perdas de faturamento dos prestadores de serviços regionais participantes do SNIS.
Fonte: SNIS (2007).

De acordo com Evangelista (2004), os índices dos Gráficos 11 e 12 receberiam a classificação de perda como regular, conforme se pode observar na Tabela 11.

Tabela 11: Classificação dos Índices de Perdas no Faturamento de acordo com o percentual

| Percentual | Classificação |
|---------------|-------------------|
| < 20% | perdas excelentes |
| ≥ 20% e ≤ 30% | perdas ótimas |
| > 30% e ≤ 40% | perdas boas |
| > 40% e ≤ 50% | perdas regulares |
| > 50% | perdas péssimas |

Fonte: Adaptado de Evangelista (2004).

Com esses valores observados no Gráfico 11 e 12 chega-se à conclusão de que nenhuma ação para controle das perdas em faturamento e aumento na micromedição com instalação de novos hidrômetros nas residências foi feito pela COSANPA nesses dois anos em questão, mostrando assim a desconsideração da Concessionária em relação a Programas de Combate a Perdas em SAA e aumento do parque de hidrômetros instalados.

Na Figura 11 pode-se ter a visualização espacial do índice de perdas de faturamento para todo o conjunto de prestadores de serviços participantes do SNIS em 2006, em valores médios distribuídos por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros. Observa-se que três Estados situaram-se na melhor faixa (Rio Grande do Norte, Distrito Federal e Paraná) com índice de perda de faturamento menor que 30%, enquanto que dois estados da região Norte (Acre e Amapá) situaram-se na pior faixa, com índices maiores que 70%. Para as demais faixas, há dez Estados com índice de perdas entre 30,1% e 40%, quatro na faixa de 40,1% e 50%, entre eles o Pará e, outros oito na faixa de 50,1% a 70,0%.

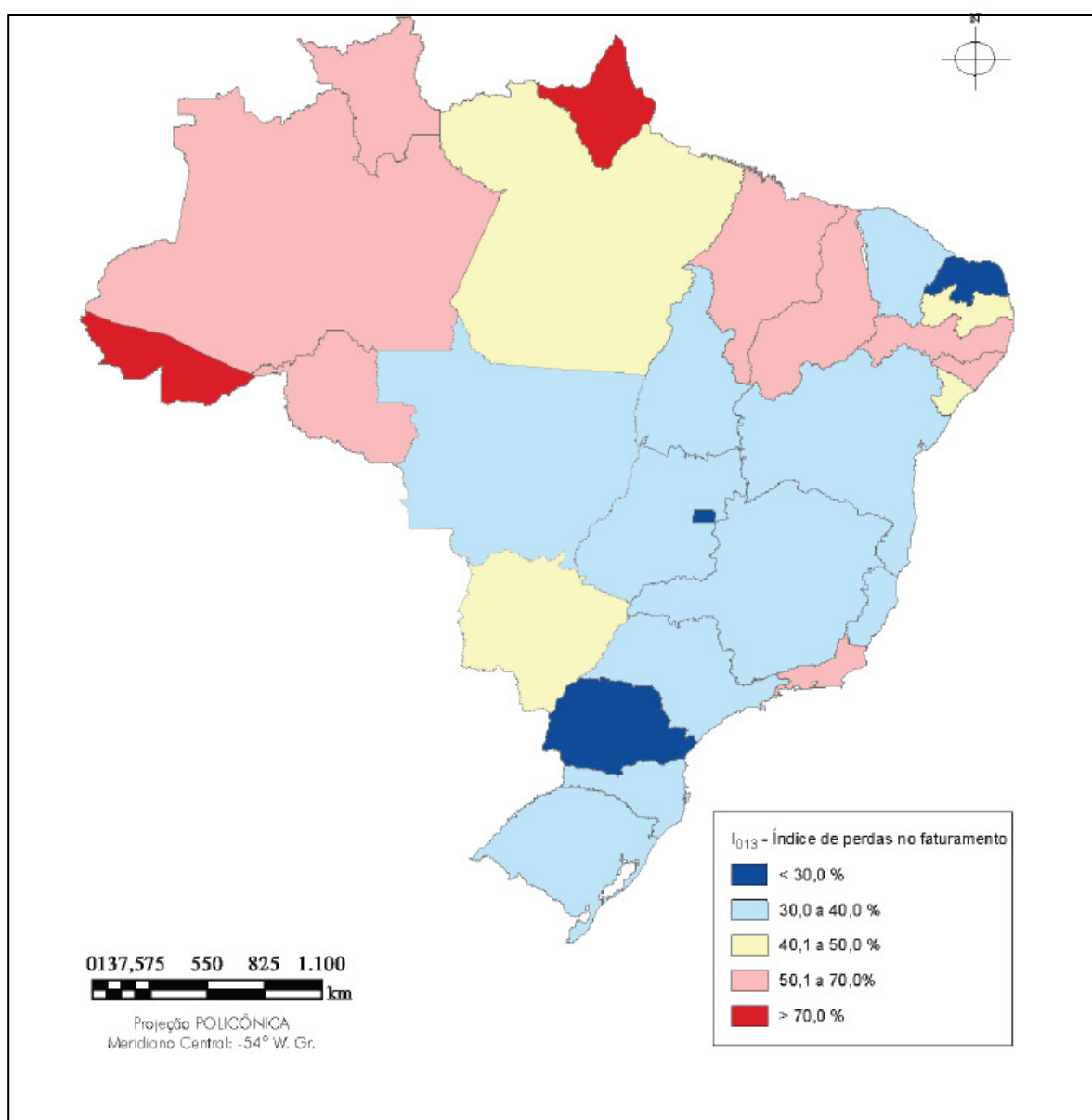


Figura 11: Representação espacial do índice de perdas de faturamento para o conjunto de prestadores participantes do SNIS em 2006, distribuído por faixas percentuais segundo os estados brasileiros.

Fonte: SNIS (2007).

De forma similar são também apresentadas na Figura 12 as macrorregiões brasileiras, onde se pode visualizar o índice de atendimento total de água para a cidade de Belém, situando em 30 a 50%, mostrando que esta cidade precisa aumentar a cobertura de água distribuída à população.

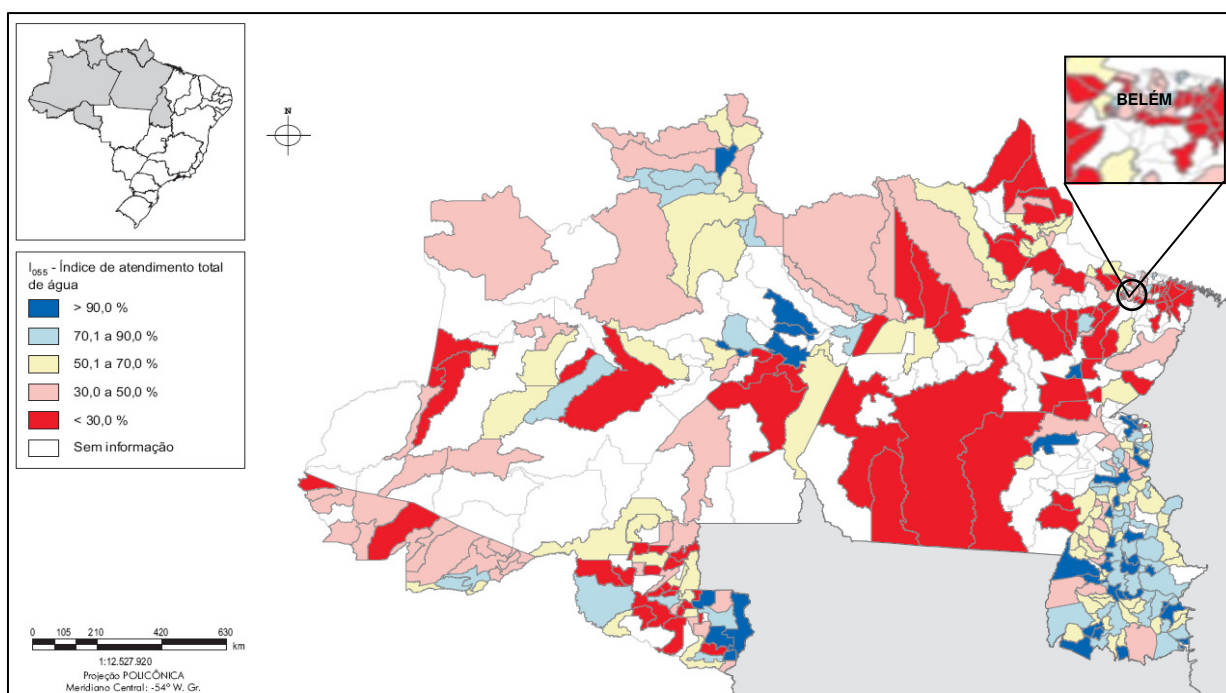


Figura 12: Representação espacial do índice de atendimento total de água para o conjunto de prestadores participantes do SNIS em 2006, distribuído por faixas percentuais segundo as macrorregiões brasileiras.

Fonte: SNIS (2007).

Assim, especial atenção deve ser dada quanto às perdas de faturamento, ao cadastro de consumidores e sua permanente atualização, bem como à política de micromedição e manutenção preventiva de hidrômetros, uma vez que o Estado do Pará apresenta uma perda de faturamento variando de 40 a 50%, conforme observado anteriormente, e o índice de atendimento total de água da cidade de Belém encontra-se numa faixa muito baixa, de 30 a 50%.

Portanto, prioritariamente, deve-se controlar dois processos críticos (operação e comercialização) para se reduzirem as perdas. O primeiro, relativo à operação do sistema de abastecimento de água (captação, bombeamento, adução, tratamento, reservação e distribuição), “cenário” onde se apresentam as perdas de água na forma de vazamentos, extravasamentos, consumos operacionais excessivos, etc. Já

o segundo processo, refere-se à comercialização de serviços, iniciado a partir da venda e cadastro de uma ligação domiciliar, onde se conecta o consumidor, a partir de onde ocorre a medição de consumos, faturamento e cobrança, todos com forte vínculo com as perdas de faturamento (ligações clandestinas, submedição, consumos especiais, etc.). Dessa forma, reduzindo-se as perdas possibilitaria o melhor aproveitamento da infra-estrutura existente e a postergação da aplicação de recursos para ampliação dos sistemas. Além do mais, possibilitaria um grande retorno financeiro, seja pela diminuição dos custos de produção de água seja pelo aumento do faturamento.

Assim, será mostrado no capítulo seguinte, após conhecer o que são perdas de água, como e onde acontecem e como tentar evitá-las, o método utilizado neste estudo para saber o quanto está sendo perdido de água no Sistema de Abastecimento e nas residências do Conjunto Benjamim Sodré. Primeiramente será mostrada a área de estudo, seguidas das fases experimentais e de resultados, que proporcionaram um melhor conhecimento das perdas que acontecem no Conjunto.

5 MATERIAS E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O conjunto Benjamim Sodré está localizado no bairro do Benguí, município de Belém, Estado do Pará, região Norte. O conjunto Benjamim Sodré teve sua origem no ano de 1980 com a construção das casas, de um clube, do SAA e infra-estrutura básica, em uma área que pertencia à Marinha do Brasil. Esse empreendimento foi financiado pela Caixa de Construção para Marinha e construído por uma empresa privada de construção civil. Em 1983 houve a inauguração e a entrega das casas para os moradores que eram militares da marinha brasileira até então. Segundo a COHAB, foram construídas 639 casas, padronizadas com 2 ou 3 quartos, sala, banheiro e cozinha. Com o passar dos anos, muitas casas foram repassadas a outras patentes militares (aeronáutica e exército) por motivo de não preenchimento de todas as casas pelo pessoal da marinha. O Conjunto era fechado com acesso restrito aos militares, mas, com o passar dos anos, muitos civis compraram essas casas dos militares. Com a criação da Lei Ordinária nº 7, de 13 de janeiro de 1993, que dispõe sobre Plano Diretor do Município de Belém, a Marinha concedeu o Conjunto para a Prefeitura, que passa a administrar a área dos imóveis. Em 1993 foi criada uma Associação de Moradores do Conjunto Benjamim Sodré – AMBS, porém no ano de 2001 essa associação ficou inativa, por desentendimentos políticos. Neste mesmo ano, a Prefeitura arrendou a área do clube, e por problemas de administração e manutenção, o clube foi invadido por terceiros que ainda se encontram até os dias de hoje formando grandes aglomerados (invasões). Ainda neste ano (2001) a COSANPA assumiu a administração do SAA. Na Figura 13 e 14 é apresentada a vista área e a planta baixa do Conjunto Benjamim Sodré, respectivamente.



Figura 13: Vista de aérea do Conjunto Benjamim Sodré
 Fonte: Google Earth (2008)

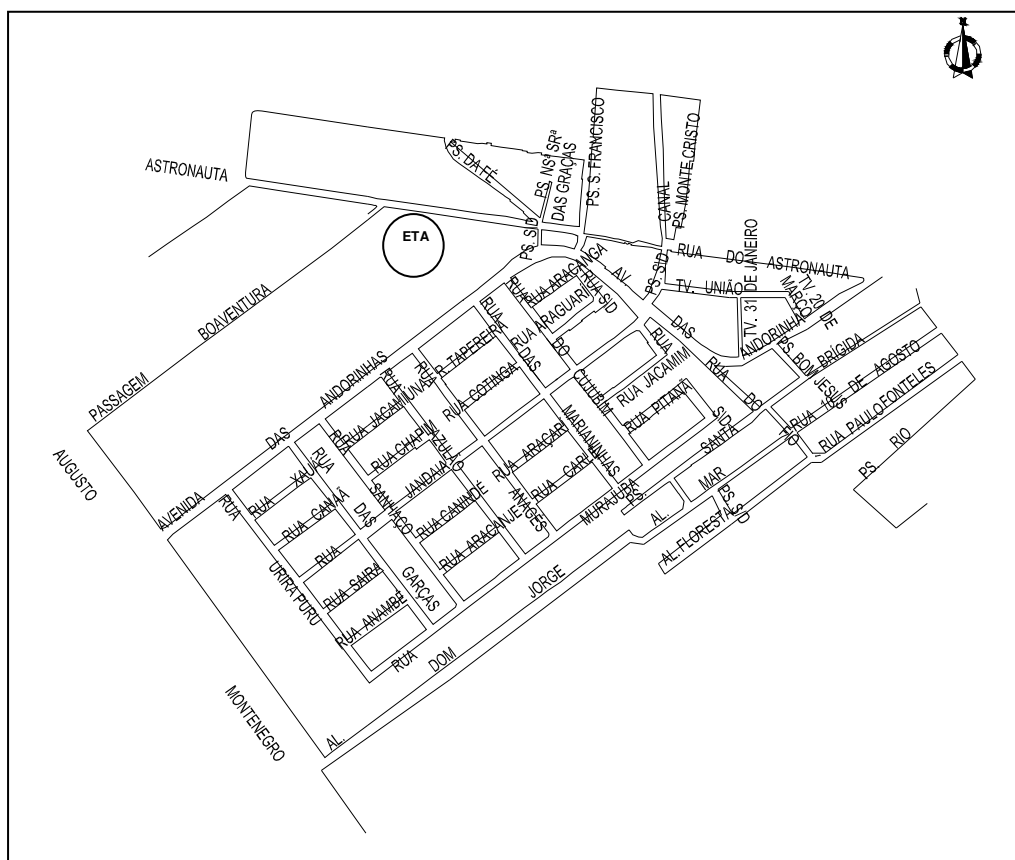


Figura 14: Desenho em planta do Conjunto Benjamim Sodré
 Fonte: Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA (2005)

5.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CONJUNTO BENJAMIM SODRÉ

O Conjunto Benjamim Sodré é um setor de abastecimento de água da COSANPA, completamente isolado, com características próprias, cujo volume de água do reservatório elevado encaminhado para a rede de distribuição é medido por um macromedidor localizado dentro de ETA (Fotografia 1), de forma que permite a identificação de suas reais características de funcionamento sob o ponto de vista operacional e comercial.



Fotografia 1: Macromedidor instalado na saída da ETA no Conjunto Benjamin Sodré

O sistema de produção é composto por um poço com profundidade de 220 m. O diâmetro da tubulação de recalque é 150 e 250 mm em ferro fundido (Fotografia 2). A água recalçada do poço passa por um sistema de tratamento através de um aerador tipo tabuleiro e dois filtros de fluxo descendente, chegando até um vertedor retangular de parede espessa com duas contrações laterais (Figura 15), a água então é conduzida até um reservatório enterrado (cisterna) onde recebe o tratamento somente a base de cloro. Existem ainda cones de flúor, que não são utilizados, pois a COSANPA não está disponibilizando este produto para ser adicionado ao tratamento da água no Conjunto Benjamin Sodré (Figura 16).



Fotografia 2: Poço de sucção do SAA do conjunto Benjamin Sodré
Fonte: Direta (2008)



Figura 15: Sistema de Abastecimento de Água do Conjunto Benjamin Sodré

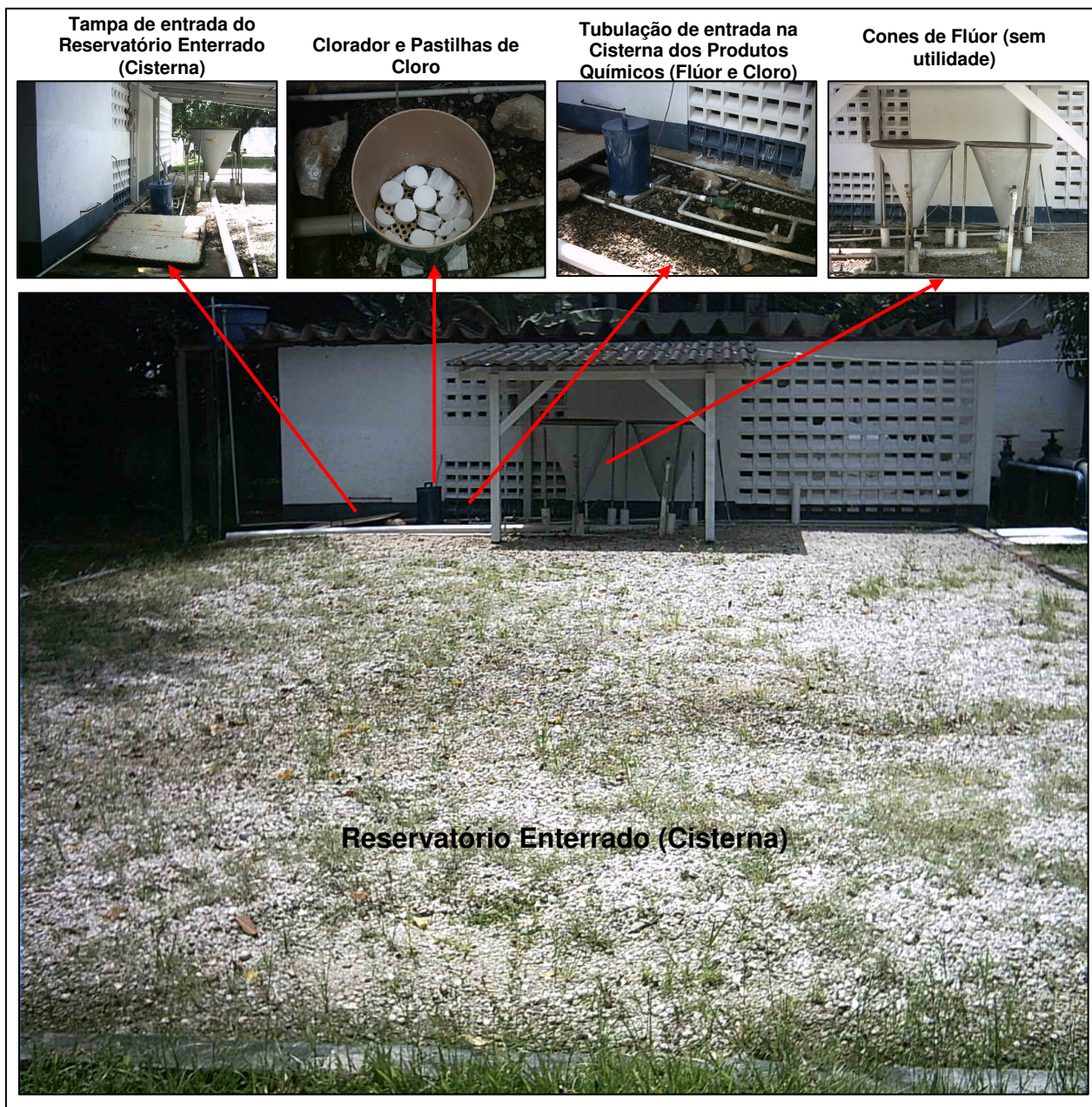


Figura 16: Reservatório Enterrado e Sistema de dosagem de cloro e flúor do Conjunto Benjamim Sodré

A água é então recalçada por 2 conjuntos motor-bomba – CMB (bomba 1 com vazão de 8,3 m³/h e 10 CV e; bomba 2 com vazão de 8,0 m³/h 7,5 CV), conforme Fotografia 3, até um reservatório elevado com capacidade de 156 m³ (Fotografia 4), que se encontra na cota mais alta do setor. Este sistema de bombeamento é intermitente, ou seja, a bomba 1 é mantida em funcionamento durante maioria do dia e a bomba 2 entra em funcionamento somente quando o nível do reservatório está abaixo de 2,5 metros. O CMB e o poço são parados totalmente às 19:00 horas para economia de energia elétrica. Às 21:00 horas a válvula do poço (Fotografia 5) é

aberta, bem como, é ligado o CMB. Diferentemente do sistema de bombeamento, a água encaminhada do reservatório elevado para ser distribuída à população do Conjunto, é mantida 24 h/dia, ou seja, é contínua.



Fotografia 3: CMB's do Conjunto Benjamin Sodré



Fotografia 4: Vista do Reservatório Elevado do Conjunto Benjamin Sodré



Fotografia 5: Válvula do poço do Conjunto Benjamin Sodré

Hoje a ocupação urbana no Conjunto é predominantemente formal (de classe média). Nas laterais do Conjunto permanecem algumas ocupações informais, conforme pode ser observado nas Fotografias 6 e 7.



Fotografia 6: Ocupações formais (classe média) do Conjunto Benjamin Sodré



Fotografia 7: Ocupações informais do Conjunto Benjamim Sodré

No cadastro da COSANPA (2008) consta que o número de ligações existentes no local é de 730 e a extensão da rede de distribuição de água é de 5.778 m, toda em PVC (COSANPA, 1982).

Segundo informações da COSANPA, os projetos que mostram as memórias de cálculo da ETA, da rede de abastecimento de água, e da previsão da população futura, foram extraviadas. Isso tornou-se um empecilho para a pesquisa, pois não foi possível verificar se este projeto ainda possui condições de operar dentro da vida útil.

5.3 FASES EXPERIMENTAIS

O trabalho foi dividido em 3 etapas experimentais, sendo a primeira a verificação de cadastro técnico e de consumidores, como também cálculo das perdas físicas e não físicas, segunda, emprego de indicadores básicos de desempenho do sistema e a última etapa, aplicação do questionário sócio-econômico-ambiental.

1ª ETAPA: Verificação do Cadastro Técnico e de Consumidores, e Definição das Perdas

A) Verificação do Cadastro Técnico e de Consumidores

Para a verificação do cadastro técnico, foi solicitado a COSANPA uma planta da rede de abastecimento de água, o tipo de material e a extensão de rede total. O mesmo foi feito com o cadastro de consumidores, no qual foram gerados relatórios mensais pelo setor comercial da COSANPA, no período de abril de 2008 a janeiro de 2009, que contêm o nome do usuário, tipo de imóvel, se é hidrometrado ou estimado e qual o volume medido e estimado mensalmente para cada consumidor.

B) Cálculo das Perdas Físicas e não Físicas

A definição das perdas físicas que deixam o sistema em decorrência de fugas, extravasamentos, rachaduras nos reservatórios, falha e má operação no sistema etc., foram feitos cálculos divididos em quatro itens. Primeiramente foi encontrada a vazão na captação, depois a vazão no vertedor, volume diário gasto na lavagem do filtro e o volume total gasto na distribuição.

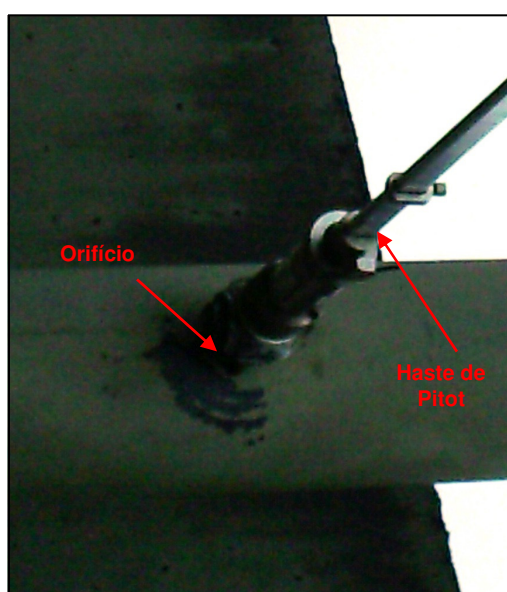
b.1) Vazão na Captação

Para se verificar a vazão na captação dos 10 (dez) meses de estudo que compreendem os meses de abril de 2008 a janeiro de 2009, foi feita uma leitura instantânea da vazão do poço por um técnico do setor de Pitometria da COSANPA, sempre no horário matutino, através de um equipamento transdutor com data logger da marca LAMON modelo 300-6 conforme mostrado na Fotografia 7.

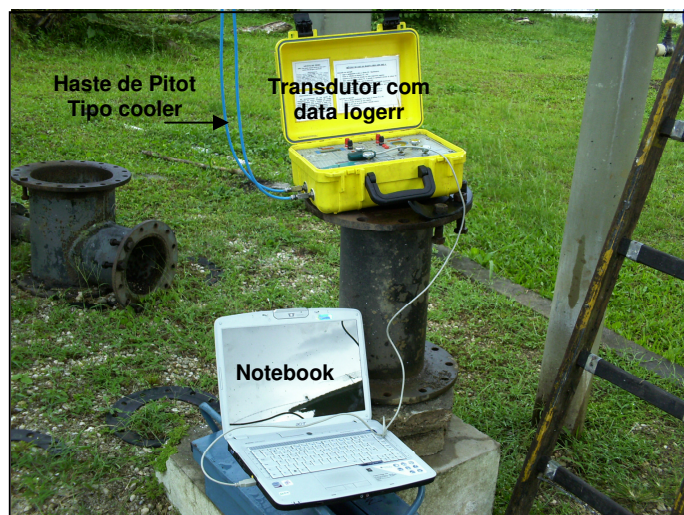
É importante salientar que em um dos 10 (dez) meses de estudo, foi realizado um perfil de 24 horas, nos dias 30 e 31 de janeiro de 2009. Esse procedimento foi necessário para que a COSANPA pudesse verificar a vazão aduzida do poço durante 1 dia, que tem certa variação devido o operador responsável pela ETA estar sempre fazendo manobras na válvula do poço para redução da vazão, pelo fato dos

filtros transbordarem, pois, os mesmos, não estão funcionando adequadamente, devido o material do leito filtrante (areia e pedregulho) necessitar ser trocado ou mesmo feito uma manutenção. Este problema pode estar sendo ocasionado devido à retenção de impurezas e formação da membrana biológica neste leito. Pelo período da madrugada (consumo noturno) é feito uma manobra na válvula do poço para reduzir o volume de água, pois o consumo pela população neste período é em pequena quantidade. Convém lembrar que, o número de voltas da válvula do poço fica entre 3 e 3,5, quando há um transbordamento do filtro, esse número é reduzido para 2 a 2,5 voltas. Essas manobras variam de acordo com a sensibilidade dos operadores, por isso é necessário que haja pessoas qualificadas para este tipo de serviço.

A montagem para a medição do volume foi feita da seguinte forma: um pequeno orifício era aberto no tubo que conduz a água do poço, para ser conectada uma haste de pitot, tipo cooler (Fotografia 8). Esta haste foi ligada a um data logger, que por sua vez tem a capacidade de armazenar dados. A seguir, através de infravermelho do equipamento, foram transferidas as informações coletadas (volume de água) para um notebook, e ali armazenadas. É importante frisar que o volume de água coletado era mensalmente fornecido pela COSANPA durante o período de estudo. O aparelho descrito é apresentado na Fotografia 9.



Fotografia 8: Orifício feito no tubo e haste de Pitot



Fotografia 9: Transdutor com data Logger para medição de vazão na captação

b.2) Vazão no Vertedor

Para a vazão no vertedor foram feitas 10 (dez) medições, e determinada uma média aritmética simples. O procedimento utilizado está descrito a seguir:

- De acordo com Azevedo Neto (2002), para medir-se a vazão de um vertedor retangular de paredes espessa com duas contrações, deve-se se colocar uma régua na superfície da água a montante a uma distância aproximadamente igual ou superior cinco vezes a lâmina da soleira do vertedor conforme apresentado na Fotografia 10.



Fotografia 10: medição na lamina de água no vertedor

- Foram feitos 10 perfis de 24 horas que compreenderam os meses de abril de 2008 a janeiro de 2009, sendo cada medição realizada no intervalo de uma hora.
- Após a coleta dos dados, as vazões foram determinadas pela Equação 7 recomendada por Azevedo Neto (2002), considerando o vertedor com duas contrações e de parede espessa:

$$Q = 1,71 (L - 0,2H) \times H^{3/2}$$

Equação (7)

Em que:

Q = Vazão (m³/s)

L = Largura da veia contraída do vertedor (m)

H = Altura da lâmina de água (m)

De acordo com a Figura 17 pode-se observar estas grandezas de maneira mais explicita.

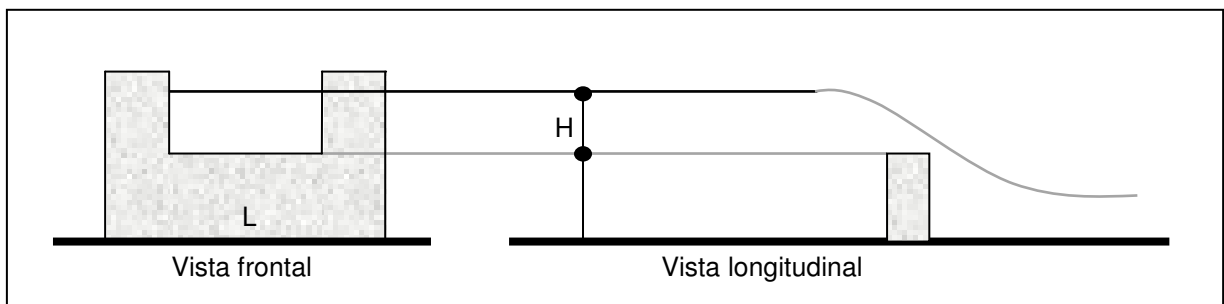


Figura 17: Vista frontal e longitudinal do vertedor

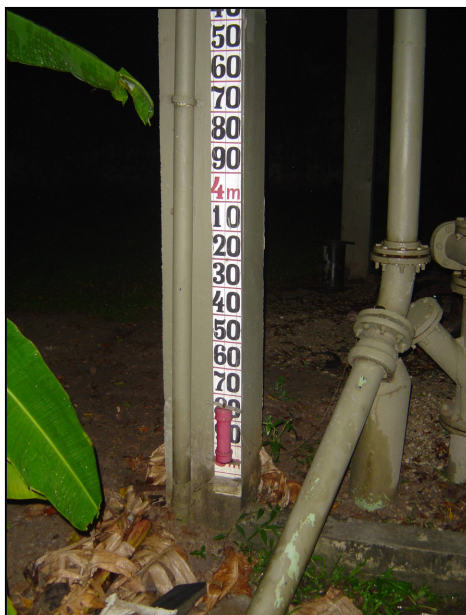
b.3) Volume de água diário gasto para lavagem do filtro

Para a determinação do volume gasto na lavagem do filtro era marcado em cronômetro o tempo em que o operador fazia toda a operação de limpeza dos filtros (Figura 18). O procedimento foi feito de seguinte forma: primeiramente o operador fechava a válvula que recebe a água do poço, depois fechava a válvula que encaminha a água para o vertedor, para que não entrasse água suja para o elevado, e por fim, era aberto a válvula do elevado que faz a retrolavagem para a limpeza do

filtro e a válvula de descarga dos resíduos do mesmo. Após isso, o operador fazia a limpeza manual com uma vassoura tipo escovão. A lavagem iniciava-se com a lâmina do reservatório elevado em um nível que não interrompesse o abastecimento de água para população do Conjunto, conforme Fotografia 11. É importante ressaltar que nesta ETA existem dois filtros, e para ambos, foi aplicado o mesmo procedimento para a lavagem.



Figura 18: Procedimento para lavagem da ETA do Conjunto Benjamin Sodré



Fotografia 11: Lâmina do Reservatório elevado do Conjunto Benjamin Sodré

O registro da distribuição era mantido aberto, para evitar a interrupção do abastecimento, sendo necessária a quantificação deste volume que foi realizada pela leitura no macro-medidor no início e final da lavagem.

A quantidade de água necessária à lavagem foi determinada por diferença entre as lâminas de água no início e no final do processo, descontando-se a parcela que foi encaminhada para a distribuição.

b.4) Volume total de água gasto na distribuição no decorrer da lavagem

Para se obter o volume total gasto na lavagem foi feito o seguinte procedimento:

- Cálculo da área e altura da lâmina reservatório elevado.
- Determinação do volume total gasto na lavagem, pela diminuição da média aritmética simples do volume gasto na distribuição na hora da lavagem macromedida.

O cálculo dos Indicadores de Perdas do Conjunto Benjamin Sodré foi obtido conforme os valores repassados pela COSANPA mensalmente.

É importante ressaltar que estudos feitos por Viegas e Serruya (2006) demonstraram que o índice de perda no faturamento deste conjunto foi de 75,40%, ficando até acima da média nacional que é de 40 a 50% segundo Coelho (1996).

Nesta etapa foi investigado, conforme os resultados das análises dos dados, se ainda existe esta perda no Conjunto ou foi controlada por intervenções da COSANPA.

Para averiguar as perdas não físicas como *by pass*, ligações clandestinas, fraudes etc., foi feito visitas nas ruas para detecção de dessas irregularidades.

2ª ETAPA: Construção de indicadores básicos de desempenho do sistema

Pelos relatórios mensais gerados pela COSANPA, foi possível calcular indicadores levando em consideração os 10 meses de estudo.

Para a construção desses indicadores foi necessário adquirir informações operacionais específicas mais refinadas. Tais informações foram devidamente solicitadas ao setor comercial da COSANPA que através de relatórios mensais repassava os dados necessários, bem como, a análise das medições realizadas na ETA. Os indicadores empregados foram Índice de Perda na Distribuição; Índice de Perda no Faturamento; Índice de Perda Linear Bruto de Perda; Índice de Perda por Ligação; Índice de Hidrometração; Índice Global de Perdas, descritos no item 4.4.

3ª ETAPA: Aplicação do Questionário Sócio-econômico-ambiental

A aplicação do questionário sócio-econômico-ambiental foi realizado por 5 pessoas que foram treinadas para esta finalidade, no período de 19 a 23 de dezembro de 2008, sempre no período matutino, de 8:00 às 12:00 horas, com o objetivo de obter informações dos moradores quanto a questão das perdas de água,

desperdício, que acontecem dentro das residências. Também foram coletados dados a respeito da qualidade de vida do morador e do imóvel. O modelo do questionário sócio-econômico-ambiental encontra-se no Apêndice A.

Ao chegar às residências, o entrevistador primeiramente apresentava uma carta ao morador mostrando o objetivo e o intuito desta pesquisa (Apêndice B). Ao final da entrevista, era entregue ao morador, uma cartilha que vinha mostrando como se deve usar a água de forma racional (Apêndice C).

Na entrevista foram levantados os seguintes conjuntos de dados:

- Dados relacionados aos entrevistados como: nome, endereço, idade, sexo, escolaridade, renda familiar e existência no imóvel de alguma pessoa que participa de alguma associação ou comunidade, que tenha preocupação com o uso racional da água.
- Dados relacionados à moradia como: subcategoria do imóvel, compartimentos no imóvel, tipo de imóvel, número de compartimentos, número de pessoas residentes, forma de cobrança pelo uso da água.
- Dados relacionados ao sistema de abastecimento de água como: o imóvel ser hidrometrado ou estimado, qualidade da água, casos de doenças relacionadas com a água.
- Dados relacionados ao uso da água como: tempo gasto para lavar a louça, para escovar os dentes, tomar banho, lavar o rosto ou a mão, para lavar o pátio ou a calçada e lavar as roupas, bem como, a existência de vazamentos dentro do imóvel.

A pesquisa foi direcionada para a categoria residencial, uma vez que esta, representa a maioria de todos os imóveis do Conjunto (Tabela 12), dando ênfase para a análise das subcategorias R2 e R3 (Apêndice E), subdividas em HDTs e estimadas, que somadas representam a maior parcela da categoria residencial, ou seja, 588 ligações, tornando assim, estatisticamente, um dado mais consolidado e

perto do real. Este estudo levou em consideração 30% dessas subcategorias, totalizando 176 residências, distribuídas conforme Tabela 13.

Os resultados obtidos na pesquisa foram trabalhados com o auxílio dos softwares Word e Excel (2003) e expostos através de tabelas e gráficos. Assim foi possível avaliar o SAA do Conjunto Benjamim Sodré levando em consideração as formas de uso da água e a sustentabilidade do sistema tomando como referência as perdas.

Tabela 12: Distribuição do número de imóveis residenciais conforme a subcategoria

| Subcategoria | Imóveis | (%) |
|--------------|------------|---------------|
| R1 | 12 | 1,98 |
| R2 | 219 | 36,08 |
| R3 | 369 | 60,79 |
| R4 | 7 | 1,15 |
| TOTAL | 607 | 100,00 |

Fonte: COSANPA, 2008

Tabela 13: Distribuição do número de residências pesquisadas de acordo com a subcategoria e forma de cobrança

| Subcategoria Cobrança | R2 | R3 |
|--------------------------|-----------|------------|
| HDT | 44 | 44 |
| Estimada | 44 | 44 |
| Total | 88 | 88 |
| TOTAL GERAL | | 176 |

Nesta etapa foi também possível analisar com as perguntas de 10 a 15 do questionário sócio-econômico-ambiental, se há desperdício de água potável nas residências escolhidas para estudo, comparando-as com o Quadro 4, porém, é importante lembrar, que este quadro foi pela SABESP elaborado para as características da população do sul e sudeste, que apresentam um clima diferente da região amazônica, particularmente a cidade de Belém, que é quente e úmido, o

que por sua vez, colabora para um maior consumo de água para as necessidades diárias como beber água, tomar banho, número maior de vezes para lavagem de roupas etc.

Este levantamento permitiu obter respostas aos questionamentos:

- 1) As pessoas do conjunto têm algum tipo de preocupação com o uso racional da água?
- 2) A qualidade da água está interferindo de alguma forma em casos com enfermidades que acometeram as famílias nos últimos anos?
- 3) Qual a atividade diária que está causando um maior desperdício de água potável no Conjunto?
- 4) Qual a concepção do morador quanto a forma de cobrança pelo uso da água?
- 5) Existem vazamentos dentro do imóvel que estão contribuindo para uma parcela de “fuga” considerável de água potável?
- 6) Os imóveis que tem a cobrança pelo uso da água de forma estimada (taxa) estão com gastos elevados deste bem na residência?
- 7) Que subcategoria desperdiça mais água? R2 ou R3 hidrometrados, R2 ou R3 estimados?

Através dos dados da 1ª etapa e da 2ª etapa, foi feita uma comparação com o que está sendo produzido, distribuindo e chegando até o consumidor. Com isso foi possível confrontar as perdas que estão ocorrendo no sistema, com as que ocorrem na residência. Estas últimas mostraram como está a questão da educação ambiental do morador, em se tratando do uso de forma racional da água.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

1ª ETAPA: Verificação do Cadastro Técnico e de Consumidores e Definição das Perdas

A) Verificação do Cadastro Técnico e de Consumidores

Primeiramente, para a verificação do cadastro técnico foi feita uma análise da planta do sistema de abastecimento, e observado que o tipo de material que abastece o Conjunto em estudo é todo em PVC com diâmetro variando entre 50 a 150mm.

Na pesquisa de vazamentos não foi detectado a olho humano nenhum que aflorasse ao solo e/ou pelas drenagens.

Para a verificação do cadastro de consumidores foi feita uma análise dos relatórios mensais gerados pela COSANPA, e com os dados dos meses de abril de 2008 a janeiro de 2009 analisados, foi confeccionada uma planilha no software Excel 2003 com os valores médios obtidos nestes meses, e foi possível identificar a quantidade de imóveis classificados nas categorias e subcategorias de acordo com os apêndices D e E, fornecidos pela COSANPA, o número de ligações factíveis³, o volume medido e faturado pela COSANPA (Tabela 13).

Segundo o relatório da COSANPA (2008), o número de ligações total do Conjunto é de 730, distribuídas da seguinte forma: 175 ligações estimadas e 456 HDT, representando 631 ligações ativas e 99 ligações factíveis.

Observa-se na Tabela 14 que a coluna dos volumes faturados está diferente do volume micromedido, fato este que acontece porque a COSANPA fixa um volume mínimo de consumo (10 m³), ou seja, mesmo que um imóvel tenha o consumo de

³ Ligações que não estão ativas

1m³, será cobrado o volume mínimo, por isso é que o volume faturado está maior que o micromedido. Outro ponto constatado foi que quando comparado a subcategoria R2 com a R3 HDTs, percebe-se que existe um equilíbrio muito grande no volume utilizado por ligação, 11,21 e 12,74 m³, respectivamente. Com isso pode-se dizer que as duas subcategorias estão com consumos parecidos.

Um caso interessante foi observado no volume utilizado por ligação das subcategorias R2, R3 e R4 com hidrômetro. O volume utilizado por ligação é inferior ao volume estimado das economias sem hidrômetro. Por exemplo, a subcategoria R3 apresenta volume utilizado de 16,85 m³/mês e volume estimado de 30 m³/mês. Há dois aspectos a destacar nesta análise. Neste Conjunto, a COSANPA está faturando mais dessas subcategorias estimadas que as hidrometradas, por outro lado, quando se avalia a questão do desperdício, seria aconselhável fazer a hidrometração de todas as residências do Conjunto, uma vez que serviria de controle para que o usuário não desperdice mais que o necessário de água tratada.

Tabela 14: Valores médios de consumo mensal de água por Subcategoria, no Conjunto Benjamim Sodré.

| Subcategoria | ATIVOS ESTIMADOS | | | ATIVOS HIDROMETRADOS | | | | Total de ligações factíveis | Total de ligações faturando | Volume Total Estimado e Micromedido (m ³ /mês) | |
|--------------|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|------------------|
| | Volume Estimado (m ³ /mês) | Número Ligação | Volume Estimado (m ³ /mês) | Número Ligação | Volume Micromedido (m ³ /mês) | Volume Faturado (m ³ /mês) | Volume utilizado por ligação | | | | |
| R1 | 10,00 | 11 | 110,00 | 1 | 22,10 | 23,60 | 23,60 | 47 | 12 | 11.488,50 | |
| R2 | 20,00 | 65 | 1.300,00 | 154 | 2.455,20 | 2.691,60 | 17,48 | 12 | 219 | | |
| R3 | 30,00 | 89 | 2.670,00 | 279 | 4.332,30 | 4.700,00 | 16,85 | 20 | 369 | | |
| R4 | 40,00 | - | - | 7 | 183,20 | 186,60 | 26,66 | - | 7 | | |
| C1 | 10,00 | 5 | 50,00 | 3 | 15,60 | 133,00 | 44,33 | 13 | 8 | | |
| C2 | 25,00 | - | - | 2 | 3,10 | 20,00 | 10,00 | 1 | 2 | | |
| I1 | 10,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| I2 | 25,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| P1 | 10,00 | - | - | 1 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 2 | 1 | | |
| P2 | 25,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| P1/R3 | 40,00 | - | - | 1 | 3,60 | 20,00 | 20,0 | - | - | | |
| C1/R3 | 40,00 | 2 | 80,00 | 3 | 26,80 | 60,00 | 20,0 | 1 | 5 | | |
| R2/R3 | 50,00 | - | - | 3 | 82,40 | 269,10 | 89,70 | - | 3 | | |
| I1/R2 | 30,00 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | | |
| C1/R2 | 30,00 | 2 | 60,00 | 2 | 64,20 | 72,40 | 36,20 | 1 | 4 | | |
| C2/R3 | 55,00 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | | |
| C1/I1 | 20,00 | 1 | 20,00 | - | - | - | - | - | 1 | | |
| TOTAL | | 175 | 4.290,00 | 456 | 7.198,50 | 8.186,30 | 152,19 | 99 | 631 | | 11.488,50 |

Fonte: COSANPA (2008/2009)

Quando comparado o estudo realizado por Viégas e Serruya (2006), neste mesmo Conjunto, foi observado que o número de ligações estimadas diminuiu de 214 para 175 e HDT aumentou de 368 para 456, ou seja, um aumento de 23,91% de imóveis hidrometrados. É importante ressaltar que foram cadastradas 49 novas ligações de água no Conjunto no período de 2007 a 2008, que não existiam no estudo desses autores.

Nos Gráficos 13 a 17 são mostrados os percentuais das categorias e subcategorias de imóveis, bem como, o número de ligações factíveis do Conjunto Benjamim Sodré.

No Gráfico 13 é apresentando o percentual de cada categoria do Conjunto Benjamim Sodré. A maioria dos imóveis é do tipo residencial, representado 93,98%, seguido da categoria comercial (3,28%), público (0,41%) e misto (2,33%). Outro aspecto observado é a inexistência da economia classificada como industrial.

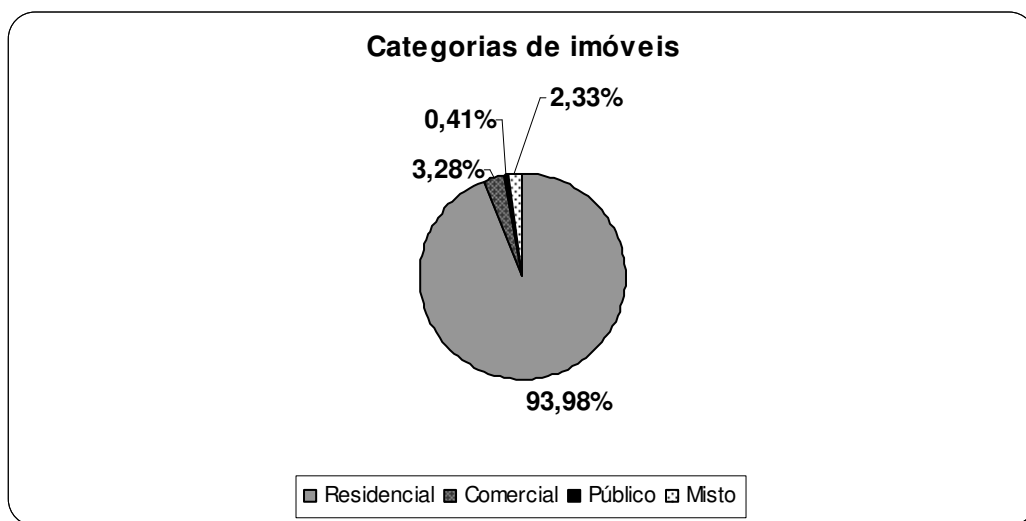


Gráfico 13: Divisão Percentual por Categoria de Imóveis no Conjunto Benjamim Sodré

No Gráfico 14 é representada a divisão por categoria residencial (93,98%), mostrada em valores percentuais para cada subcategoria. É possível observar que na categoria residencial a maior parcela dos imóveis é R3, com 56,60%, enquanto que R1, R2 e R4 somam 54,75%, o que significa dizer que a maioria dos imóveis do Conjunto Benjamin Sodré são de bom acabamento e possuem até dez pontos de água.

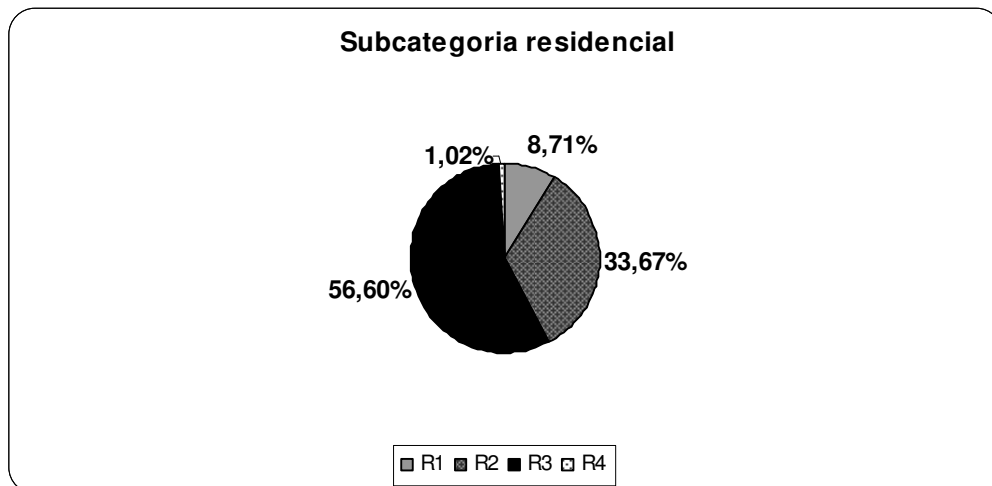


Gráfico 14: Divisão Percentual por Categoria Residencial no Conjunto Benjamim Sodré

Na categoria comercial (3,28%), representada no Gráfico 15, é mostrada a divisão em subcategorias. É possível observar que existe no Conjunto Benjamin Sodré um percentual maior da subcategoria C1 (87,50%), ou seja, pequenos comércios, como consultórios, salas de escritórios, lojas e salão de beleza com até três pontos de água.

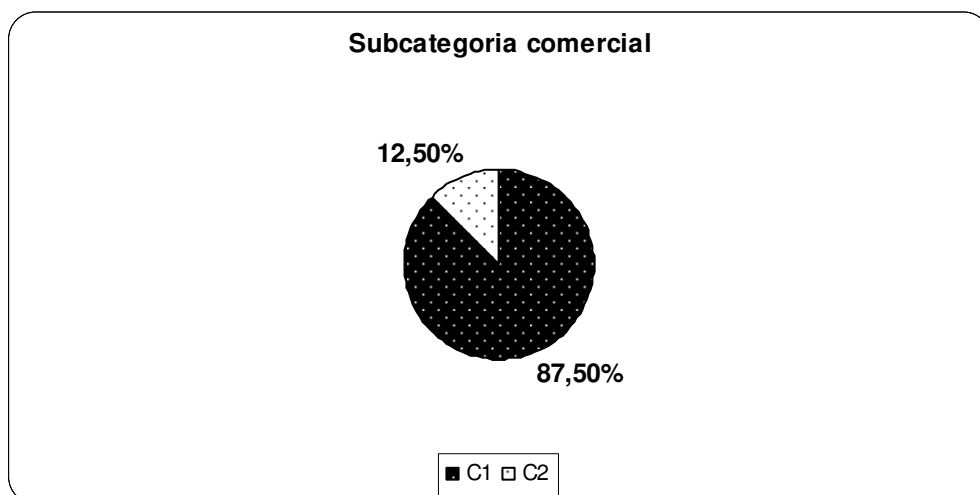


Gráfico 15: Divisão Percentual por Categoria Comercial no Conjunto Benjamim Sodré

É importante destacar que na categoria público (0,41%) do Conjunto Benjamim Sodré, existe apenas a subcategoria P1, sendo esta, uma Igreja Assembléia de Deus e uma comunidade de nome Nossa Senhora das Graças.

No Gráfico 16 é representada a divisão com mais de uma categoria (2,33%) do total, mostrada em valores percentuais para cada subcategoria. Nesta análise, é mostrado que um imóvel pode ter mais de uma categoria sendo denominado misto. Percebe-se que a maior parcela é R3/C1 (35,29%) dos imóveis da categoria mista ou 0,95% do total de imóveis. A forma de cobrança destes imóveis é a soma das taxas das duas subcategorias.

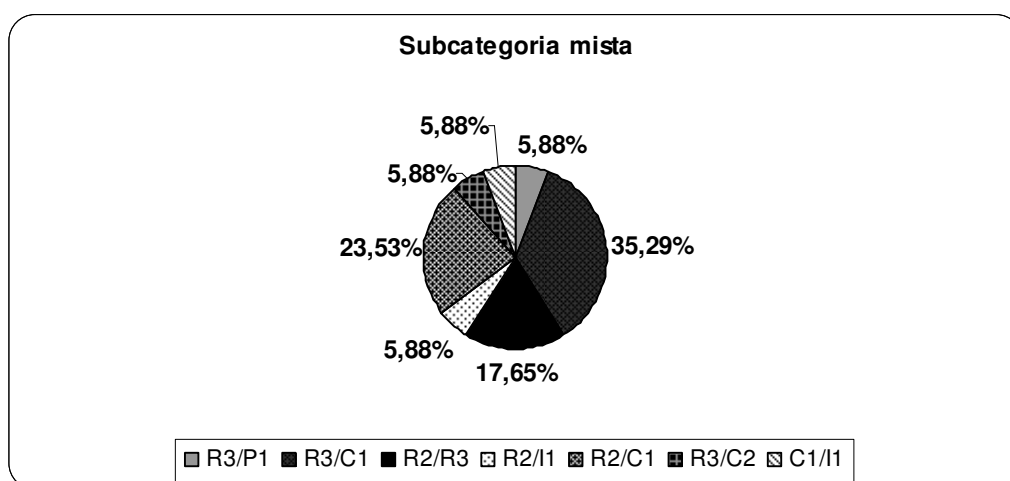


Gráfico 16: Divisão Percentual por Categoria Mista no Conjunto Benjamim Sodré

Existe um grande número de imóveis factíveis no Conjunto Benjamim Sodré representando um percentual de 13,56% do total de imóveis (730). No Gráfico 17 é mostrado o número de imóveis factíveis por subcategorias. Esta análise permitiu identificar que existem imóveis no Conjunto, que por questões pessoais, não utilizam água da COSANPA. É importante observar que neste tipo de imóvel que pode estar utilizando água do poço, acontecer ao mesmo tempo, uma ligação clandestina de água, deixando assim a COSANPA de faturar mensalmente destes imóveis. É possível observar que a maior parcela dos imóveis é da subcategoria R1 (47 imóveis) e a segunda parcela, da subcategoria R3 (20 imóveis), e que somadas representam 67 imóveis.

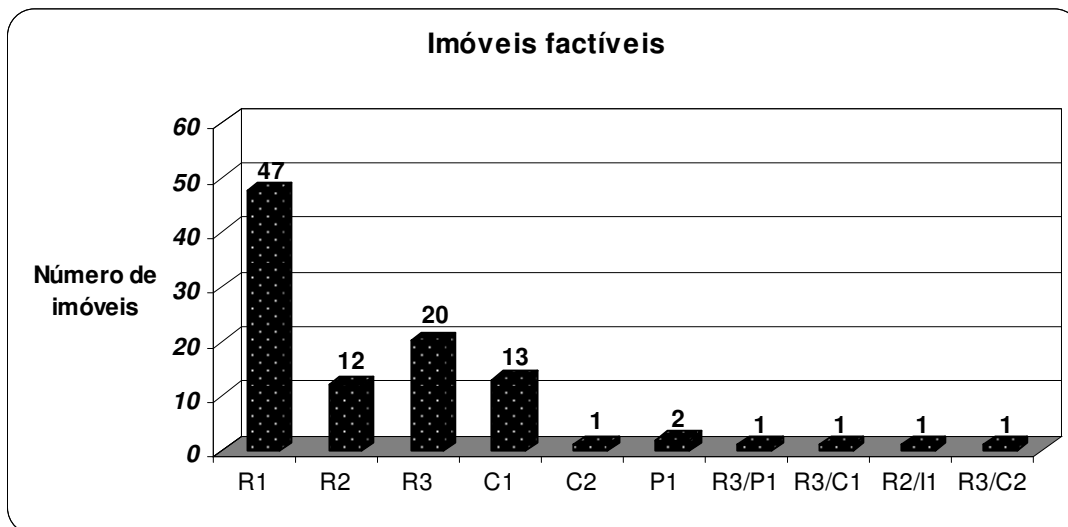


Gráfico 17: Divisão Percentual por Imóveis Factíveis no Conjunto Benjamim Sodré

Após análise do relatório que era fornecido mensalmente pela COSANPA e dos gráficos foi verificado que no Conjunto não houve mudança no cadastro de usuários, estando o mesmo atualizado. Foi percebido que no ano de 2006 o número de ligações que faturavam era de 582, de acordo Viégas e Serruya (2006). Em 2008, esse número aumentou para 631 imóveis cadastrados e faturando, ou seja, 49 novos clientes que a COSANPA passou a disponibilizar água, um aumento de 8,42% em número de imóveis.

B) Cálculo das Perdas Físicas e Não Físicas

Os resultados das perdas físicas avaliadas no SAA do Conjunto Benjamim Sodré foram: vazão na captação, vazão no vertedor, volume diário gasto para lavagem do filtro e volume total de água na distribuição no decorrer da lavagem.

b.1) Vazão na Captação

Para saber a vazão do poço do Conjunto Benjamin Sodré, nos meses abril de 2008 a janeiro de 2009, utilizou-se um equipamento transdutor com data logger conforme descrito anteriormente. A medição da vazão era instantânea (exceto no mês de janeiro de 2009, que foi coletado a vazão com perfil de 24 horas), e tendo como média aritmética simples nos dez meses 54,90 m³/h, conforme Tabela 15.

Tabela 15: Coleta da vazão instantânea no Poço no Conjunto Benjamin Sodré

| VAZÃO DO POÇO (m³/h) | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Mês Abr/08 | Mês mai/08 | Mês jun/08 | Mês jul/08 | Mês ago/08 | Mês set/08 | Mês out/08 | Mês nov/08 | Mês dez/08 | Mês jan/09 |
| 51 | 50 | 52 | 37 | 33 | 63 | 65 | 65 | 71 | 62 |
| MÉDIA DA VAZÃO DO POÇO | | | | | | | | | 54,90 |
| MEDIANA DA VAZÃO DO POÇO | | | | | | | | | 57,00 |
| DESVIO PADRÃO DA VAZÃO DO POÇO | | | | | | | | | 11,95 |

Nos meses de julho e agosto de 2008 é observado que a vazão está menor que nos meses anteriores, fato este ocorrido porque a válvula do poço precisou ser reduzida (em número de voltas) na hora que estava sendo feito a coleta dos dados, devido aos filtros estarem transbordando.

Na medição de janeiro foram observados os resultados da Tabela 16. É possível observar nesta Tabela, que no período de 19:38 às 20:38 horas, não houve vazão, pois, ocorreu a parada dos dois conjuntos motor-bomba. Lembrando que antes e após este intervalo de parada, apenas a bomba 1 estava em funcionamento, pois a bomba 2 somente era ligada quando o nível de água do reservatório elevado estava abaixo de 2,5 metros.

Tabela 16: Coleta da vazão com perfil de 24 horas no Poço no Conjunto Benjamin Sodré

| DATA | HORA (h) | VAZÃO (m³/h) |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 30/1/2009 | 15:38:15 | 59,40 |
| 30/1/2009 | 16:08:15 | 58,32 |
| 30/1/2009 | 16:38:15 | 59,04 |
| 30/1/2009 | 17:08:15 | 59,40 |
| 30/1/2009 | 17:38:15 | 59,68 |
| 30/1/2009 | 18:08:15 | 59,04 |
| 30/1/2009 | 18:38:15 | 59,04 |
| 30/1/2009 | 19:08:15 | 59,40 |
| 30/1/2009 | 19:38:15 | 0,00 |
| 30/1/2009 | 20:08:15 | 0,00 |
| 30/1/2009 | 20:38:15 | 0,00 |
| 30/1/2009 | 21:08:15 | 53,28 |
| 30/1/2009 | 21:38:15 | 55,80 |
| 30/1/2009 | 22:08:15 | 56,16 |
| 30/1/2009 | 22:38:15 | 57,24 |
| 30/1/2009 | 23:08:15 | 64,08 |
| 30/1/2009 | 23:38:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 00:08:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 00:38:15 | 65,88 |
| 31/1/2009 | 01:08:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 01:38:15 | 65,52 |
| 31/1/2009 | 02:08:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 02:38:15 | 65,52 |
| 31/1/2009 | 03:08:15 | 65,16 |
| 31/1/2009 | 03:38:15 | 64,08 |
| 31/1/2009 | 04:08:15 | 64,08 |
| 31/1/2009 | 04:38:15 | 65,16 |
| 31/1/2009 | 05:08:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 05:38:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 06:08:15 | 65,52 |
| 31/1/2009 | 06:38:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 07:08:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 07:38:15 | 64,08 |
| 31/1/2009 | 08:08:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 08:38:15 | 64,08 |
| 31/1/2009 | 09:08:15 | 63,36 |
| 31/1/2009 | 09:38:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 10:08:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 10:38:15 | 64,08 |
| 31/1/2009 | 11:08:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 11:38:15 | 65,16 |
| 31/1/2009 | 12:08:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 12:38:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 13:08:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 13:38:15 | 63,36 |
| 31/1/2009 | 14:08:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 14:38:15 | 64,80 |
| 31/1/2009 | 15:08:15 | 64,44 |
| 31/1/2009 | 15:38:15 | 64,08 |
| MÉDIA DA VAZÃO DO POÇO | | 59,02 |
| MEDIANA DA VAZÃO DO POÇO | | 64,44 |
| DESVIO PADRÃO DA VAZÃO DO POÇO | | 15,37 |

Comparando o perfil traçado de 24 horas da vazão do poço, que teve uma média da vazão horária de 59,02 m³/h, em relação a média do perfil instantâneo de 54,90 m³/h (vazão esta, utilizada para os cálculos neste estudo), traçado nos 10 meses de estudo, observa-se uma diferença de 4,12 m³/h. Esta pequena diferença pode ter sido ocasionada pela redução da válvula do poço nos meses de julho e agosto, que reduziram sensivelmente a vazão.

b.2) Vazão no vertedor

Para se calcular a vazão do vertedor, foi obtida uma média aritmética simples (0,036m) dos 10 perfis de 24 horas (Tabela 17), dos meses abril de 2008 a janeiro de 2009. Tomando por base essa média, foi calculada pela Equação 7, a vazão de 54,78 m³/h ou 0,01522 m³/s.

Tabela 17: Lâmina de Água do Vertedor do Conjunto Benjamin Sodré mostrado em três perfis de 24 horas.

| LÂMINA NO VERTEADOR (m) | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| HORA (h) | Dia 14 e 15.04.08 | Dia 11 e 12.05.08 | Dia 03 e 04.06.08 | Dia 14 e 15.07.08 | Dia 20 e 21.08.08 | Dia 10 e 11.09.08 | Dia 03 e 04.10.08 | Dia 18 e 19.11.08 | Dia 20 e 21.12.08 | Dia 30 e 31.01.09 |
| 1 | 0,040 | 0,039 | 0,038 | 0,040 | 0,040 | 0,037 | 0,040 | 0,040 | 0,038 | 0,040 |
| 2 | 0,038 | 0,038 | 0,040 | 0,050 | 0,040 | 0,037 | 0,035 | 0,040 | 0,040 | 0,035 |
| 3 | 0,038 | 0,039 | 0,040 | 0,050 | 0,040 | 0,037 | 0,039 | 0,045 | 0,050 | 0,045 |
| 4 | 0,040 | 0,040 | 0,038 | 0,050 | 0,040 | 0,038 | 0,040 | 0,045 | 0,050 | 0,045 |
| 5 | 0,040 | 0,039 | 0,040 | 0,050 | 0,040 | 0,037 | 0,040 | 0,045 | 0,040 | 0,040 |
| 6 | 0,040 | 0,039 | 0,041 | 0,050 | 0,045 | 0,038 | 0,038 | 0,035 | 0,038 | 0,038 |
| 7 | 0,040 | 0,035 | 0,041 | 0,050 | 0,040 | 0,038 | 0,035 | 0,035 | 0,038 | 0,038 |
| 8 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,050 | 0,040 | 0,050 | 0,040 | 0,041 | 0,039 | 0,040 |
| 9 | 0,040 | 0,035 | 0,037 | 0,050 | 0,040 | 0,040 | 0,035 | 0,045 | 0,040 | 0,040 |
| 10 | 0,040 | 0,039 | 0,040 | 0,050 | 0,045 | 0,045 | 0,040 | 0,045 | 0,045 | 0,044 |
| 11 | 0,040 | 0,040 | 0,037 | 0,050 | 0,045 | 0,045 | 0,045 | 0,040 | 0,040 | 0,043 |
| 12 | 0,040 | 0,040 | 0,037 | 0,050 | 0,045 | 0,037 | 0,040 | 0,037 | 0,040 | 0,041 |
| 13 | 0,036 | 0,039 | 0,037 | 0,050 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,037 | 0,041 | 0,041 |
| 14 | 0,035 | 0,035 | 0,038 | 0,050 | 0,043 | 0,040 | 0,043 | 0,045 | 0,043 | 0,042 |
| 15 | 0,040 | 0,039 | 0,041 | 0,050 | 0,047 | 0,047 | 0,050 | 0,040 | 0,047 | 0,045 |
| 16 | 0,040 | 0,030 | 0,045 | 0,045 | 0,047 | 0,047 | 0,049 | 0,040 | 0,045 | 0,043 |
| 17 | 0,040 | 0,034 | 0,039 | 0,045 | 0,045 | 0,045 | 0,045 | 0,035 | 0,041 | 0,041 |
| 18 | 0,038 | 0,034 | 0,031 | 0,040 | 0,037 | 0,037 | 0,040 | 0,034 | 0,037 | 0,036 |
| 19 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 20 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 21 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 22 | 0,042 | 0,035 | 0,038 | 0,050 | 0,042 | 0,044 | 0,042 | 0,040 | 0,038 | 0,041 |
| 23 | 0,040 | 0,040 | 0,039 | 0,050 | 0,040 | 0,050 | 0,050 | 0,045 | 0,042 | 0,044 |
| 24 | 0,040 | 0,040 | 0,040 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,046 | 0,047 |
| Média | 0,034 | 0,033 | 0,034 | 0,042 | 0,037 | 0,037 | 0,036 | 0,036 | 0,037 | 0,036 |
| MÉDIA ARITMÉTICA DA LÂMINA DO VERTEADOR | | | | | | | | | | 0,036 m |
| MEDIANA DA LÂMINA DO VERTEADOR | | | | | | | | | | 0,040 m |
| DESVIO PADRÃO DA LÂMINA DO VERTEADOR | | | | | | | | | | 0,014 m |

b.3) Volume de água diário gasto para lavagem do filtro

Foi fornecido pela COSANPA o volume do reservatório elevado ($V_1 = 156\text{m}^3$), e com isso, através da fórmula do volume foi determinada a área ($A_1 = 31,20\text{m}^2$). Tomando-se como base os 10 perfis da lâmina do reservatório elevado, foi obtida uma média aritmética simples de 1,33 m (Tabela 18) que foi utilizada para o cálculo do volume ($V_2 = 41,50 \text{ m}^3$) gasto na lavagem dos filtros do Conjunto Benjamin Sodré.

Tabela 18: Lâmina do elevado na Lavagem dos Filtros no Conjunto Benjamin Sodré

| LÂMINA DO ELEVADO (m) | | LÂMINA DO ELEVADO (m) | | LÂMINA DO ELEVADO (m) | | LÂMINA DO ELEVADO (m) | | LÂMINA DO ELEVADO (m) | |
|--|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|---------------|
| DIA 14.04.08 | | DIA 11.05.08 | | DIA 03.06.08 | | DIA 14.07.08 | | DIA 20.08.08 | |
| INICIAL | 3,30 | INICIAL | 4,80 | INICIAL | 5,00 | INICIAL | 3,10 | INICIAL | 4,10 |
| FINAL | 2,10 | FINAL | 3,70 | FINAL | 3,00 | FINAL | 2,20 | FINAL | 2,80 |
| DIFERENÇA | 1,20 | DIFERENÇA | 1,10 | DIFERENÇA | 2,00 | DIFERENÇA | 0,90 | DIFERENÇA | 1,30 |
| TEMPO | 28'30" | TEMPO | 30'15" | TEMPO | 42'10" | TEMPO | 30'10" | TEMPO | 28'10" |
| LÂMINA DO ELEVADO (m) | | LÂMINA DO ELEVADO (m) | | LÂMINA DO ELEVADO (m) | | LÂMINA DO ELEVADO (m) | | LÂMINA DO ELEVADO (m) | |
| DIA 10.09.08 | | DIA 03.10.08 | | DIA 18.11.08 | | DIA 20.12.08 | | DIA 30.01.09 | |
| INICIAL | 4,50 | INICIAL | 3,40 | INICIAL | 4,90 | INICIAL | 4,10 | INICIAL | 4,30 |
| FINAL | 2,90 | FINAL | 2,10 | FINAL | 3,50 | FINAL | 3,00 | FINAL | 2,90 |
| DIFERENÇA | 1,60 | DIFERENÇA | 1,30 | DIFERENÇA | 1,40 | DIFERENÇA | 1,10 | DIFERENÇA | 1,40 |
| TEMPO | 31'52" | TEMPO | 29'05" | TEMPO | 30'17" | TEMPO | 28'52" | TEMPO | 29'58" |
| MÉDIA ARITMÉTICA DA DIFERENÇA DA LÂMINA | | | | | | | | | 1,33 m |
| MEDIANA DA DIFERENÇA DA LÂMINA | | | | | | | | | 1,30 m |
| DESVIO PADRÃO DA DIFERENÇA DA LÂMINA | | | | | | | | | 0,29 m |

b.4) Volume total de água gasto na distribuição no decorrer da lavagem

Após ter-se o volume gasto na lavagem do filtro ($V_2 = 41,50 \text{ m}^3$), foi diminuído da média aritmética simples ($3,4 \times 10 \text{ m}^3$), marcado no macromedidor entre o início e final da lavagem, conforme Tabela 19. O resultado obtido foi o volume total gasto ($V_3 = 7,50 \text{ m}^3/\text{dia}$ ou $225 \text{ m}^3/\text{mês}$) na lavagem do filtro do Conjunto Benjamin Sodré.

Tabela 19: Vazão do Macromedidor instalado na saída do reservatório elevado do Conjunto Benjamin Sodré

| VOLUME DO MACROMEDIDOR (x10 m ³) | | | | | | | | | |
|---|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|-------------------------|
| Dia 14.04.08 | | dia 11.05.08 | | dia 03.06.08 | | dia 14.07.08 | | dia 20.08.08 | |
| Inicial | 238029 | Inicial | 242064 | Inicial | 245229 | Inicial | 251428 | Inicial | 256433 |
| Final | 238033 | Final | 242067 | Final | 245233 | Final | 251431 | Final | 256436 |
| Diferença | 4,00 | Diferença | 3,00 | Diferença | 4,00 | Diferença | 3,00 | Diferença | 3,00 |
| VOLUME DO MACROMEDIDOR (x10 m ³) | | | | | | | | | |
| DIA 10.09.08 | | DIA 03.10.08 | | DIA 18.11.08 | | DIA 20.12.08 | | DIA 30.01.09 | |
| Inicial | 261418 | Inicial | 266934 | Inicial | 272822 | Inicial | 277918 | Inicial | 283469 |
| Final | 261421 | Final | 266937 | Final | 272826 | Final | 277922 | Final | 283472 |
| Diferença | 3,00 | Diferença | 3,00 | Diferença | 4,00 | Diferença | 4,00 | Diferença | 3,00 |
| MÉDIA ARITIMÉTICA DA DIFERENÇA DO VOLUME REGISTRADO PELO MACROMEDIDOR | | | | | | | | | 3,4x10 m ³ |
| MEDIANA DA DIFERENÇA DO VOLUME REGISTRADO PELO MACROMEDIDOR | | | | | | | | | 3,0x10 m ³ |
| DESVIO PADRÃO DA DIFERENÇA DO VOLUME REGISTRADO PELO MACROMEDIDOR | | | | | | | | | 0,489x10 m ³ |

É importante salientar que nos dias 05 e 06 de janeiro de 2009, foi também traçado um perfil de 24 horas da vazão de água do reservatório elevado (Tabela 20). É importante ressaltar que o procedimento e o equipamento utilizados foram os mesmos empregados para a determinação da vazão do poço. Esta análise permitiu observar o consumo mínimo noturno nas residências, bem como, o horário que a vazão esta sendo mais consumida pelos moradores do Conjunto. Pode-se observar, que entre 22:41 e 05:41 horas, o consumo tende a cair, uma vez que, a maior parcela dos moradores já encontrar-se dormindo, por isso o consumo na rede passa a ser mínimo. A partir das 06:00 horas, este consumo passa a ser maior, visto que, os moradores estão acordando para ser deslocarem ao trabalho e aulas, como também fazer o preparo das refeições (café e almoço), passando assim, a ser um período de grande consumo, requerendo maior vazão aduzida do SAA.

Esta análise foi de fundamental importância, pois permitiu investigar se no consumo mínimo noturno havia alguma grande oscilação na vazão de água, uma vez que, caso houvesse, era possível que algum vazamento estivesse presente na rede de distribuição do Conjunto. Porém, como se percebe na tabela, não houve nenhuma grande vazão durante o período noturno (00:00 a 06:00 horas).

Tabela 20: Coleta da vazão com perfil de 24 horas no reservatório elevado do Conjunto Benjamin Sodré

| DATA | HORA (h) | VAZÃO (m³/h) |
|--|---------------------|-------------------------|
| 05/01/2009 | 16:11:48 | 53,64 |
| 05/01/2009 | 16:41:48 | 56,52 |
| 05/01/2009 | 17:11:48 | 58,12 |
| 05/01/2009 | 17:41:48 | 52,92 |
| 05/01/2009 | 18:11:48 | 57,56 |
| 05/01/2009 | 18:41:48 | 54,06 |
| 05/01/2009 | 19:11:48 | 51,48 |
| 05/01/2009 | 19:41:48 | 51,12 |
| 05/01/2009 | 20:11:48 | 52,92 |
| 05/01/2009 | 20:41:48 | 51,50 |
| 05/01/2009 | 21:11:48 | 54,60 |
| 05/01/2009 | 21:41:48 | 53,64 |
| 05/01/2009 | 22:11:48 | 51,84 |
| 05/01/2009 | 22:41:48 | 47,12 |
| 05/01/2009 | 23:11:48 | 42,12 |
| 05/01/2009 | 23:41:48 | 43,56 |
| 06/01/2009 | 00:11:48 | 41,04 |
| 06/01/2009 | 00:41:48 | 38,52 |
| 06/01/2009 | 01:11:48 | 36,36 |
| 06/01/2009 | 01:41:48 | 36,36 |
| 06/01/2009 | 02:11:48 | 35,28 |
| 06/01/2009 | 02:41:48 | 37,08 |
| 06/01/2009 | 03:11:48 | 36,72 |
| 06/01/2009 | 03:41:48 | 37,44 |
| 06/01/2009 | 04:11:48 | 37,44 |
| 06/01/2009 | 04:41:48 | 39,24 |
| 06/01/2009 | 05:11:48 | 41,40 |
| 06/01/2009 | 05:41:48 | 48,60 |
| 06/01/2009 | 06:11:48 | 64,02 |
| 06/01/2009 | 06:41:48 | 65,08 |
| 06/01/2009 | 07:11:48 | 69,96 |
| 06/01/2009 | 07:41:48 | 69,98 |
| 06/01/2009 | 08:11:48 | 69,12 |
| 06/01/2009 | 08:41:48 | 69,98 |
| 06/01/2009 | 09:11:48 | 69,14 |
| 06/01/2009 | 09:41:48 | 69,26 |
| 06/01/2009 | 10:11:48 | 69,74 |
| 06/01/2009 | 10:41:48 | 68,62 |
| 06/01/2009 | 11:11:48 | 67,52 |
| 06/01/2009 | 11:41:48 | 66,56 |
| 06/01/2009 | 12:11:48 | 66,04 |
| 06/01/2009 | 12:41:48 | 66,78 |
| 06/01/2009 | 13:11:48 | 67,02 |
| 06/01/2009 | 13:41:48 | 61,92 |
| 06/01/2009 | 14:11:48 | 61,82 |
| 06/01/2009 | 14:41:48 | 60,22 |
| 06/01/2009 | 15:11:48 | 60,12 |
| 06/01/2009 | 15:41:48 | 60,12 |
| MÉDIA ARITIMÉTICA DA VAZÃO DO ELEVADO | | 54,61 |
| MEDIANA DA VAZÃO DO ELEVADO | | 54,33 |
| DESVIO PADRÃO DA VAZÃO DO ELEVADO | | 11,72 |

A média do volume obtido da Tabela 20 permitiu fazer um comparativo com o volume registrado pelo macromedidor durante os dias de estudo. O cálculo foi feito pela diferença entre o início (2.834.720 m³) e final (2.380.290 m³) do volume

registrado pelo aparelho de medição durante 291 dias, tendo como resultado um volume de 454.430 m³, conforme descrito a seguir:

Volume = 2.834.720 – 2.380.290

Volume = 454.430 m³

O procedimento de cálculo para a vazão distribuída foi feito da seguinte forma: o volume de 454.430 m³, foi dividido por 291 dias e por 24 horas, obtendo-se o valor de 65,06 m³/h, registrado pelo macromedidor.

Essa diferença de vazão dos perfis de 24 horas (54,61 m³/h), apresentado na Tabela 20, e instantâneo (65,06 m³/h) pode ter sido ocasionado pelo macromedidor, pois, segundo informações do setor de pitometria da COSANPA, nunca houve uma aferição nesse aparelho, o que poderia estar causando erro de medição na água que passa por ele. Dessa forma, a vazão considerada para cálculos neste estudo foi de 54,61 m³/h.

Do total dos volumes perdidos no sistema do Conjunto Benjamim Sodré não foi possível verificar a parcela referente às perdas não físicas, pois durante a visita nas ruas do Conjunto, não foi detectada irregularidade alguma por parte dos usuários dos imóveis, necessitando uma melhor intervenção por parte da COSANPA para averiguar de maneira mais específica este tipo de perda, uma vez que, para saber se existe um imóvel com *by pass*, ligação clandestina etc, seria necessário fazer escavação no terreno para ver se no ramal domiciliar não existe alguma ramificação de tubo.

2ª ETAPA: Determinação de indicadores básicos de desempenho do sistema

Nesta etapa é possível observar os resultados dos indicadores escolhidos neste estudo. Estes resultados permitiram fazer um comparativo com os mesmos dos municípios que formam a RMB que tem como órgão gestor a COSANPA.

a) Volume Distribuído

É a média da vazão do reservatório elevado (54,61 m³/h), obtida na Tabela 20, menos o volume $V_3 = 7,50 \text{ m}^3/\text{dia}$ ou $0,3125 \text{ m}^3/\text{h}$, o que resulta em $VD = 39.094,20 \text{ m}^3/\text{mês}$.

b) Volume Utilizado

É a somatória do volume estimado 4.290 m^3 (Tabela 14), micromedido $7.198,50 \text{ m}^3$ (Tabela 14) e operacional ($V_3 = 225 \text{ m}^3$), resultando em $VU = 11.713,50 \text{ m}^3$.

c) Volume Faturado

Para este dados tem-se a somatória dos volumes estimado 4.290 m^3 (Tabela 14) e micromedido $7.198,50 \text{ m}^3$ (Tabela 14), representando VF igual a $11.488,50 \text{ m}^3$. É importante frisar que no Conjunto não há volume contratado ou exportado.

d) Extensão da Parcial de Rede

A rede de água do Conjunto tem uma extensão total de 5.778 metros, excluindo-se os ramais prediais.

e) Ligações Ativas

Existem 631 ligações ativas (estimadas e medidas) registradas no Conjunto gerando faturando no cadastro da COSANPA.

f) Ligações Micromedidas

Há no Conjunto 456 Ligações Micromedidas e cadastradas pela COSANPA.

e) Volume Medido

Este volume foi igual ao volume faturado (11.488,50 m³), uma vez que, segundo Pereira (1997), volume medido (HDT e estimado) é aquele registrado pela concessionária como fornecida aos usuários em um determinado período.

g) Volume Aduzido

Segundo Pereira (1997), deve ser entendido como sendo aquele retirado do manancial ou poço (VA = 39.528 m³/mês), Tabela 15, incluindo as perdas nas ETAs com lavagem de filtros e outras descargas.

De posse dessas informações iniciais, são apresentados os cálculos dos indicadores básicos de desempenho do sistema.

- **Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água não contabilizada (ANC):**

$$IPD = \frac{(VD - VU) \times 100}{VD}$$

$$IPD = \frac{(39.094,20 - 11.713,50) \times 100}{39.094,20}$$

$$IPD = 70,04\%$$

Sendo assim, pode-se dizer que de cada 100 litros disponibilizados para distribuição, cerca de 70 litros são desperdiçados sob a forma de vazamentos, ligações clandestinas, fraudes, etc., ou seja, perdas físicas e não físicas.

- **Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água não faturada (ANF):**

$$IPF = \frac{(VD - VF) \times 100}{VD}$$

$$IPF = \frac{(39.094,20 - 11.488,50) \times 100}{39.094,20}$$

$$IPF = 70,61\%$$

Logo, pode-se dizer que de cada 100 litros disponibilizados para distribuição, cerca de 71 litros não são faturados devido a vazamentos, ligações clandestinas, fraudes e submedição em hidrômetros.

- **Índice Linear Bruto de Perda (ILB);**

$$ILB = \frac{(VD - VU)}{(EP \times ND)}$$

$$ILB = \frac{(39.094,20 - 11.713,50)}{(5.778 \times 30)}$$

$$ILB = 0,157959 \text{ m}^3/\text{km.dia}$$

$$ILB = 157,96 \text{ L/km.dia}$$

Observa-se que a cada kilometro da rede de distribuição de água são perdidos diariamente 157,96 litros de água.

- **Índice de Perda por Ligação (IPL):**

$$IPL = \frac{(VD - VU)}{(LA \times ND)}$$

$$IPL = \frac{(39.094,20 - 11.713,50)}{(631 \times 30)}$$

$$IPL = 1,44641 \text{ m}^3/\text{ligação.dia}$$

$$IPL = 1.446,41 \text{ L/ligação.dia}$$

A interpretação deste valor é que cada ligação de água apresenta perda diária de 1.446,41 litros de água.

- **Índice de Hidrometração (IH):**

$$IH = \frac{LM \times 100}{LA}$$

$$IH = \frac{456 \times 100}{631}$$

$$IH = 72,27\%$$

Conclui-se que aproximadamente 73% dos imóveis do conjunto são micromedidos.

- **Índice Global de Perda (IGP):**

$$IGP = \frac{(VA - VM)}{VA} \times 100$$

$$IGP = \frac{(39.528 - 11.488,50)}{39.528} \times 100$$

$$IGP = 70,93 \%$$

Com este indicador, pode-se afirmar que a perda total no conjunto (ETA, adutoras, reservatórios, rede de distribuição), é de aproximadamente 71%.

Para efeito de comparação, na Tabela 21 são mostrados estudos realizados que avaliaram alguns indicadores de perdas de água nos municípios que a Concessionária abastece.

Tabela 21: Indicadores Básicos de Desempenho do Sistema de alguns Municípios

| LOCAL | IPF (%) | IPD (%) | ILB (m³/km.dia) | IPL (l/ligação.dia) | IH (%) | IGP (%) |
|------------------------------|--------------|--------------|-----------------|---------------------|--------------|--------------|
| Manaus* | 71,95 | 57,62 | 122,71 | 1.297,34 | 60,74 | - |
| Rio de Janeiro* | 57,05 | 57,05 | 167,69 | 2.299,00 | 67,28 | - |
| Florianópolis* | 31,60 | 42,18 | 64,66 | 630,27 | 93,63 | - |
| Brasília* | 23,71 | 30,23 | 26,88 | 403,66 | 99,54 | - |
| Salvador* | 50,46 | 52,05 | 90,21 | 974,61 | 83,02 | - |
| Fortaleza* | 35,05 | 35,33 | 37,57 | 321,51 | 99,55 | - |
| Minas Gerais* | 33,70 | 35,90 | 35,47 | 454,80 | 99,96 | - |
| Porto Alegre* | 42,64 | 38,74 | 48,59 | 661,35 | 96,41 | - |
| Ananindeua* | 34,98 | 34,98 | 30,35 | 259,35 | 59,18 | - |
| Belém* | 43,17 | 43,17 | 54,67 | 508,40 | 61,39 | - |
| Benevides* | 0,02 | 0,02 | 0,07 | 0,58 | 0,00 | - |
| Marituba* | 61,80 | 61,80 | 7,73 | 747,75 | 1,45 | - |
| Santa Bárbara* | 8,06 | 8,06 | 9,09 | 242,03 | 0,00 | - |
| Conj. Benjamim Sodré** | 75,40 | - | - | - | 70,91 | 82,81 |
| Obtido neste trabalho | 70,61 | 70,04 | 0,158 | 1.446,41 | 72,27 | 70,93 |

Fonte: *SNIS (2006); ** Viégas e Serruya (2006).

Na Tabela 21 percebe-se que o IPF dos municípios brasileiros como Manaus (71,95%), Rio de Janeiro (57,05%), Salvador (50,46%), Porto Alegre (42,64%) Belém (43,17%), Marituba (61,80%), estão altos em relação as outras localidades brasileiras mostradas nessa Tabela. Segundo Coelho (1996), o IPF no Brasil, é em média 40 a 50%. Porém, como se percebe, existem algumas cidades que estão acima desta média, mostrando que o setor de abastecimento brasileiro precisa de melhores investimentos por parte das Concessionárias.

O que se percebe na Tabela 21 é que algumas cidades não estão investindo em estudos para minimizar estas perdas, por isso, valores altos como aqueles, são uma realidade brasileira, como por exemplo, Manaus, Salvador e Rio de Janeiro superaram Belém nos índices ILB e IPL, segundo SNIS (2006).

Quando se compara o IPF e o IGP num estudo realizado por Viégas e Serruya (2006), no Conjunto Benjamim Sodré, percebe-se que houve diminuição tanto no IPF encontrado nesta pesquisa (70,61%), quanto o IGP (70,93%). A diminuição nestes dois índices pode ser devido a correção em vazamentos que existiam em válvulas e tubos e/ou treinamento de pessoal para operação correta da ETA, bem como, reparos que poderiam existir no reservatório elevado e apoiado.

Na Figura 19 está representando a vazão na captação (1.317,60 m³/dia), vertedor (1.314,74 m³/dia), de saída do reservatório apoiado (1.310,64 m³/dia), utilizada para lavagem dos filtros (7,50 m³/dia), de distribuição (1.303,14 m³/dia) e a que é consumida nos imóveis (382,95 m³/dia) do Conjunto Benjamin Sodré.

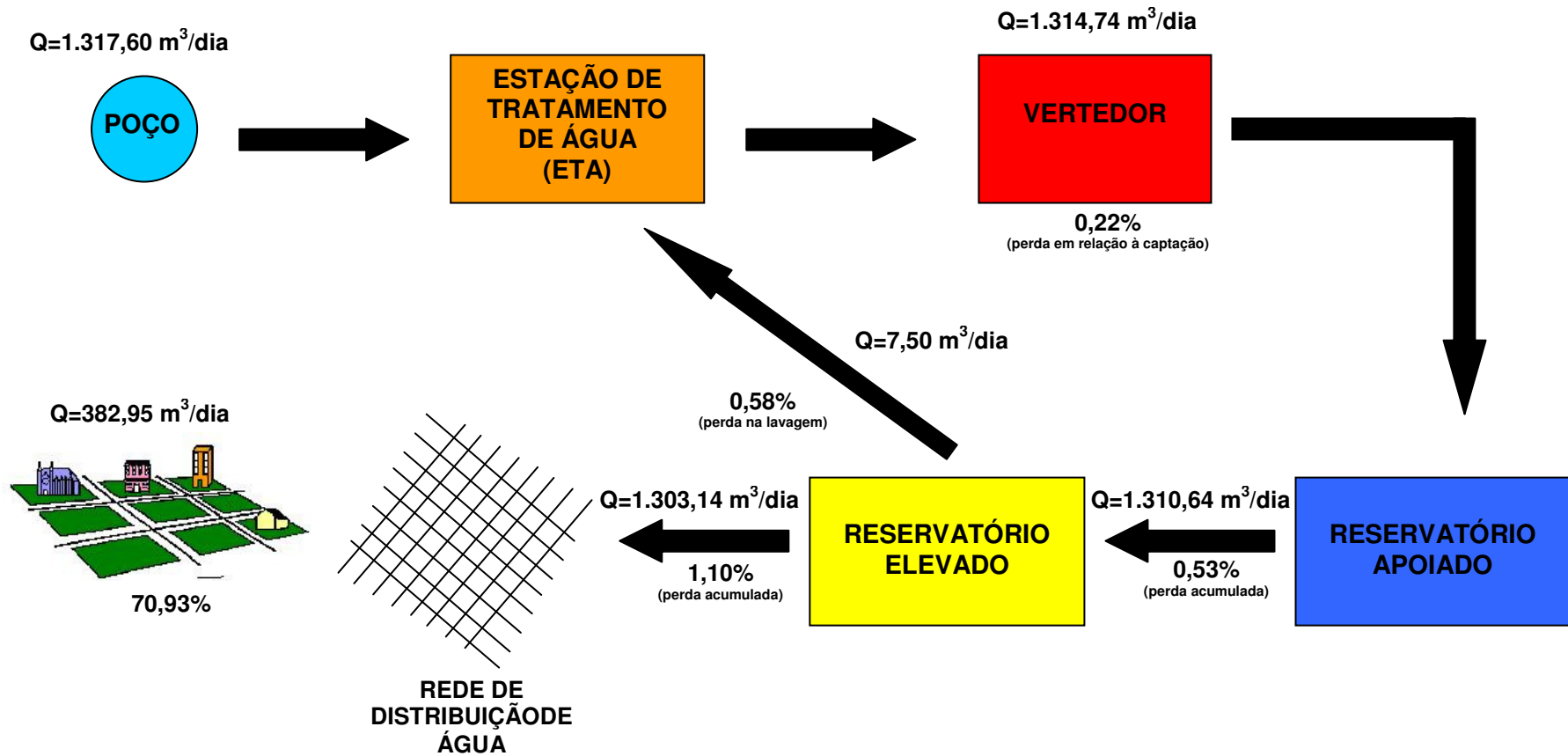


Figura 19: Fluxograma Geral do Volume Diário de Água no SAA do Conjunto Benjamin Sodré.

Na Tabela 22 é mostrada uma comparação deste estudo com um trabalho realizado por Viégas e Serruya (2006), que também estudaram as perdas de água no Conjunto Benjamim Sodré.

Tabela 22: Comparativo dos volumes e perdas de água nas unidades do Conjunto Benjamim Sodré

| Unidade | Viégas e Serruya (2006) | | Este estudo | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| | Volume (m ³ /dia) | Perda de água (%) | Volume (m ³ /dia) | Perda de água (%) |
| Adução de água | 1.922,40 | 0,00 | 1.317,60 | - |
| Vertedor | 1.589,40 | 17,30 | 1.314,74 | 0,22 |
| Saída do reservatório apoiado | 1.464,00 | 23,84 | 1.310,64 | 0,53 |
| Limpeza dos filtros | 76,08 | 3,95 | 7,50 | 0,57 |
| Saída do reservatório elevado | 1.387,92 | 27,80 | 1.303,14 | 1,10 |
| Rede de distribuição | 330,43 | 82,81 | 382,95 | 70,93 |

Nota-se que o volume da água captado diminuiu para 1.317,60 m³/dia, o que pode ter sido causado pela redução de água disponível no aquífero artesiano, com isso houve também um reflexo para as demais unidades do sistema, diminuindo assim o volume de água. Nota-se nos valores percentuais que houve uma diminuição significativa das perdas de água no vertedor, reservatório apoiado e elevado. O volume operacional destinado a limpeza dos filtros também reduziu consideravelmente para 0,58%. As perdas físicas entre o poço e a ETA foram de 0,22%, e que apesar de ainda ocorrerem vazamentos em válvulas, conexões (Fotografia 12 e 13) e transbordamento dos filtros, diminuíram bastante em relação ao estudo feito por Viégas e Serruya (2006), o que provavelmente houve por parte da COSANPA alguns ajustes ou mesmo substituições de válvulas e conexões. É importante frisar que os leitos filtrantes de pelo menos 1 filtro não está funcionando adequadamente, o que pode ser observado na diferença da cor da água entre os dois filtros durante a lavagem (Fotografia 14).



Fotografia 12: Vazamentos nas válvulas e conexões do Conjunto Benjamin Sodré



Fotografia 13: Vazamento permanente no Sistema de Abastecimento de Água do Conjunto Benjamin Sodré



Fotografia 14: Água da lavagem dos filtros do Conjunto Benjamin Sodré

Já entre o vertedor e o reservatório apoiado (com entrada de volume de água de 1.310,64 m³/dia e perda de 0,53% também em relação ao volume captado), apresenta perdas físicas que podem ser por possíveis fissuras na estrutura da cisterna e vazamentos nas bombas.

No Reservatório Elevado há uma perda em média de 7,50 m³/dia (0,58%), em relação ao volume captado, referente a lavagem dos filtros, que é um valor inferior ao da literatura, que é em média 1,5 a 4,5% (Coelho, 1996). Essa diminuição pode ter sido ocasionada em decorrência da mudança no procedimento para lavagem dos filtros, uma vez que agora é feito a limpeza primeiro de um filtro e depois do outro, o que não ocorria antes, pois era feito a limpeza dos dois ao mesmo tempo. O fato de um dos filtros não está retendo de maneira correta as impurezas, pode estar também contribuindo para esta diminuição, com isso a lavagem rápida. O que também pode ter influência é o fato de ter sido ofertado um treinamento de pessoal para operação melhora da ETA.

Na saída do macromedidor a vazão é de 1.303,14 m³/dia apresentando uma perda de 1,10% em relação ao volume captado. Na rede de distribuição o consumo diário verificado está muito abaixo do volume captado, chegando a um valor de 382,95 m³/dia ou apenas 70,93% do volume captado. Essa perda mostra-se alta e pode ser proveniente de adulterações no hidrômetro, *by-pass* no hidrômetro, ligações clandestinas e vazamentos na rede.

3ª ETAPA: Aplicação do Questionário Sócio-econômico-ambiental

Nesta etapa foi possível observar os resultados do questionário empregado nos imóveis do Conjunto Benjamim Sodré, para 176 imóveis, sendo 44 de cada subcategoria (R2 HDT, R2 estimado, R3 HDT e R3 estimado).

Com os dados do Gráfico 18, pode-se avaliar os compartimentos do imóvel, que é importante para a classificação do imóvel em subcategoria pela COSANPA. É mostrado que na subcategoria R2 HDT a maior parcela dos imóveis possui 6 ou

mais compartimentos, já na R2 estimado a maioria tem 5 compartimentos. Quando é analisada a subcategoria R3, percebe-se que a maioria dos imóveis HDT e estimados possuem 6 ou mais compartimentos.

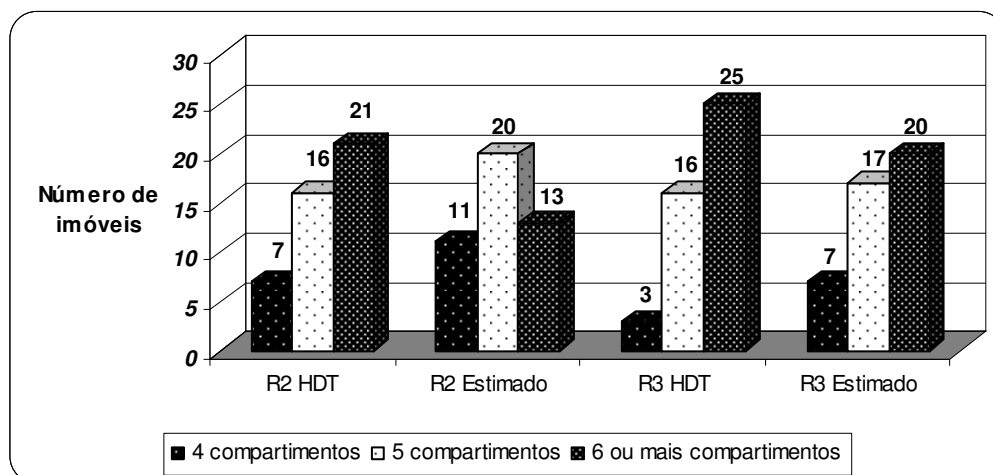


Gráfico 18: Compartimentos nos imóveis das Subcategorias R2 e R3 do Conjunto Benjamim Sodré

Foi percebido também que a subcategoria R2 com 6 ou mais compartimentos (HDT e estimado) está classificada de maneira equivocada pelo cadastro da COSANPA, pois ao se fazer uma análise dos imóveis com 6 ou mais compartimentos (34 imóveis), foi verificado que os mesmos são divididos em sala, quartos, pátio (1 ponto), banheiro (3 pontos), cozinha (1 ponto) e área de serviço (1 ponto), com isso tem-se 6 pontos de utilização de água. O Quadro (apêndice E) da COSANPA mostra que a classificação para a subcategoria R2 é:

Imóvel de construção simples em madeira de lei, enchimento ou alvenaria com reboco, dotado com até 05 (cinco) pontos de utilização de água e mais de 03 (três) compartimentos (COSANPA, 2008).

Logo, esta classificação passaria de R2 para R3 que prevê até 10 pontos de utilização de água. Até mesmo porque, ao se visitar as residências pesquisadas, foi verificado que existem muitos imóveis que foram classificadas como R2, mas que não são de construção simples, e sim, uma construção de bom acabamento, fazendo-se necessário uma intervenção da COSANPA para atualização desse cadastro.

No Gráfico 19 pode-se observar o número de pessoas por imóvel. Percebe-se que nas residências a maioria é de 4 pessoas por imóvel, com um percentual de 33,52%, e a segunda maior parcela possui 21,59% (3 pessoas por imóvel).

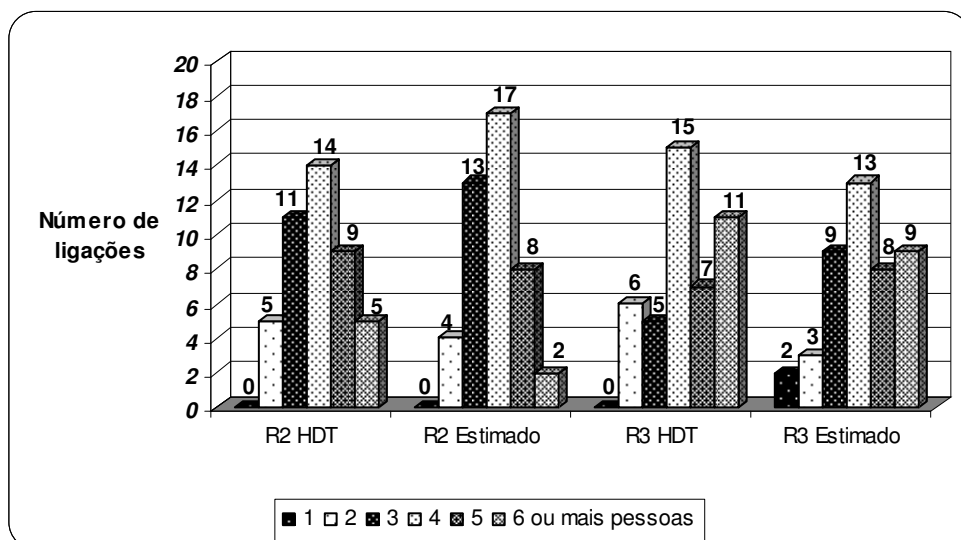


Gráfico 19: Número de pessoas que residem no imóvel do Conjunto Benjamim Sodré

A análise do Gráfico 19 permitiu fazer uma estimativa da população final de projeto e do per capita de água do Conjunto Benjamim Sodré, através do número de ligações (730) e da vazão captada do poço (54,90 m³/h ou 1.317,60 m³/d).

Para saber a população final de projeto, foi dividido o número de pessoas de cada subcategoria pelo número total de imóveis considerados neste estudo (176). Obtendo um valor de 4,03 hab./ligação.

$$q_x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de pessoas}}{\text{N}^\circ \text{ de ligações}}$$

$$q_x = \frac{710 \text{ pessoas}}{176 \text{ ligações}}$$

$$q_x = 4,03 \text{ hab./ligação}$$

Considerando a média (todas as subcategorias) de 4,03 hab./ligação, obtêm-se aproximadamente 2.942 habitantes, conforme cálculo apresentado a seguir.

$$\text{POP} = \text{Med} \times \text{ligações}$$

$$\text{POP} = 4,03 \text{ hab/ligação} \times 730 \text{ ligações.}$$

$$\text{POP} = \mathbf{2.941,90 \text{ hab.}}$$

$$\text{POP} = \mathbf{2.942 \text{ hab.}}$$

Onde:

POP: População estimada (hab).

Med: Média de habitantes por ligação (Segundo pesquisa *in loco*).

Ligações: Número de ligações cadastradas (COSANPA, 2008/2009).

De acordo com a COSANPA (2008) acredita-se que esse número seja maior em virtude do sistema atender também uma área de invasão na lateral do Conjunto, onde praticamente todas as ligações desta área são clandestinas, não se tendo uma idéia do total de residências atendidas pelo fato de ser uma área de risco.

Quanto a análise do SAA do Conjunto Benjamim Sodré, esta, é feita segundo relatório técnico da COHAB (1988) que considera uma média de 5 hab/ligação, onde se obtém uma população final de projeto de 3.845 habitantes. Ao se analisar a população teórica atendida e a população final de projeto, nota-se que os valores adotados estão dentro de uma margem de segurança.

Foi possível também calcular o per capita q_0 (l/hab.dia) do consumo de água do Conjunto, levando em consideração a média de 4,03 hab./ligação. Assim:

$$q_0 = \frac{\text{Méd. Vol. Diário Prod.}}{\text{Pop.}}$$

$$q_0 = \frac{1.317,60}{2.942}$$

$$q_0 = 0,44785 \text{ m}^3/\text{hab.dia}$$

$$\mathbf{q_0 = 447,85 \text{ l/hab.dia}}$$

Onde:

Méd. Vol. Diário Prod.: Média do volume produzido (m^3/d)

Pop.: População estimada (hab).

O valor de q_f (l/hab.dia) representa o quanto o sistema de produção de água do Conjunto Benjamin Sodré produz. Quando se faz o cálculo do per capita do que está sendo consumido pela população tem-se 130,16 l/hab.dia. Este cálculo foi feito com base na média do volume mensal faturado 11.488,50 m³/mês (HDT e estimado) de acordo com os relatórios mensais gerados pela COSANPA.

$$q_f = \frac{\text{Méd. Mensal Vol. Fat.}}{\text{Pop.}}$$

$$q_f = \frac{11.488,50}{2.942}$$

$$q_f = 3,90499 \text{ m}^3/\text{hab.mês}$$

$$q_f = \frac{3,90499}{30 \text{ dias}}$$

$$q_f = 0,13016 \text{ m}^3/\text{hab.dia}$$

$$q_f = 130,16 \text{ l/hab.dia}$$

Onde:

Méd. Mensal Vol. Fat...:Média Mensal do volume faturado (m³/mês)

Quando se compara os dois valores (447,85 l/hab.dia e 130,16 l/hab.dia) observa-se que a produção está com uma margem de segurança grande e que a capacidade de oferta está suprimindo a demanda, apesar de que o sistema abastece também uma área de invasão que não foi contabilizado no cálculo da população atendida. Não se tem registro de nenhuma reclamação da falta de água neste local por parte dos moradores do Conjunto.

Convém ressaltar que o consumo per capita é um parâmetro extremamente variável entre diferentes localidades, dependendo de diversos fatores dentre os quais se destacam: os hábitos higiênicos e culturais da comunidade; a quantidade de micromedição do sistema de abastecimento de água; as instalações e equipamentos hidráulico-sanitários dos imóveis; os controles exercidos sobre o

consumo; o valor da tarifa; a intermitência ou regularidade de abastecimento; a temperatura média da região; a renda familiar; a disponibilidade de equipamentos domésticos que utilizam água em quantidade apreciável, entre outros.

Por questão ilustrativa, na Tabela 23 é mostrado o consumo de água em alguns locais da RMB. É possível perceber que o per capita do Conjunto Benjamim Sodré (130,16 l/hab.dia) está maior que o da cidade de Belém (128,71 l/hab.dia), Ananindeua (91,94 l/hab.dia) e Marituba (91,92 l/hab.dia). Porém quando se observa o de Benevides (467,89 l/hab.dia) nota-se que este se encontra com um índice relativamente alto quando comparado aos demais.

Tabela 23: Per capita de água em alguns locais da RMB

| LOCAL | PER CAPTA (l/hab.dia) |
|---------------|--------------------------|
| Ananindeua | 91,94 |
| Belém | 128,71 |
| Benevides | 467,89 |
| Marituba | 91,92 |
| Santa Bárbara | 317,69 |

Fonte: SNIS (2006)

No Gráfico 20 é apresentada a opinião do usuário do imóvel (HDT ou estimado) em relação à forma de cobrança pelo uso da água. Quando comparada as formas de cobranças HDT e estimada, verifica-se que a maior parcela das respostas dos entrevistados R2 HDT (59,09%) e R3 HDT (50,00%) foi a opção injusta, pois alegavam que os vizinhos que tinham a forma de cobrança estimada, usavam e desperdiçavam mais água que eles, e o preço da cobrança era menor (no caso dos imóveis estimados é somente uma taxa fixa).

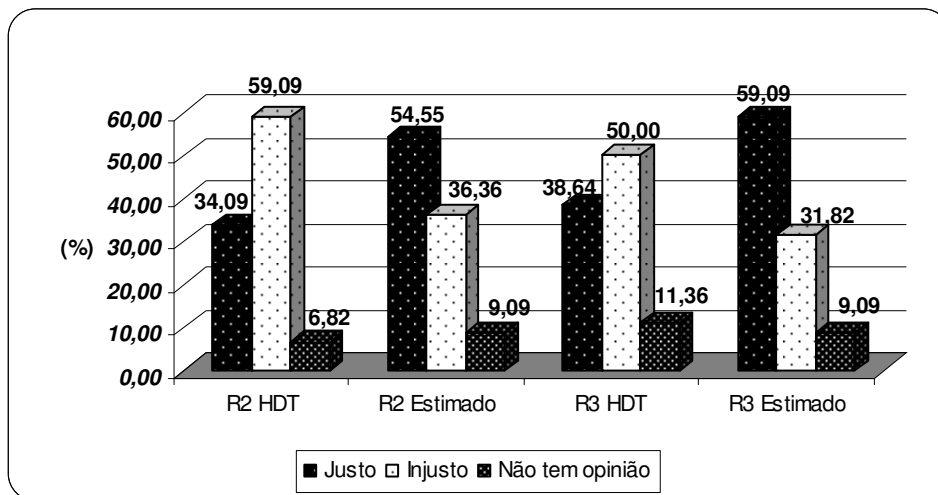


Gráfico 20: Opinião do entrevistado quanto à cobrança pelo uso da água da amostra do Conjunto Benjamim Sodré.

No Gráfico 21, pode-se observar qual é a qualidade da água do ponto de vista do usuário no Conjunto Benjamim Sodré. Constata-se que nas duas subcategorias (R2 e R3) as respostas foram quase unânimes para a qualidade da água ruim, com percentual variando entre de 68% e 75%, a segunda parcela das respostas foi para a qualidade da água regular, que ficou entre 18% e 25%, isso demonstra toda insatisfação por conta do usuário do imóvel com a COSANPA. Segundo os moradores, esta água que chega às residências é parecida com “coca-cola” e cheira mal, sem a mínima aceitação para consumo. Isso ocorre por causa da presença de ferro (e manganês) na água, que dependendo das concentrações, pode propiciar uma coloração amarelada e turva à água, acarretando ainda um sabor amargo e adstringente. Na verdade, o que está acontecendo no Conjunto é que, aparentemente, não está sendo feito um tratamento adequado para a desferrização⁴ dessa água. É importante ressaltar também que, durante as entrevistas com os usuários, muitos diziam que a água distribuída é de péssima qualidade, e até perguntavam se no questionário sócio-econômico-ambiental, tinha esta opção para marcar em vez da opção ruim. Outro item que também pode ser observado através de visitas ao Conjunto, é que existe uma prática comum entre os consumidores, e que está relacionada diretamente com a má qualidade da água disponibilizada pela COSANPA, pois, antes dos usuários, de fato, utilizarem a água, deixam as torneiras abertas por alguns minutos até que a água ganhe um aspecto mais limpo e aceitável

⁴ Processo utilizado para eliminar o Ferro e o Manganês da água

para utilização. Essa prática leva a desperdícios de água. Para se ter uma noção, uma torneira aberta por 15 minutos sem utilização nenhuma gasta em torno de 243 litros de água (SABESP, 2008), em se tratando do Conjunto Benjamim Sodré, tratada.

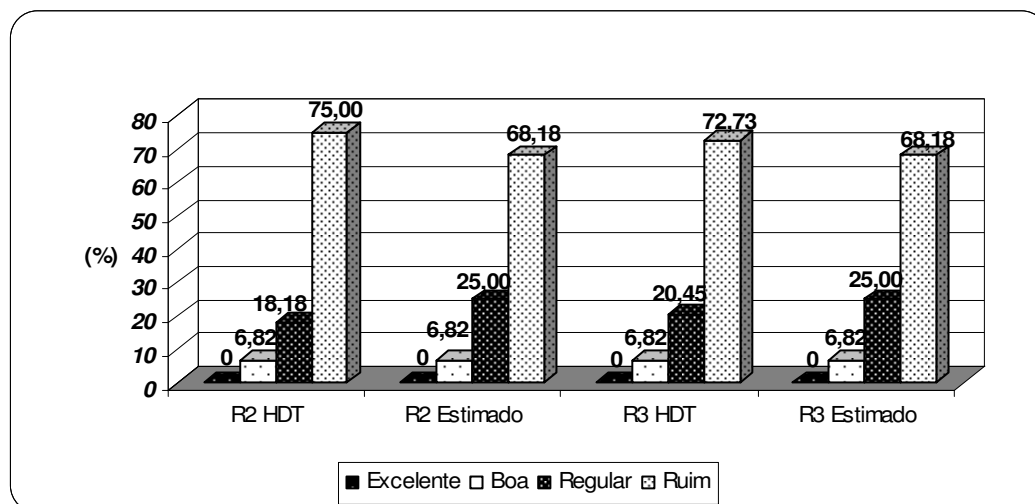


Gráfico 21: Opinião do entrevistado quanto a qualidade da água do Conjunto Benjamim Sodré

No Gráfico 22, são apresentados os casos com enfermidades relacionados à água. Do total dos imóveis (176), 42 pessoas, que representam o imóvel, responderam sim (24%). Isso demonstra um dado preocupante, pois praticamente $\frac{1}{4}$ da população dos entrevistados do Conjunto já sofreu como alguma enfermidade relacionada à qualidade da água. A causa provável destes males pode ser a desinfecção inadequada da água na ETA ou algum vazamento no tubo que não aparece no solo, uma vez que canos rachados promovem a entrada de microrganismos patogênicos, que vão contaminar esta água.

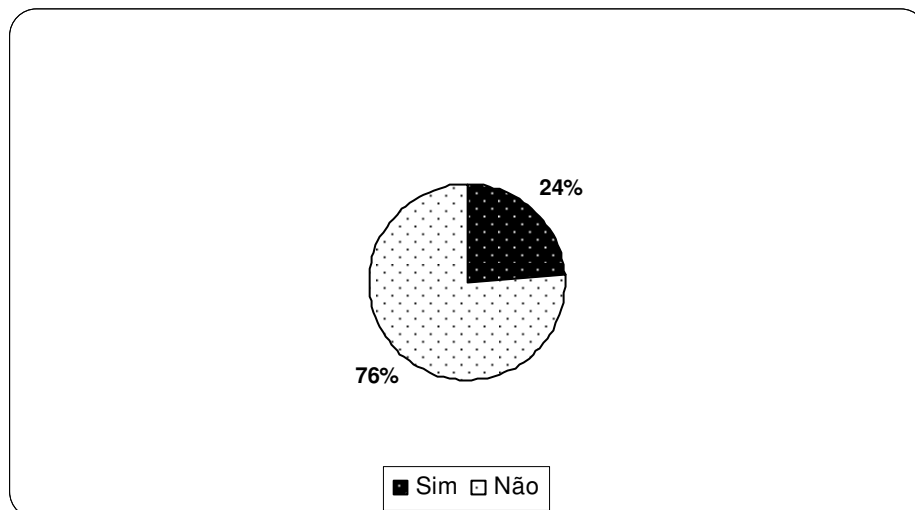


Gráfico 22: Moradores da amostra estudada do Conjunto Benjamim Sodré acometidos por enfermidades relacionadas à água.

Na Tabela 23 é mostrado o número de casos de acordo com as enfermidades que foram consideradas na pesquisa e levadas em consideração com relação à ingestão da água contaminada (disenteria, verminoses e hepatite A), bem como, por contato com a água contaminada (doenças de pele). Existem outras doenças que tem relação direta com a água como cólera, febre tifóide, gastroenterite, giardise, leptospirose, paralisia infantil, salmonelose, esquistossomose, dengue, febre amarela, filariose, malária etc., mas não foram avaliadas em razão da população não citar as mesmas no questionário de entrevista.

Somando as subcategorias com relação ao número de casos, é possível observar na Tabela 24, 50 casos de disenteria/diarréia, 30 casos de verminoses, 4 casos de hepatite A e 28 casos de doenças de pele, totalizando 112 casos.

Tabela 24: Número casos de enfermidades nas famílias da amostra estudada do Conjunto Benjamim Sodré.

| SUBCATEGORIA | ENFERMIDADES | Nº DE CASOS |
|-------------------|---------------------|-------------|
| R2 (hidrometrado) | Disintéria/Diarréia | 7 |
| | Verminoses | 5 |
| | Hepatite A | 0 |
| | Doenças de Pele | 12 |
| R2 (estimado) | Disintéria/Diarréia | 11 |
| | Verminoses | 9 |
| | Hepatite A | 2 |
| | Doenças de Pele | 4 |
| R3 (hidrometrado) | Disintéria/Diarréia | 26 |
| | Verminoses | 9 |
| | Hepatite A | 1 |
| | Doenças de Pele | 4 |
| R3 (estimado) | Disintéria/Diarréia | 6 |
| | Verminoses | 7 |
| | Hepatite A | 1 |
| | Doenças de Pele | 8 |
| TOTAL | | 112 |

Durante as entrevistas no conjunto, foi perguntado ao morador se existia no seu imóvel práticas de desperdício de água. No Gráfico 23 é possível constatar que as maiores parcelas de desperdício de água estão por conta justamente dos imóveis que tem a cobrança da água de forma estimada, R2 (93,18%) e R3 (95,45%). Já os imóveis hidrometrados, apesar de também contribuírem com um grande percentual do desperdício de água, alcançaram valores para R2 (77,27%) e R3 (79,55%). O fato do usuário do imóvel que tem a forma de cobrança estimada desperdiçar mais água em relação aos imóveis hidrometrados pode ser pelo fato de não possuírem uma forma de controle (hidrômetro), uma vez que o consumo estimado é feito por taxa fixa, independente do volume gasto. É importante ressaltar que a micromedição é ainda um melhor meio para controle deste tipo de perda, pois segundo Azevedo Neto (1996), a forma de fornecimento de água exerce notável influência no consumo total de uma cidade, pois nas localidades onde o consumo é medido através de

micromedidores verifica-se que este é sensivelmente menor em relação àquelas cidades onde tal medição não é efetuada.

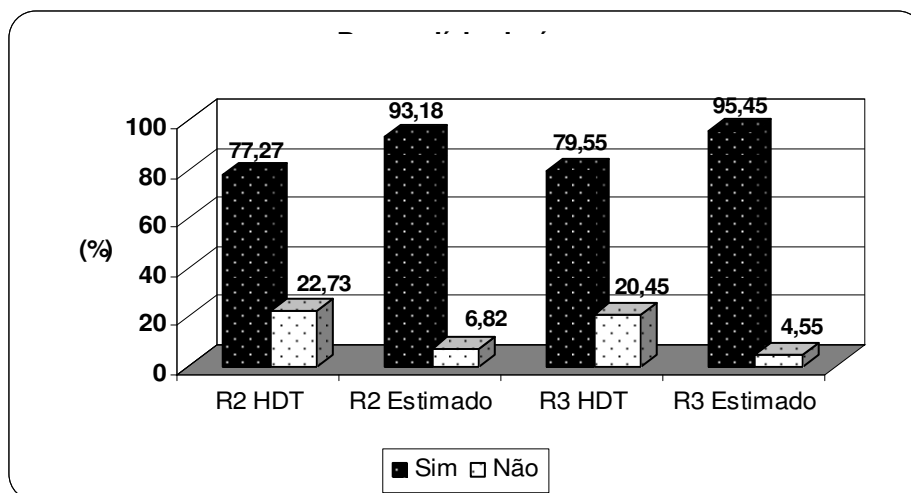


Gráfico 23: Desperdício de água por subcategoria de imóvel da amostra do Conjunto Benjamin Sodré.

No Gráfico 24 é possível observar o percentual de imóveis de acordo com a atividade diária de escovar os dentes com a torneira o tempo todo aberta. Constata-se que a maioria das respostas foi a opção não, com os maiores valores para as subcategorias R2 HDT, R3 HDT e R3 estimada, com percentuais próximos de 70%.

Quando são analisados os gráficos em pizza que correspondem às subcategorias que responderam sim, é observado que nenhum consumidor respondeu a opção de tempo 4 minutos. Pode-se perceber também as subcategorias R2 HDT e R3 estimado obtiveram os mesmos percentuais de resposta para os tempos de 2 e 3 minutos (17 e 58%, respectivamente). Quando é analisado somente o tempo de 2 minutos, que representa o maior percentual das respostas, constata-se que o maior consumo é da subcategoria R2 estimada (63%) e o menor, da subcategoria R3 HDT (42%).

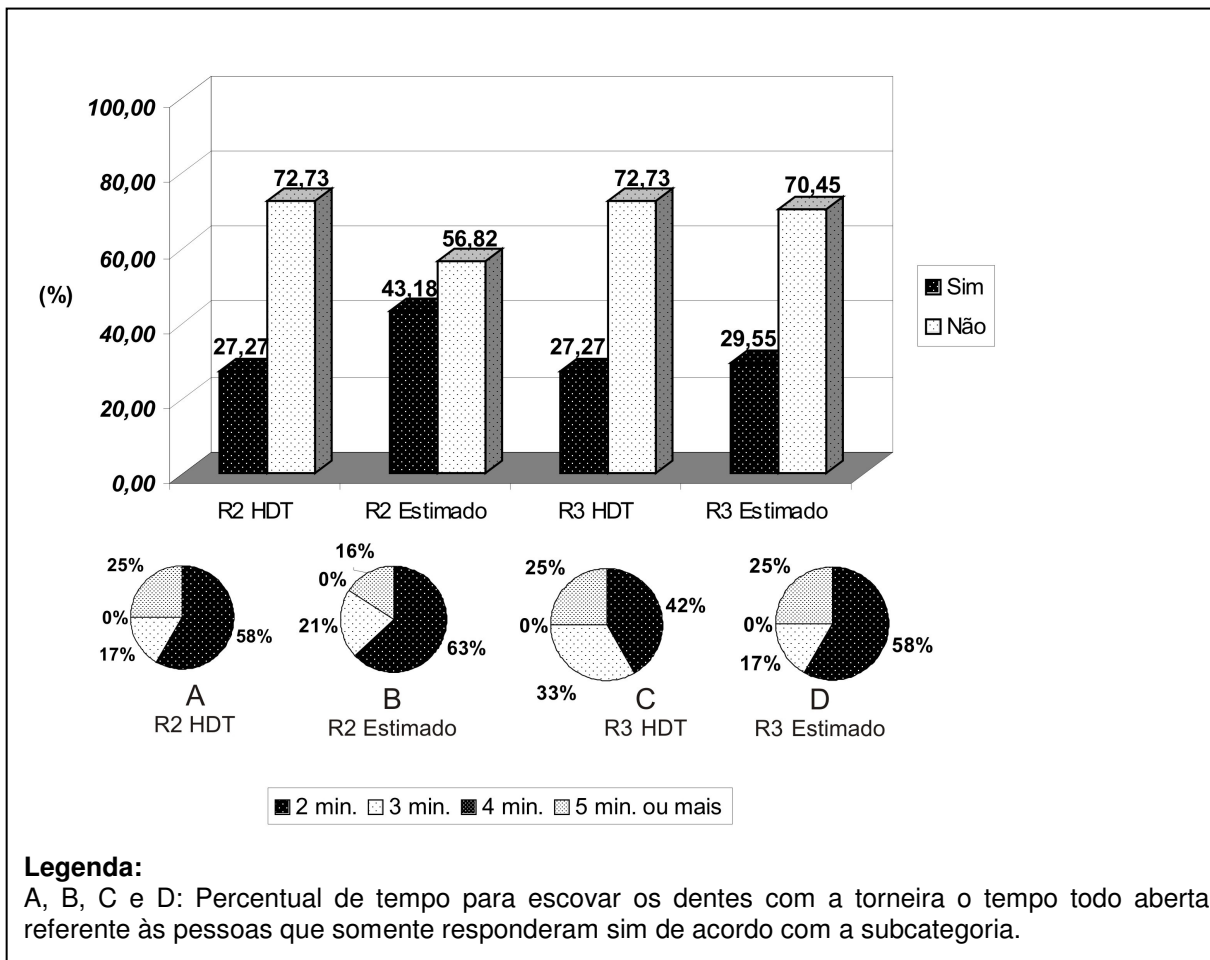


Gráfico 24: Subcategorias de imóveis da amostra do Conjunto Benjamin Sodré referente às pessoas que responderam sim com relação à escovação dos dentes o tempo todo com a torneira aberta.

Verifica-se nas Tabelas 25 a 28 uma estimativa de consumo para as atividades de escovar os dentes, tomar banho, lavar louça e lavar roupa. É importante ressaltar que foi considerado o número de pessoas que moram nos imóveis de acordo com as subcategorias, pois todos os imóveis participam dessas atividades.

Na Tabela 25 é mostrada a estimativa de consumo médio da amostra do Conjunto Benjamin Sodré para a atividade de escovar os dentes.

Tabela 25: Estimativa do consumo médio de água da amostra do Conjunto Benjamim Sodré para escovar os dentes.

| SUBCATEGORIA | N° IMÓVEIS | | N° DE PESSOAS | | TEMPO (min.) | (E.X.C) | (E.X.D) | (Y.C) | (Y.D) | (F - H) | (G - I) |
|--------------------|------------|------------|---------------|------------|----------------|---|----------------|---|----------------|---------------------------------|---------------|
| | sim | não | sim | não | | CONSUMO REAL DAS LIGAÇÕES X ⁽¹⁾ (litros/dia) | | CONSUMO IDEAL DE TODAS AS PESSOAS Y ⁽²⁾ (litros/dia) | | BALANÇO DE CONSUMO (litros/dia) | |
| | | | | | | sim | não | sim | não | sim | não |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | L | |
| R2 HDT | 7 | 25 | 27 | 104 | 2 min. | 129,6 | 499,20 | 135,00 | 520,00 | -5,40 | -20,80 |
| | 2 | 6 | 7 | 25 | 3 min. | 50,4 | 180,00 | 35,00 | 125,00 | 15,40 | 55,00 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 min. | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 3 | 1 | 12 | 4 | 5 min. ou mais | 144 | 48,00 | 60,00 | 20,00 | 84,00 | 28,00 |
| R2 Estimado | 12 | 22 | 50 | 90 | 2 min. | 240 | 432,00 | 250,00 | 450,00 | -10,00 | -18,00 |
| | 4 | 3 | 18 | 13 | 3 min. | 129,6 | 93,60 | 90,00 | 65,00 | 39,60 | 28,60 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 min. | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 3 | 0 | 13 | 0 | 5 min. ou mais | 156 | 0,00 | 65,00 | 0,00 | 91,00 | 0,00 |
| R3 HDT | 5 | 23 | 20 | 92 | 2 min. | 96 | 441,60 | 100,00 | 460,00 | -4,00 | -18,40 |
| | 6 | 5 | 26 | 21 | 3 min. | 187,2 | 151,20 | 130,00 | 105,00 | 57,20 | 46,20 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 min. | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 3 | 2 | 13 | 8 | 5 min. ou mais | 156 | 96,00 | 65,00 | 40,00 | 91,00 | 56,00 |
| R3 Estimado | 7 | 28 | 29 | 98 | 2 min. | 139,2 | 470,40 | 145,00 | 490,00 | -5,80 | -19,60 |
| | 2 | 4 | 8 | 18 | 3 min. | 57,6 | 129,60 | 40,00 | 90,00 | 17,60 | 39,60 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 min. | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 3 | 0 | 14 | 0 | 5 min. ou mais | 168 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 168,00 | 0,00 |
| SubTotal | 57 | 119 | 237 | 473 | | 1653,6 | 2541,60 | 1115,00 | 2365,00 | 538,60 | 176,60 |
| Total Geral | 176 | | 710 | | | 4195,20 | | 3480,00 | | 715,20 | |

* Dados referentes às pessoas que responderam sim a pergunta do questionário sócio-econômico-ambiental.

** Dados referentes às pessoas que responderam não a pergunta do questionário sócio-econômico-ambiental.

X⁽¹⁾ Regra de três simples considerando como base que em um tempo de 5 minutos são consumidos 12 litros de água com a torneira o tempo todo aberta (SABESP, 2008).

Y⁽²⁾ Em um tempo de 5 minutos são consumidos 5 litros de água fechando-se a torneira (SABESP, 2008).

⁽³⁾ Diferença entre o consumo real e consumo ideal das ligações.

É possível observar que quando é feito o balanço de consumo em todas as subcategorias, o tempo de 2 minutos apareceu com consumo negativo de água, ou seja, está até abaixo do que a SABESP considera (5 litros). Assim, o desperdício se fez presente somente a partir do tempo de 3 minutos em todas subcategorias. Para o tempo de 4 minutos não houve resposta dos entrevistados.

A coluna que representa o consumo real das ligações apresenta um total de 4.195,20 litros/dia referente a 710 pessoas. Segundo a SABESP (2008), este consumo cairia para 5 litros de água apenas, ao se fechar a torneira em 5 minutos. A coluna que mostra o consumo ideal das ligações soma 3.480 litros/dia com o mesmo

número de pessoas. Fazendo uma regra de três simples, para todas as pessoas, de acordo com o considerado o ideal pela SABESB este consumo seria reduzido em 17,04% para a atividade de escovar dentes fechando-se a torneira durante o tempo da escovação propriamente dita.

$$X = 100 - \left[\frac{3.480,00}{4.195,20} \cdot 100 \right]$$

X = 17,04% ou 21,46 m³/mês

Com a análise do Gráfico 25, que diz respeito ao banho, é observado que a maioria das pessoas responderam sim, sendo que a maior parcela de consumo de água para tomar banho com o registro meio aberto foram as subcategorias R2 HDT (70,45%) e R3 HDT (61,36%). Estes valores chamaram atenção pelo fato das mesmas terem a forma de cobrança HDT, o que deveria, por lógica, serem as de menores consumos, porém o que se observa é justamente o inverso.

Quando a análise é feita para os gráficos em pizzas, nota-se que o tempo que as pessoas das subcategorias em análise passam para tomar banho é 5 minutos (em média 52%), justamente o menor tempo que foi perguntado na entrevista. A segunda maior parcela das respostas foi para o tempo de 10 minutos para todas as subcategorias.

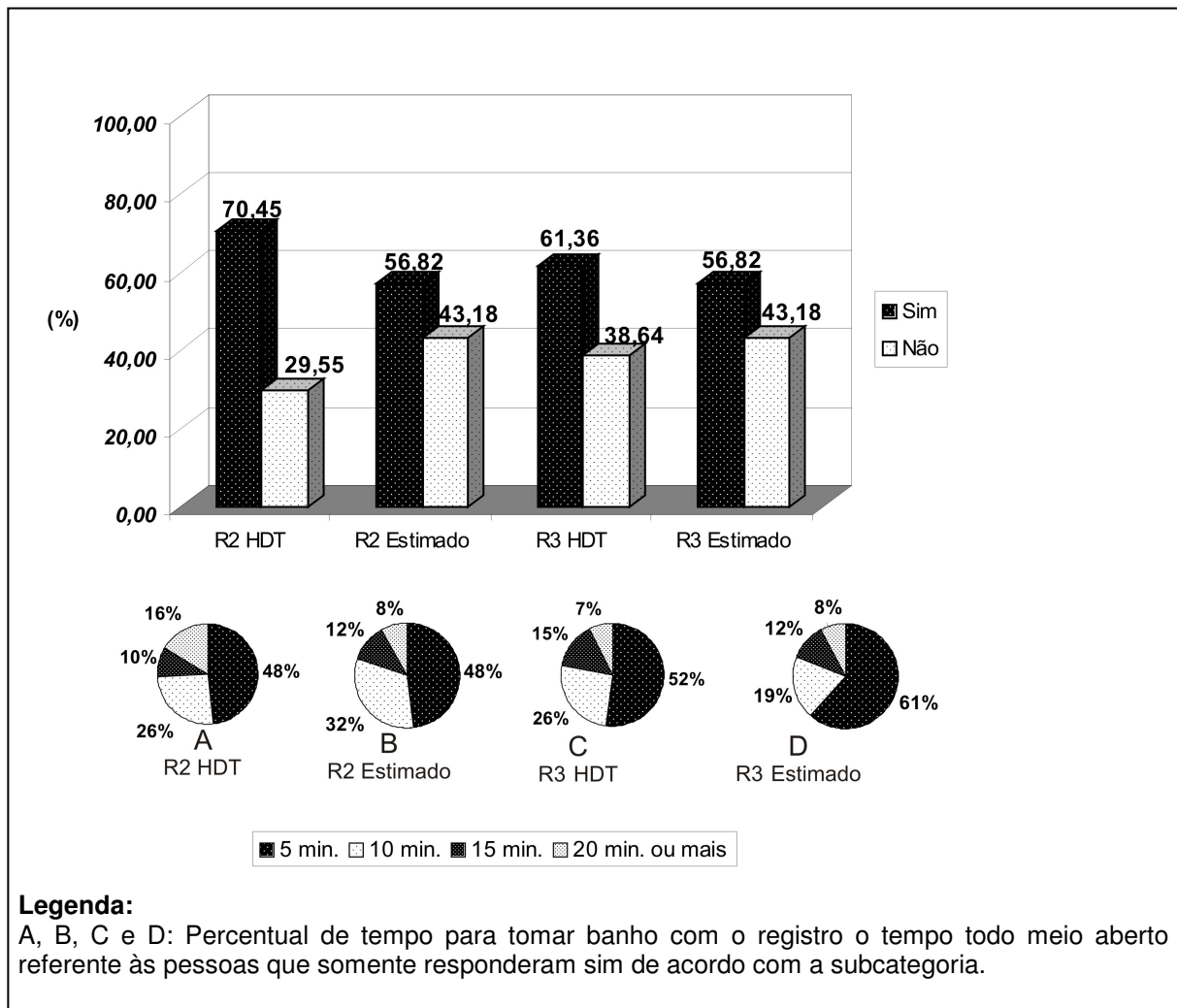


Gráfico 25: Subcategorias de imóveis da amostra do Conjunto Benjamim Sodré referente às pessoas que responderam sim que responderam sim com relação ao registro o tempo todo meio aberto na hora do banho

Na Tabela 26 é mostrada a estimativa de consumo médio da amostra do Conjunto Benjamim Sodré para tomar banho.

Tabela 26: Estimativa de consumo de médio da amostra do Conjunto Benjamim Sodré para tomar banho

| SUBCATEGORIA | N° IMÓVEIS | | N° DE PESSOAS | | TEMPO (min.) | (E.X.C) | (E.X.D) | (Y.C) | (Y.D) | (F - H) | (G - I) |
|--------------------|------------|-----------|---------------|------------|-----------------|---|---|--------------|---------------------------------|--------------|-------------|
| | | | | | | CONSUMO REAL DAS LIGAÇÕES X ⁽¹⁾ (litros/dia) | CONSUMO IDEAL DE TODAS AS PESSOAS Y ⁽²⁾ (litros/dia) | | BALANÇO DE CONSUMO (litros/dia) | | |
| | sim | não | sim | não | | sim | não | sim | não | sim | não |
| | A | B | C | D | | E | F | G | H | I | J |
| R2 HDT | 15 | 8 | 61 | 34 | 5 min. | 2745 | 1530 | 2745 | 1530 | 0 | 0 |
| | 8 | 3 | 32 | 11 | 10 min. | 2880 | 990 | 1440 | 495 | 1440 | 495 |
| | 3 | 1 | 10 | 4 | 15 min. | 1350 | 540 | 450 | 180 | 900 | 360 |
| | 5 | 1 | 20 | 5 | 20 min. ou mais | 3600 | 900 | 900 | 225 | 2700 | 675 |
| R2 Estimado | 12 | 14 | 46 | 55 | 5 min. | 2070 | 2475 | 2070 | 2475 | 0 | 0 |
| | 8 | 2 | 34 | 8 | 10 min. | 3060 | 720 | 1530 | 360 | 1530 | 360 |
| | 3 | 2 | 12 | 7 | 15 min. | 1620 | 945 | 540 | 315 | 1080 | 630 |
| | 2 | 1 | 8 | 4 | 20 min. ou mais | 1440 | 720 | 360 | 180 | 1080 | 540 |
| R3 HDT | 14 | 12 | 56 | 48 | 5 min. | 2520 | 2160 | 2520 | 2160 | 0 | 0 |
| | 7 | 1 | 30 | 5 | 10 min. | 2700 | 450 | 1350 | 225 | 1350 | 225 |
| | 4 | 3 | 15 | 12 | 15 min. | 2025 | 1620 | 675 | 540 | 1350 | 1080 |
| | 2 | 1 | 9 | 4 | 20 min. ou mais | 1620 | 720 | 405 | 180 | 1215 | 540 |
| R3 Estimado | 16 | 11 | 65 | 43 | 5 min. | 2925 | 1935 | 2925 | 1935 | 0 | 0 |
| | 5 | 2 | 22 | 9 | 10 min. | 1980 | 810 | 990 | 405 | 990 | 405 |
| | 3 | 3 | 13 | 11 | 15 min. | 1755 | 1485 | 585 | 495 | 1170 | 990 |
| | 2 | 2 | 9 | 8 | 20 min. ou mais | 1620 | 1440 | 0 | 0 | 1620 | 1440 |
| SubTotal | 109 | 67 | 442 | 268 | | 35910 | 19440 | 19485 | 11700 | 16425 | 7740 |
| Total Geral | 176 | | 710 | | | 55350 | | 31185 | | 24165 | |

* Dados referentes às pessoas que responderam sim a pergunta do questionário sócio-econômico-ambiental.

** Dados referentes às pessoas que responderam não a pergunta do questionário sócio-econômico-ambiental.

X⁽¹⁾ Regra de três simples considerando como base que em um tempo de 15 minutos são consumidos 135 litros de água com o registro o tempo todo meio aberto SABESP(2008).

Y⁽²⁾ Em um tempo de 5 minutos são consumidos 45 litros de água fechando-se a torneira SABESP (2008).

⁽³⁾ Diferença entre o consumo real e consumo ideal das ligações.

Na coluna que representa o balanço de consumo para o tempo de 5 minutos em todas as subcategorias, o valor foi nulo, demonstrando que para esse tempo o consumo está bom, uma vez que não há desperdício, estando dentro do considerado ideal pela SABESP. Já a partir do tempo de 10 minutos o desperdício se fez presente em todas subcategorias.

Pode-se perceber na coluna que representa o consumo real das ligações um total de 55.350 litros/dia referente a 710 pessoas. Em um tempo de 5 minutos este consumo cairia para 45 litros de água apenas, ao se fechar o registro durante estar fazendo a limpeza corporal. Na coluna que mostra o consumo ideal das ligações tem-se 31.185 litros/dia para as mesmas 710 pessoas. De acordo com o

considerado o ideal pela SABESB e aplicando uma regra de três simples, para todas as pessoas, este consumo seria reduzido em 43,66% para a atividade de tomar banho.

$$X = 100 - \left[\frac{31.185}{55.350} \cdot 100 \right]$$

X = 43,66 % ou 724,95 m³/mês

É possível observar no Gráfico 26 o comparativo entre as pessoas que lavam e não lavam a louça com a torneira aberta. Observar-se a maioria das pessoas entrevistadas responderam sim, em todas as subcategorias, e a maior parcela foi da subcategoria R2 estimada (27,27%), enquanto que a menor parcela foi da subcategoria R3 HDT (20,45%). Pode-se observar também, que os maiores valores foram justamente a forma de cobrança estimada, fato este, que pode ser devido às mesmas não possuírem uma forma de controle (hidrômetro) que na maioria das vezes pode inibir um gasto maior por parte dos consumidores.

Outra análise observada foi que nos gráficos em pizza, o menor tempo para lavagem da louça foi 5 minutos para as subcategorias R2 HDT (60%) e R3 estimado (46%), enquanto que o maior tempo, 20 minutos, ficou por conta da subcategoria R2 estimado (33%).

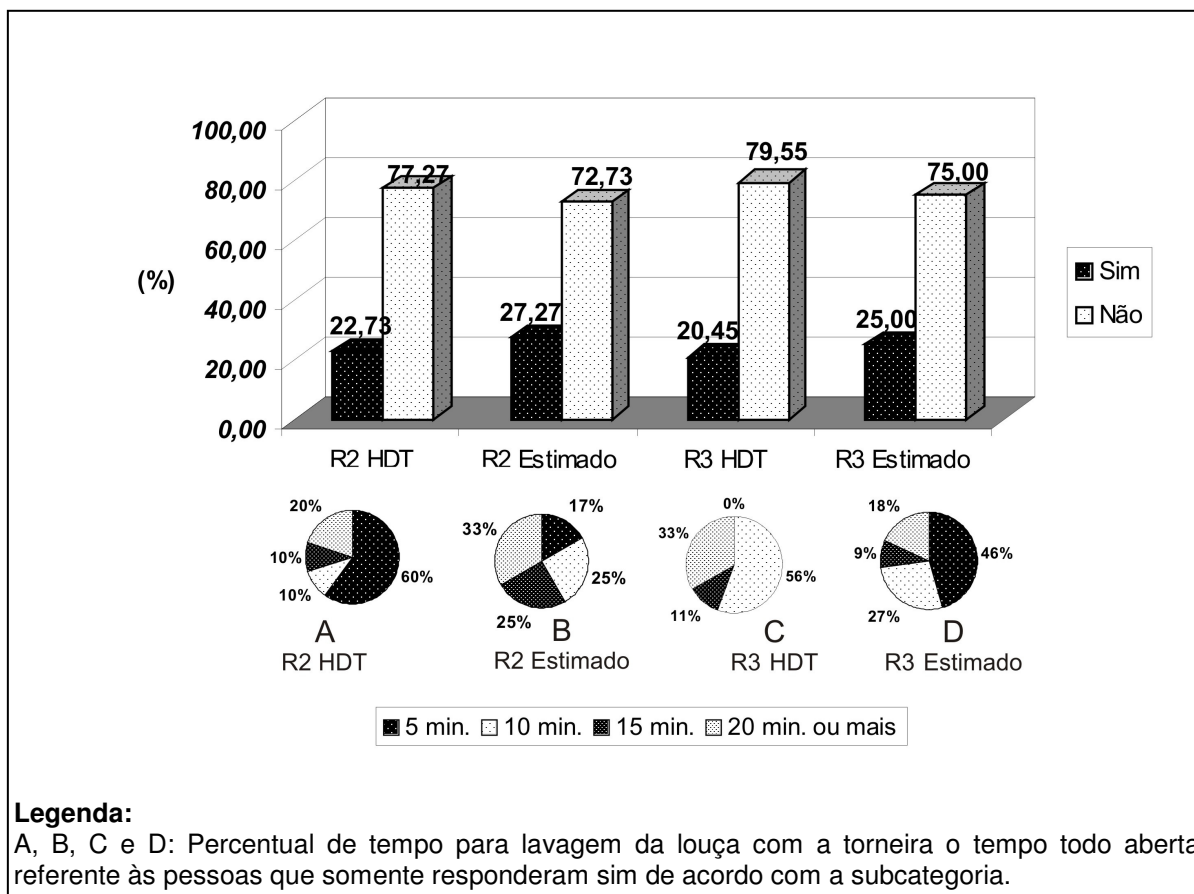


Gráfico 26: Subcategorias de imóveis da amostra do Conjunto Benjamim Sodré referente às pessoas que responderam sim com relação à lavagem da louça com a torneira o tempo todo aberta

Na Tabela 27, é possível verificar a estimativa de consumo da amostra do Conjunto Benjamim Sodré para lavagem de louça de acordo com o número de imóveis e a subcategoria.

Tabela 27: Estimativa de consumo médio da amostra do Conjunto Benjamin Sodré para lavar a louça

| SUBCATEGORIA | N° IMÓVEIS | | N° DE PESSOAS | | TEMPO (min.) | (E.X.C) | (E.X.D) | (Y.C) | (Y.D) | (F - H) | (G - I) |
|--------------------|------------|------------|---------------|------------|-----------------|--|--|-----------------|------------------------------------|------------------|-----------------|
| | | | | | | CONSUMO REAL DAS LIGAÇÕES X ⁽¹⁾ (litros/dia) | CONSUMO IDEAL DE TODAS AS PESSOAS Y ⁽²⁾ (litros/dia) | | BALANÇO DE CONSUMO (litros/dia) | | |
| | sim | não | sim | não | | sim | não | sim | não | sim | não |
| | A | B | C | D | | E | F | G | H | I | J |
| R2 HDT | 6 | 17 | 23 | 70 | 5 min. | 2204,17 | 6708,33 | 460,00 | 1400,00 | 1744,17 | 5308,33 |
| | 1 | 11 | 4 | 49 | 10 min. | 766,67 | 9391,67 | 80,00 | 980,00 | 686,67 | 8411,67 |
| | 1 | 4 | 3 | 17 | 15 min. | 862,50 | 4887,50 | 60,00 | 340,00 | 802,50 | 4547,50 |
| | 2 | 2 | 9 | 8 | 20 min. ou mais | 3450,00 | 3066,67 | 180,00 | 160,00 | 3270,00 | 2906,67 |
| R2 Estimado | 2 | 12 | 7 | 41 | 5 min. | 670,83 | 3929,17 | 140,00 | 820,00 | 530,83 | 3109,17 |
| | 3 | 15 | 11 | 56 | 10 min. | 2108,33 | 10733,33 | 220,00 | 1120,00 | 1888,33 | 9613,33 |
| | 3 | 3 | 12 | 15 | 15 min. | 3450,00 | 4312,50 | 240,00 | 300,00 | 3210,00 | 4012,50 |
| | 4 | 2 | 15 | 7 | 20 min. ou mais | 5750,00 | 2683,33 | 300,00 | 140,00 | 5450,00 | 2543,33 |
| R3 HDT | 0 | 15 | 0 | 63 | 5 min. | 0,00 | 6037,50 | 0,00 | 1260,00 | 0,00 | 4777,50 |
| | 5 | 9 | 25 | 40 | 10 min. | 4791,67 | 7666,67 | 500,00 | 800,00 | 4291,67 | 6866,67 |
| | 1 | 9 | 3 | 32 | 15 min. | 862,50 | 9200,00 | 60,00 | 640,00 | 802,50 | 8560,00 |
| | 3 | 2 | 13 | 9 | 20 min. ou mais | 4983,33 | 3450,00 | 260,00 | 180,00 | 4723,33 | 3270,00 |
| R3 Estimado | 5 | 17 | 21 | 72 | 5 min. | 2012,50 | 6900,00 | 420,00 | 1440,00 | 1592,50 | 5460,00 |
| | 3 | 10 | 10 | 35 | 10 min. | 1916,67 | 6708,33 | 200,00 | 700,00 | 1716,67 | 6008,33 |
| | 1 | 4 | 5 | 20 | 15 min. | 1437,50 | 5750,00 | 100,00 | 400,00 | 1337,50 | 5350,00 |
| | 2 | 2 | 8 | 7 | 20 min. ou mais | 3066,67 | 2683,33 | 160,00 | 140,00 | 2906,67 | 2543,33 |
| SubTotal | 42 | 134 | 169 | 541 | | 38333,33 | 94108,33 | 3380,00 | 10820,00 | 34953,33 | 83288,33 |
| Total Geral | 176 | | 710 | | | 132441,67 | | 14200,00 | | 118241,67 | |

* Dados referentes às pessoas que responderam sim a pergunta do questionário sócio-econômico-ambiental.

** Dados referentes às pessoas que responderam não a pergunta do questionário sócio-econômico-ambiental.

X⁽¹⁾ Regra de três simples considerando como base que em um tempo de 6 minutos são consumidos 115 litros de água com a torneira o tempo todo aberta (SABESP, 2008).

Y⁽²⁾ Em um tempo de 6 minutos são consumidos 20 litros de água fechando-se a torneira (SABESP, 2008).

⁽³⁾ Diferença entre o consumo real e consumo ideal das ligações.

Quando é analisado o valor das colunas J e L, é percebido que em todos os tempos acontece desperdício, principalmente para o tempo de 20 minutos ou mais em todas as subcategorias. Para o tempo de 5 minutos da subcategoria R3 HDT, não houve respostas com a opção sim.

A coluna que representa o consumo real das ligações tem um total de 132.441,67 litros/dia referente a 710 pessoas. Segundo a SABESP (2008), o consumo cairia para 20 litros de água apenas, ao se fechar a torneira em 6 minutos. Para o mesmo número de pessoas, é mostrado na coluna que representa o consumo ideal das ligações, um consumo de 14.200 litros/dia. Aplicando uma regra de três simples foi percebido que este consumo poderia ser diminuído em 89,28%,

ao fechar a torneira para ensaboar a louça. Esta atividade está com um consumo exagerando, considerando o que seria ideal segundo a SABESP (2008).

$$X = 100 - \left[\frac{14.200,00}{132.441,67} \cdot 100 \right]$$

X = 89,28 % ou 3.547,25 m³/mês

No Gráfico 27, é mostrado o resultado referente à lavagem de roupa na máquina de lavar. No questionário, apenas 3 pessoas dos imóveis responderam que realizam a lavagem de roupa no tanque, no entanto o fazem em bacias ou baldes, e segundo elas, durante a lavagem deixam a torneira aberta quando estão tirando o sabão dos vestuários. Em virtude desse número de pessoas ser muito baixo (apenas 3) foi considerado a lavagem de roupa na máquina, uma vez que no questionário foi notado que muitas pessoas respondiam que utilizam este equipamento. Quando é comparado o uso ou não da máquina de lavar, percebe-se que quase todas as pessoas dos imóveis da amostra do Conjunto, em todas as subcategorias, lavam a roupa na máquina.

No mesmo gráfico é mostrada a frequência da lavagem de roupa, e é percebido que em todas as subcategorias foi respondido em sua maior frequência, 1 vez por semana (cerca de 60%). Fazendo uma análise desses dados, fica claro que a população está utilizando da máquina de lavar somente quando existe um grande volume de peças de roupas para serem lavadas, o que reflete uma prática econômica, pois, apesar da região norte apresentar um clima mais quente, o que aumenta a transpiração e conseqüentemente um maior número de roupas sujas, o volume de água gasto na lavagem de roupa parece estar controlado. Isso demonstra o grau de conscientização da população da amostra do Conjunto no que tange a lavagem de roupa na máquina.

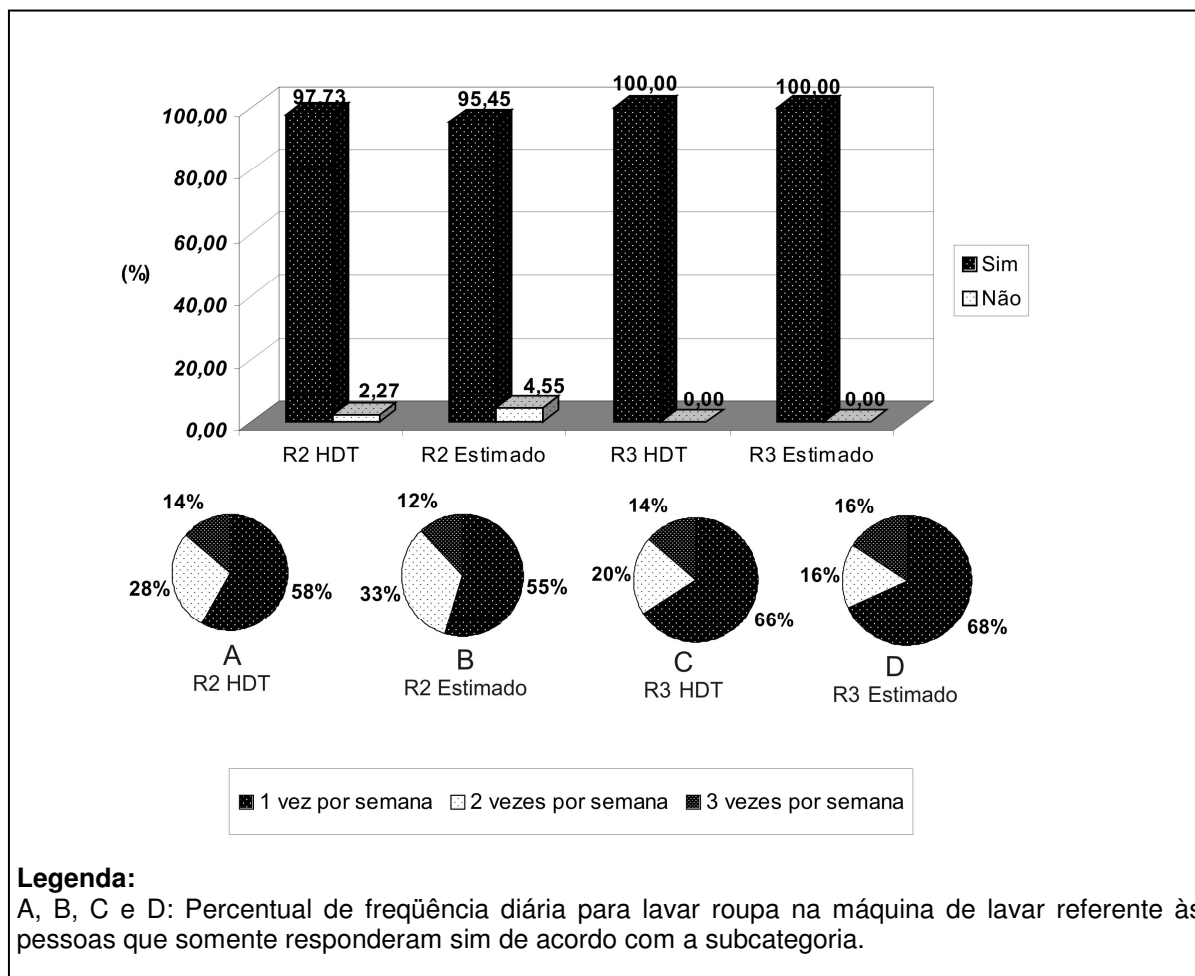


Gráfico 27: Subcategorias de imóveis da amostra do Conjunto Benjamim Sodré referente às pessoas que responderam sim com relação à lavagem da roupa na máquina e freqüência da lavagem

Na Tabela 28 é mostrada uma estimativa de consumo da amostra do Conjunto Benjamim Sodré para a atividade de lavagem de roupa da casa na máquina de acordo com a freqüência. É percebido que o consumo de água das pessoas que utilizam a máquina de lavar foi de 35.505 litros considerando 1, 2 ou 3 vezes de lavagem.

Tabela 28: Estimativa de consumo de médio da amostra do Conjunto Benjamim Sodré para lavar a roupa na máquina

| SUBCATEGORIA | N° DE IMÓVEIS | FREQUÊNCIA | LITROS (L) | (A.C).B |
|--------------|---------------|------------|------------|--------------------------------------|
| | | | | ESTIMATIVA DE CONSUMO ⁽¹⁾ |
| | | | | (litros/semana) |
| R2 HDT | 25 | 1 vez | 135 | 3.375 |
| | 12 | 2 vezes | | 3.240 |
| | 6 | 3 vezes | | 2.430 |
| R2 Estimado | 23 | 1 vez | 135 | 3.105 |
| | 14 | 2 vezes | | 3.780 |
| | 5 | 3 vezes | | 2.025 |
| R3 HDT | 29 | 1 vez | 135 | 3.915 |
| | 9 | 2 vezes | | 2.430 |
| | 6 | 3 vezes | | 2.430 |
| R3 Estimado | 30 | 1 vez | 135 | 4.050 |
| | 7 | 2 vezes | | 1.890 |
| | 7 | 3 vezes | | 2.835 |
| Total | 173 | | | 35.505,00 |

⁽¹⁾ Uma lavadora de roupa com capacidade de 5 quilos gasta 135 litros (SABESP, 2008).

O que seria mais recomendável é que as roupas sujas fossem juntadas e lavadas de uma só vez evitando assim utilizar um maior volume de água, o que conseqüentemente acarretaria numa maior racionalização para esta atividade. Outra conclusão que pode-se observar é que se as roupas fossem lavadas na máquina somente uma vez por semana em todas as subcategorias (173 imóveis) o consumo cairia para 23.355 litros por semana, ou seja, uma economia de 34,22%, considerando o número de imóveis, conforme o cálculo a seguir.

$$X = 173 \text{ imóveis} \times 135 \text{ litros}$$

$$X = 23.355 \text{ litros/imóvel}$$

$$X = 100 - \left[\frac{23.355}{35.505} \cdot 100 \right]$$

$$X = 34,22\% \text{ ou } 23,35 \text{ m}^3/\text{semana}$$

No Gráfico 28 é mostrado os valores referentes à lavagem do pátio ou da calçada da casa com mangueiras. Observa-se que a subcategoria R3 estimada é a

que esta com um maior consumo para esta atividade (70,45%), já a que apresenta o menor consumo é a subcategoria R2 HDT (52,27%%).

Quando são analisadas as respostas, que tiveram a opção sim, de acordo com as subcategorias mostradas nos gráficos em pizza em relação ao tempo de lavagem, constata-se que a subcategoria R2 estimada, para o tempo de 20 minutos ou mais, está com o maior percentual (62%), porém a subcategoria R3 estimada que apresenta o maior consumo, conforme observado no gráfico de colunas (70,45%), apresenta para o tempo de 20 minutos ou mais (32%).

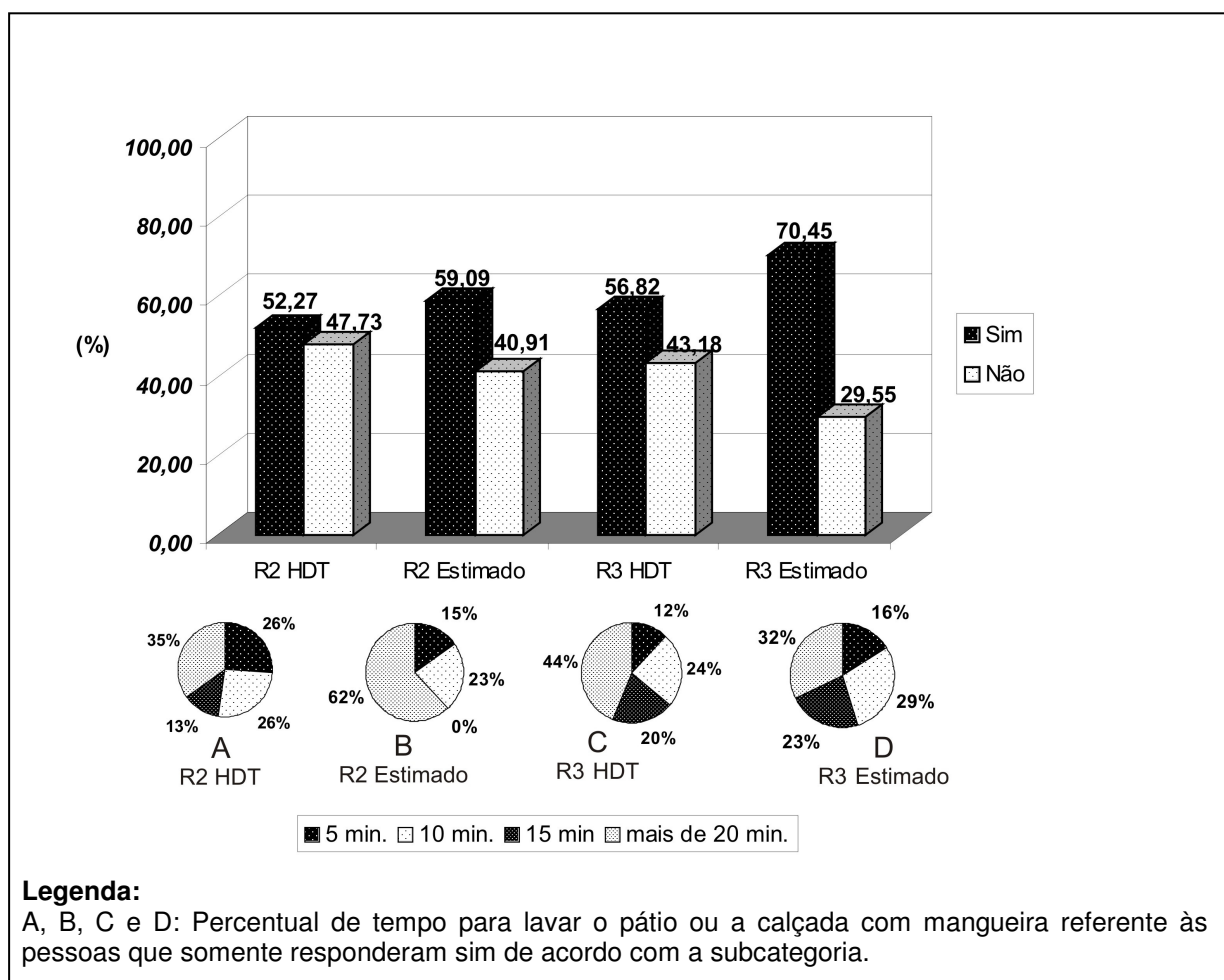


Gráfico 28: Subcategorias de imóveis do Conjunto Benjamin Sodré referente às pessoas que responderam sim com relação à lavagem do pátio ou da calçada com mangueiras

Na Tabela 29, não foi considerado o número total de pessoas nos imóveis, apenas aquelas que responderam à entrevista, pois a atividade de lavar o pátio ou a

calçada da casa não é feita por todas as pessoas dos imóveis, uma vez que, uma única pessoa realiza aquela atividade.

É importante frisar que na Tabela 29 não foi considerado o número de pessoas que responderam não, pois, segundo os entrevistados, o pátio ou a calçada não é lavada.

Tabela 29: Estimativa de consumo de médio da amostra do Conjunto Benjamim Sodré para lavar o pátio ou a calçada da casa com mangueira

| SUBCATEGORIA | N° IMÓVEIS | TEMPO (min.) | (B.X.A) | (Y.A) | (C - D) |
|--------------|------------|-----------------|---|---|---------------------------------|
| | | | CONSUMO REAL DAS LIGAÇÕES X ⁽¹⁾ (litros/dia) | CONSUMO IDEAL DE PARTE DAS LIGAÇÕES Y ⁽²⁾ (litros/dia) | BALANÇO DE CONSUMO (litros/dia) |
| | A | B | C | D | E |
| R2 HDT | 6 | 5 min. | 558,00 | 240,00 | 318,00 |
| | 6 | 10 min. | 1.116,00 | 240,00 | 876,00 |
| | 3 | 15 min. | 837,00 | 120,00 | 717,00 |
| | 8 | 20 min. ou mais | 2.976,00 | 320,00 | 2656,00 |
| R2 Estimado | 4 | 5 min. | 372,00 | 160,00 | 212,00 |
| | 6 | 10 min. | 1.116,00 | 240,00 | 876,00 |
| | 0 | 15 min. | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 16 | 20 min. ou mais | 5.952,00 | 640,00 | 5312,00 |
| R3 HDT | 3 | 5 min. | 279,00 | 120,00 | 159,00 |
| | 6 | 10 min. | 1.116,00 | 240,00 | 876,00 |
| | 5 | 15 min. | 1.395,00 | 200,00 | 1195,00 |
| | 11 | 20 min. ou mais | 4.092,00 | 440,00 | 3652,00 |
| R3 Estimado | 5 | 5 min. | 465,00 | 200,00 | 265,00 |
| | 9 | 10 min. | 1.674,00 | 360,00 | 1314,00 |
| | 7 | 15 min. | 1.953,00 | 280,00 | 1673,00 |
| | 10 | 20 min. ou mais | 3.720,00 | 400,00 | 3320,00 |
| Total | 105 | | 27.621,00 | 4.200,00 | 23.421,00 |

X⁽¹⁾ Regra de três simples considerando que em um tempo de 15 minutos são consumidos 279 litros de água (SABESP, 2008).

Y⁽²⁾ Em um tempo de 30 minutos são consumidos 40 litros de água com o uso de baldes (SABESP, 2008).

De acordo com o cálculo do balanço de consumo na Tabela 28, em todos os tempos acontece desperdício, independente da subcategoria. O tempo de 20 minutos ou mais foi o que atingiu os maiores valores.

Conforme se observa na Tabela 28 a atividade de lavar o pátio ou a calçada está com um consumo alto no Conjunto em estudo. Segundo a SABESP (2008), este consumo cairia para 40 litros de água, ao se fazer o uso de baldes. É

importante ressaltar que essa mesma lógica foi utilizada de acordo com o que apresenta o Quadro 4 na atividade de lavagem do carro com mangueiras. O que se percebe é que na coluna que representa o consumo real das ligações tem-se um total de 27.621 litros/dia no que diz respeito a 105 imóveis, e na coluna que mostra o consumo ideal soma apenas 4.200 litros/dia representando as mesmas 105 imóveis. Este consumo poderia ser reduzido em 84,79 % com uso de baldes para lavagem do pátio ou da calçada.

$$X = 100 - \left[\frac{4.200,00}{27.621,00} \cdot 100 \right]$$

X = 84,79% ou 702,63 m³/mês

No Gráfico 29 é mostrada a frequência da lavagem do pátio ou da calçada com mangueiras. Quando são analisadas as subcategorias de forma individual, percebe-se que para a R2 HDT e R2 estimada a frequência foi com maior percentual para a lavagem de 1 vez por semana (30 e 31 %) respectivamente. Porém, nessas mesmas subcategorias é observado um hábito diário dessa lavagem, bem como, na subcategoria R3 estimada. Esses valores devem-se justamente as pessoas que tem animais de estimação em casa, tais como cachorro, gato e outros, e relataram utilizar água diariamente para fazer a limpeza das áreas onde transitam esses animais.

A subcategoria R3 estimada apresenta uma maior frequência, de 2 vezes por semana (33%) e 3 vezes por semana (21%), para lavagem do pátio ou da calçada com mangueiras, o que vem comprovar justamente o que foi observado no Gráfico 26 (em colunas), ou seja, é a subcategoria com maior consumo de água para essa atividade.

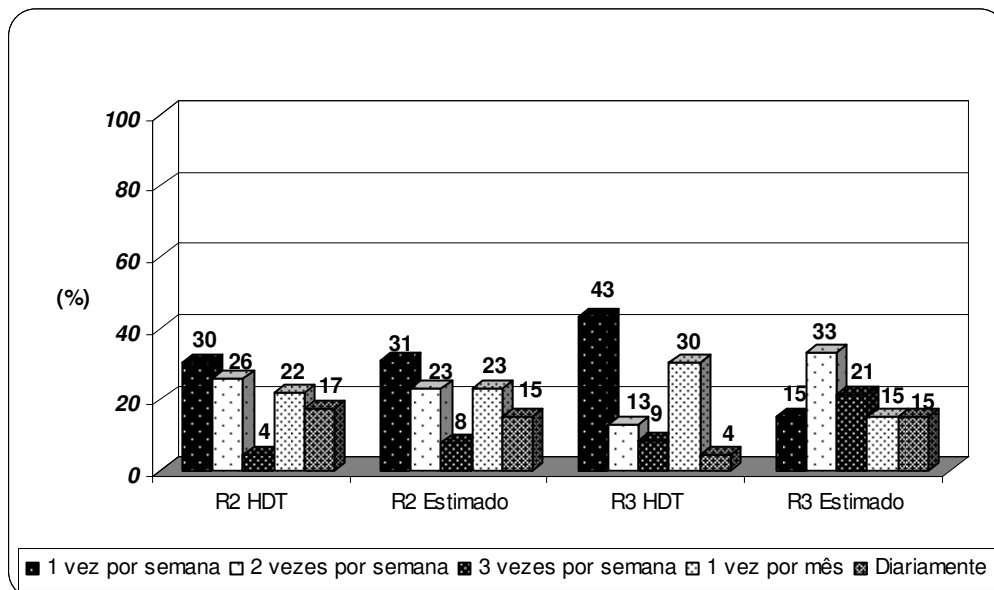


Gráfico 29: Frequência da lavagem do pátio ou calçada nos imóveis da amostra do Conjunto Benjamim Sodré.

Após a análise das diversas atividades com o uso de água na amostra do Conjunto Benjamim Sodré, foi possível mostrar na Tabela 30 o consumo total de cada atividade conforme o uso da água.

Tabela 30: Consumo da amostra conforme o uso da água do Conjunto Benjamim Sodré.

| ATIVIDADE | CONSUMO REAL DAS LIGAÇÕES (litros/dia) | CONSUMO IDEAL DAS LIGAÇÕES (litros/dia) | ECONOMIA (%) |
|--------------------------|--|---|----------------------------|
| Escovar os dentes | 4.195,20 | 3.480,00 | 17,04 |
| Tomar banho | 55.350,00 | 31.185,00 | 43,66 |
| Lavar louça | 132.441,67 | 14.200,00 | 89,28 |
| Lavar roupa na máquina | 35.505 ⁽¹⁾ | 23.355,00 ⁽¹⁾ | 34,22 |
| Lavar calçada ou o pátio | 27.621,00 | 4.200,00 | 84,79 |
| TOTAL | 255.112,87 | 76.420,00 | 70,04⁽²⁾ |

⁽¹⁾ litros/semana.

⁽²⁾ percentual referente ao total do consumo real e ideal das ligações.

Percebe-se na Tabela 30 que a coluna que mostra o consumo real das ligações que a maior parcela consumo foi a atividade de lavar louça (132.441,67 litros/dia), a segunda, com percentuais bem próximos, foram tomar banho 55.350 litros/dia e lavar a roupa na máquina 35.505 litros/dia, seguidas da atividade de lavar a calçada ou o pátio (27.621 litros/dia) e escovar os dentes (4.195,20 litros/dia).

O que chamou também atenção na Tabela 30, caso fosse considerado o consumo ideal, foi o percentual de economia de água nas atividades de lavar a louça (89,28%) e lavar o pátio ou a calçada (84,79%), demonstrando que na amostra do Conjunto essas atividades, além das outras, estão com um consumo exagerado e que poderiam ser reduzidas aplicando-se o consumo racional de água por parte dos consumidores.

Pode-se observar no Gráfico 30 o tipo de vazamento no imóvel. Percebe-se que a maior parcela de vazamento presente nos imóveis na amostra no Conjunto foi em torneira ou válvulas (46,67%), vazamento na descarga do vaso (26,67%), vazamento em tubo dentro da parede (19,99%) e vazamento no hidrômetro (6,67%). A causa provável destes vazamentos deve ser por falta de manutenção em acessórios hidrosanitários e tubulação antiga. Segundo COSANPA (2008), uma torneira gotejando chega a um desperdício de 46 litros por dia, isto é, 1.380 litros por mês, o que daria para abastecer uma família de 5 pessoas por 1 dia, levando em consideração um per capita de 250 l/hab.dia (que geralmente é utilizado para cálculos em SAA). Conforme SABESP (2008), um vazamento em um furo de 2 mm no encanamento de uma residência desperdiça cerca de 3.200 litros de água por dia, 96.000 litros por mês, o que daria para abastecer 384 pessoas por 1 dia, levando em consideração um per capita de 250 l/hab.dia.

A análise que se pode fazer é que estes vazamentos, mesmo sendo poucos, estão de certa forma contribuindo para um desperdício relativo de água, precisando serem minimizados.

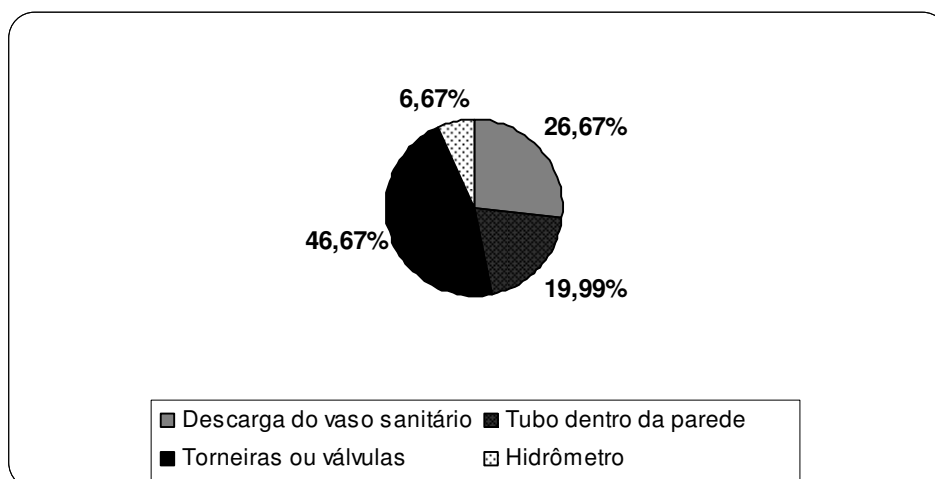


Gráfico 30: Tipo de vazamento nos imóveis na amostra do Conjunto Benjamim Sodré.

Na Tabela 31, é mostrado de forma detalhada o número de imóveis de acordo com o tipo vazamento e o desperdício.

Tabela 31: Número de imóveis de acordo com o tipo vazamento.

| SUBCATEGORIA | N° IMÓVEIS | LOCAL | Desperdício |
|--------------|------------|---|---------------|
| | | | (litros/dia) |
| R2 HDT | 0 | Descarga do vaso sanitário ⁽¹⁾ | - |
| | | Tubo dentro da parede ⁽²⁾ | - |
| | | Torneiras ou válvulas ⁽¹⁾ | - |
| | | Hidrômetro ⁽¹⁾ | - |
| R2 Estimado | 2 | Descarga do vaso sanitário ⁽¹⁾ | 92 |
| | 2 | Tubo dentro da parede ⁽²⁾ | 6.400 |
| | 2 | Torneiras ou válvulas ⁽¹⁾ | 92 |
| | 0 | Hidrômetro ⁽¹⁾ | - |
| R3 HDT | 1 | Descarga do vaso sanitário ⁽¹⁾ | 46 |
| | 1 | Tubo dentro da parede ⁽²⁾ | 3.200 |
| | 4 | Torneiras ou válvulas ⁽¹⁾ | 184 |
| | 0 | Hidrômetro ⁽¹⁾ | - |
| R3 Estimado | 1 | Descarga do vaso sanitário ⁽¹⁾ | 46 |
| | 0 | Tubo dentro da parede ⁽²⁾ | - |
| | 1 | Torneiras ou válvulas ⁽¹⁾ | 46 |
| | 1 | Hidrômetro ⁽¹⁾ | 46 |
| Total | 15 | | 10.152 |

⁽¹⁾ Torneira gotejando desperdiça 46 litros/dia.

⁽²⁾ Furo de 2mm em um tubo desperdiça 3.200 litros/dia.

É possível observar na Tabela 31 que na amostra estudada no Conjunto Benjamim Sodré o desperdício de água referente a vazamentos chegou a um valor médio de 10.152 litros/dia ou 304,56 m³/mês, levando em consideração que uma torneira ou válvula gotejando chega a um desperdício de 46 litros por dia, e um vazamento em um furo de 2 mm no encanamento de uma residência desperdiça cerca de 3.200 litros de água por dia. De acordo com a COSANPA, o valor cobrado por m³ é de R\$ 1,40, dessa forma estão sendo desperdiçados mensalmente uma média de R\$ 426,38 sob a forma de vazamentos. Considerando a população total de 2.942 habitantes ter-se-ia um desperdício de R\$ 1.421,27.

No Gráfico 31, é mostrado se na amostra existe alguém que participe de alguma associação ou comunidade que tem preocupação com o uso racional da água. É possível observar que apenas 5% (8 pessoas) responderam sim. Percentual este, que vem demonstrar que nas associações ou comunidades a preocupação com a racionalização da água, não está sendo levado a sério. As pessoas devem

assumir uma nova forma de pensar e agir, mudando seus hábitos e desenvolvendo formas de economizar água. É justamente nesta hora que as comunidades ou associações devem conscientizar o público de um bem necessário, fazendo palestras, distribuindo cartilhas e incluindo sempre nas reuniões de bairro, o tema água.

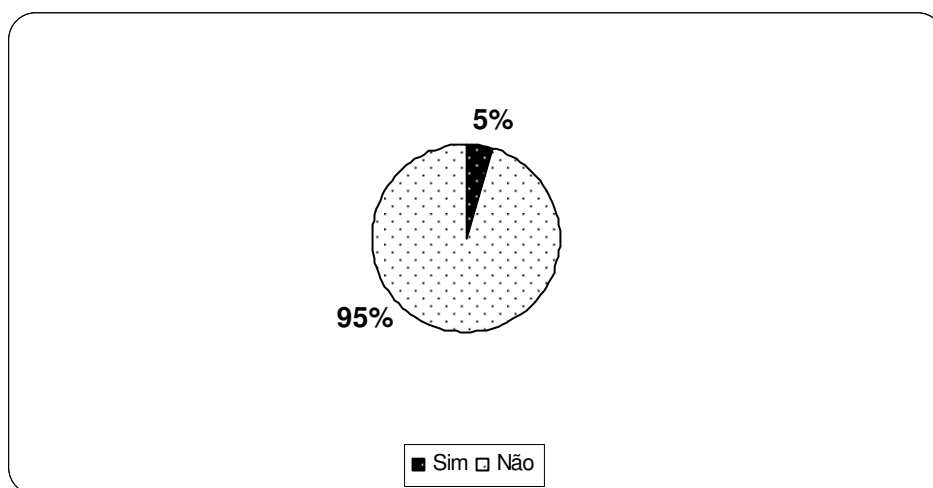


Gráfico 31: Pessoas que participam de associação ou comunidade, que tenha preocupação com o uso racional da água no bairro.

O que se pode observar no Gráfico 32 é que a maior parcela da população da amostra estudada ganha acima de 4 salários mínimos (57%), já a segunda maior parcela (31%), tem renda até 3 salários mínimos.

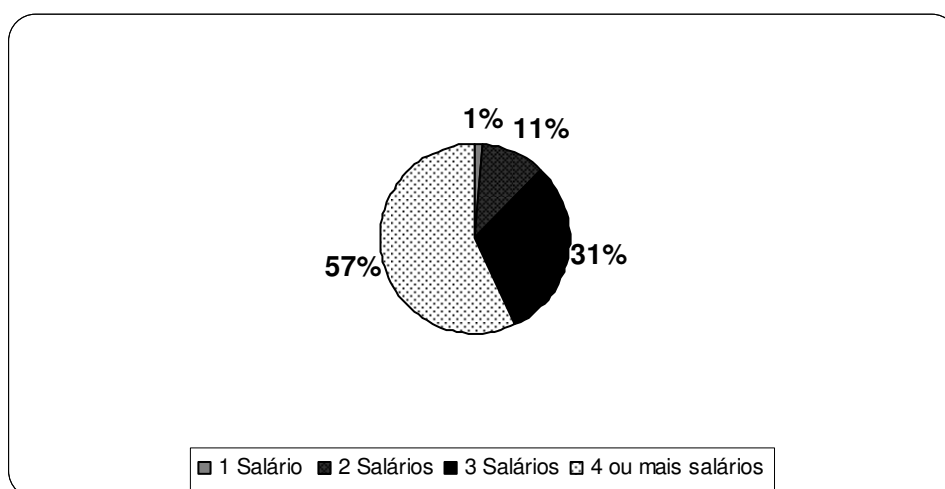


Gráfico 32: Renda familiar durante o mês.

Nos percentuais do Gráfico 32 é verificado que a maioria das pessoas possui uma boa qualidade de vida, até mesmo porque, durante as entrevistas feitas, foi observado que os imóveis possuem um bom padrão de construção, uma vez que no Conjunto apenas 12 casas são classificadas pela COSANPA na subcategoria R1, ou seja, imóvel tipo barraco, em madeira de segunda, enchimento ou alvenaria sem reboco, de construção simples. Dessa forma se pressupõe que o salário das pessoas dessa subcategoria é menor.

Na Tabela 32 pode-se observar um demonstrativo na redução do valor na conta do consumidor das subcategorias R2 e R3 utilizando a água para consumo de maneira racional.

Tabela 32: Demonstrativo de economia na conta do consumidor das subcategorias R2 e R3 por atividade da amostra do Conjunto Benjamim Sodré.

| ATIVIDADE | SUBCATEGORIA | DESPERDÍCIO | REDUÇÃO NA CONTA DO CONSUMIDOR | REDUÇÃO NA CONTA DE TODOS OS CONSUMIDORES ⁽¹⁾ | REDUÇÃO NA CONTA POR IMÓVEL ⁽¹⁾ |
|--------------------------|--------------|-----------------------|--------------------------------|--|--|
| | | (m ³ /mês) | (%) | (R\$) | (R\$) |
| Escovar os dentes | R2 | 8,65 | 13,71 | 12,11 | 0,14 |
| | R3 | 12,81 | 20,40 | 17,93 | 0,20 |
| Tomar Banho | R2 | 353,7 | 42,74 | 495,18 | 5,63 |
| | R3 | 371,25 | 44,57 | 519,75 | 5,91 |
| Lavar Louça | R2 | 1.741,05 | 89,32 | 2.437,47 | 27,70 |
| | R3 | 1.806,20 | 89,24 | 2.528,68 | 28,74 |
| Lavar Roupa na Máquina | R2 | 182,25 | 33,83 | 255,15 | 3,00 |
| | R3 | 182,25 | 34,62 | 255,15 | 2,90 |
| Lavar o Pátio ou Calçada | R2 | 329,01 | 84,84 | 460,61 | 9,40 |
| | R3 | 373,62 | 84,76 | 523,07 | 9,34 |
| TOTAL | | 5.360,79 | | 7.505,1 | 92,96 |

⁽¹⁾ Segundo a COSANPA 1 m³ custa R\$ 1,40

Na Tabela 32 é possível notar, na coluna que mostra a redução na conta do consumidor por imóvel, que a prática do consumo racional da água para a atividade de escovar os dentes levaria a uma economia média mensal de R\$ 0,16 para subcategoria R2 e R\$ 0,23 para a subcategoria R3. Para as outras atividades, há um reflexo maior na conta do usuário, principalmente para lavar a louça, pois cada consumidor economizaria por mês, em média, R\$ 27,70 para subcategoria R2 e R\$

28,74 para subcategoria R3, mostrando que a prática do uso racional funciona e reflete diretamente na conta do consumidor.

Essa economia de R\$ 92,96 na amostra referente a amostra de 30% da população do Conjunto Benjamim Sodré, no que diz respeito às atividades diárias consideradas neste estudo, teriam um reflexo mensal na conta de água da população total de R\$ 309,87 por residência do Conjunto.

Assim, o consumo exagerado gera degradação ambiental, pois, ao abrir uma torneira, não se está apenas consumindo água, mas também, alimentando toda a rede de esgoto, para onde vai praticamente toda a água que consumimos.

Deve-se visar o uso racional da água no cotidiano através de iniciativas que tenham como objetivo reduzir o seu consumo e estimular a adoção de novas atitudes e comportamentos. A população deve pensar e agir visando o crescimento econômico e respeitando a capacidade dos recursos do meio ambiente, sobretudo a água.

A conscientização e a educação do consumidor são fundamentais para mudanças em seus hábitos, para colaborar na conservação da água nas cidades. Pequenos cuidados fazem muita diferença na conta do usuário e na minimização do desperdício conforme foi mostrado na Tabela 32.

Portanto, racionalizar o uso da água não significa ficar sem ela. Significa usá-la sem desperdício. Considerá-la uma prioridade social e ambiental, para que a água tratada e saudável nunca falte nas torneiras.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados obtidos no trabalho pode-se concluir que:

- No Conjunto existem 631 ligações que faturaram 11.488,50 m³, durante os meses de estudo, e 99 ligações factíveis, totalizando 730 ligações;
- No Conjunto Benjamim Sodré a maioria dos imóveis é do tipo residencial totalizando 93,98% do total;
- Na categoria residencial grande parte dos imóveis é R3 (56,60%), o que significa dizer que a maioria dos imóveis do Conjunto Benjamin Sodré é de bom acabamento e possuem até dez pontos de água;
- A subcategoria que possui mais imóveis factíveis é a R1, com 47 ligações;
- Os volumes médios diários obtidos nas medições realizadas nas unidades do sistema foram de 1.317,60 m³/dia na captação, de 1.314,74 m³/dia no vertedor, de 1.310,64 m³/dia na saída do reservatório apoiado e de 1.303,14 m³/dia na saída da distribuição;
- Foi obtido o valor de 382,95 m³/dia, para o volume medido (HDT e estimado) nas economias do Conjunto Benjamim Sodré;
- O percentual de perdas entre o poço e o vertedor foi de 0,22%, que pode ser causado por vazamentos em válvulas, conexões e transbordamento do filtro, representando uma perda no faturamento da COSANPA de R\$ 121,48 ao mês;
- O percentual de perdas entre o poço e o reservatório apoiado foi de 0,53%, possivelmente ocasionado por fissuras na estrutura da cisterna e vazamentos nas bombas, deixando a COSANPA de faturar mensalmente R\$ 291,75;

- No Reservatório Elevado há uma perda em média de 7,50 m³/dia (0,58%) referente a lavagem dos filtros, valor este, que está até excelente em relação aos dados levantados na literatura, pois é considerado segundo Coelho (1996) uma perda que ocorre normalmente para operações de limpeza da ETA;
- Os indicadores calculados neste trabalho tiveram os seguintes resultados IPD (70,04%), praticamente 71 litros de água desperdiçados; IPF (70,61%), cerca de 71 litros de água que a COSANPA deixa de faturar, sendo este valor acima do valor médio observado no Brasil (40 a 50%); ILB (157,96 L/m.dia), praticamente 158 litros estão sendo desperdiçados por metro diariamente; IPL (1.446,41 L/ligação.dia), teve um desperdício alto por ligação; IH foi de 72,27% e o percentual de perdas entre a captação e a rede distribuição foi de 70,93% (IGP), podendo ser proveniente de adulterações no hidrômetro, “bypass” no hidrômetro, ligações clandestinas e vazamentos;
- Os imóveis da amostra do Conjunto apresentam geralmente 6 compartimentos;
- O per capita do Conjunto apresentou uma média de 130,16 litros/hab.dia e um número de pessoas em torno de 2.942;
- A opinião do morador quanto à forma de cobrança pelo uso da água se apresentou com uma tendência para a resposta injusta nos imóveis HDT, pois alegavam que os vizinhos que tinham a forma de cobrança estimada, usavam e desperdiçavam mais água que eles, e o preço da cobrança era menor;
- Segundo os moradores, de todas as subcategorias analisadas, da amostra do Conjunto Benjamim Sodré, a água é da má qualidade, apresentando uma média de 72% das respostas dos entrevistados;

- O número de casos das enfermidades relacionadas com a água que acometeram os moradores nos últimos anos na amostra do Conjunto foi de 112, ou seja, cerca de ¼ da população entrevistada;
- Na amostra do Conjunto a grande maioria dos moradores desperdiça água (cerca de 86%). A forma de cobrança estimada está com cerca de 94% de desperdício. Esses percentuais se demonstraram altos porque a população ainda não tem um bom senso de fechar a torneira quando não estiver utilizando-a, principalmente os moradores que não possuem HDT, uma vez que somente pagam uma taxa independentemente do que consomem;
- Para a atividade de escovar os dentes com a torneira o tempo toda aberta, foi verificado que a maioria dos entrevistados respondeu que não pratica esse hábito (cerca de 70%). Para o tempo de 2 minutos foi constatado que o consumo está normal, pelo considerado ideal pela SABESP, não havendo desperdício de água. O consumo desta atividade poderia ser reduzido em 17,04% ou 21,46 m³/mês, observando o critério do consumo ideal;
- Com relação ao banho com o registro o tempo todo aberto, a maior parcela dos entrevistados (cerca de 62%) responderam que é comum esta prática entre eles. O que mais chamou atenção foi que a forma de cobrança HDT atingiu os maiores consumos para esta atividade (cerca de 65,91%). Em se tratando de tempo no banho, para 5 minutos o consumo está dentro do considerado ideal pela SABESP. Foi percebido uma redução no consumo para esta atividade de 43,66% ou 724,95 m³/mês, caso fosse feito o uso racional da água, ou seja, fechando-se a torneira ao estar se ensaboando;
- Na lavagem de louça com a torneira o tempo toda aberta, cerca de 24%, dos entrevistas assumiram esta prática, sendo que na subcategoria R2 estimada foi atingindo um valor de 27,27%. Com relação ao tempo que uma pessoa passa para lavar a louça foi percebido que o desperdício se fez presente em todo momento, desde 5 a 20 ou mais minutos, o que poderia ser reduzido em cerca de 90% o consumo fechando-se a torneira para ensaboar a louça ;

- Durante as entrevistas no local de estudo, quase 100% das pessoas entrevistadas diziam lavar roupa na máquina. O consumo nesta atividade chegou a uma estimativa de 35.505 litros/dia, o que poderia ser reduzido em 34,22% ou 23,35 m³/mês lavando-se apenas uma vez por dia;
- Cerca de 60% da população da amostra do Conjunto utiliza mangueiras para lavar o pátio ou a calçada do imóvel. Esse consumo chegou a 27.621 litros/dia. Com o uso de baldes com água este consumo seria reduzido em média 84,79% ou 702,63 m³/mês;
- O maior percentual de vazamento dentro dos imóveis da amostra do Conjunto Benjamim Sodré foi em torneiras ou válvulas (46,67%). A causa mais provável pode ser a falta de manutenção por parte do morador.
- Na amostra do Conjunto grande parte da população (95%) não participa de alguma comunidade ou associação que tenha preocupação com o uso racional da água.
- A média da renda familiar na amostra do Conjunto é de 4 salários mínimos.
- Caso fosse utilizado o consumo racional da água haveria uma média de economia mensal na conta da amostra dos consumidores das subcategorias R2 e R3 para as atividades de: escovar os dentes, R\$ 0,24; tomar banho, R\$ 5,62; lavar louça R\$ 28,22; lavar roupa na máquina R\$ 2,95 e lavar o pátio ou a calçada R\$ 9,37. Por isso a população deve ter consciência e educação em fechar a torneira quando não está utilizando água, verificar se existem vazamentos na residência, usar água da chuva ou da máquina de lavar para lavar o quintal etc.

Dessa forma é recomendado que sejam aferidos os hidrômetros existentes no Conjunto Benjamim Sodré; realizada a paralisação do sistema para substituição do

leito filtrante; manutenção nas válvulas e conexões (com vistas a diminuição dos vazamentos); inspeção nas estruturas do reservatório apoiado; manutenção das bombas; identificação de possíveis ligações clandestinas e; treinamento técnico da equipe responsável pela operação do sistema. Realizar a hidrometração de 100% dos consumidores, garantindo a cobrança dos volumes efetivamente consumidos e para um melhor controle dos desperdícios. Desenvolver uma campanha educacional junto à população da área, conscientizando-os sobre os benefícios do uso racional da água, através da própria comunidade do local. Instalar macromedidor não somente na saída da ETA, mas também na entrada do setor de abastecimento, possibilitando assim, a determinação mais confiável dos volumes realmente disponibilizados para consumo. Substituir redes, ramais e registros que apresentem reincidência de vazamentos em função da elevada idade desses componentes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agenda 21. Capítulo 36. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 30 Ago. 2008.

ALVES, W. C., *et al.* Documento Técnico de Apoio nº D2. **Macromedição**. MPO/SEPURB/DS (Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Nacional de Política Urbana, Diretoria de Saneamento). Brasília, 2004.

_____. Documento Técnico de Apoio nº D3 . **Micromedição**. MPO/SEPURB/DS (Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Nacional de Política Urbana, Diretoria de Saneamento). Brasília, 2004.

AWWA - American Water Works Association. **Water Treatment Plant Waste Management**. American Water Works Association Research Foundation, Denver, 459 p., 1987.

AZEVEDO, Netto J.M.. **Da importância da água: o ciclo hidrológico; água subterrânea: importância em construção, operação e manutenção de poços**. São Paulo. CETESB, 1973.

_____. **Manual de Hidráulica**. Edgard Blucher Ltda, v 2, 724 p, 6 ed., São Paulo, 1996

_____. **Manual de Hidráulica**. 8ª Edição. 2ª Reimpressão. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo-SP, 2002..

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água**. In: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA- Documento Técnico de Apoio nº A 2. 80 p. Brasília, DF: 2003. Versão preliminar para discussão

BUSTOS M. L. R. **A educação ambiental sob a ótica dos recursos hídricos**. São Paulo – SP: Universidade de São Paulo. 194p. 2003. Tese (doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2003)

CARVALHO, F. S. *et al.* **Estudos sobre Perdas no Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de Maceió**. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 7., 2004, São Luis. *Anais*. São Luis: ABRH, 2004.

CIASEY. **Catálogo de Hidrômetros**, 2008. Disponível em: <www.ciasey.com.br> acesso em: 15 Jun. 2008.

CISED. **Perdas de Água**. Disponível em: <www.cised.pt/consultor/perdasagua.htm> acesso em: 13 Mai. 2008.

COELHO, A C. **Medição de Água, Política e Prática** . Manual de Consulta. Recife: Comunicarte, 1996, p. 27-29.

_____. **Medição de Água e Controle de Perdas**. Rio de Janeiro: ABES, 1983. 339p.

CONEJO, J.G.L., *et al.* DTA. Documento Técnico de Apoio nº C3. **Medidas de Redução de Perdas. Elementos para Planejamento**. MPO/SEPURB/DS (Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Nacional de Política Urbana, Diretoria de Saneamento). Brasília, março, 1998.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PAULO – SABESP. **Saiba como reduzir o consumo de água**. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=sabesp&pub=T&db=&docid=EB0921FE7BA4EC33832571FF006773F5>> Acesso em: 30 ago 2008.

_____. **Programa Interno de Redução de Perdas de Energia Elétrica.** Ações Complementares, editado pela Superintendência de Planejamento e Apoio da Distribuição da Vice Presidência de Distribuição da SABESP, 1997.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ - COSANPA. Dheca, Projetos e Construções LTDA, **Planta do Projeto do Sistema de Abastecimento de Água do Conjunto Benjamin Sodré**, 1982.

_____. **Planilhas de Categorias e Sub-categorias de Consumo**, 2008.

_____. **Planilha de vazão do poço e reservatório elevado do Conjunto Benjamin Sodré**, 2009.

_____. **Relatório de Faturamento Mensal do Conjunto Benjamin Sodré**, 2008/2009.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DO PARÁ - COHAB. **Relatório Técnico – Conjunto Benjamim Sodré**. Belém - PA, 1988.

DANTAS, A. M. MORAES, LUIZ R. S. **Análise do desperdício de água tratada por meio de Vazamentos nas instalações hidráulico-sanitárias em edifícios residenciais: um estudo em Salvador-Bahia.** 35ª Assembléia Nacional da ASSEMAE, 2005 - Belo Horizonte-MG. Disponível em: <<http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/35Assemae005.pdf>> Acesso em: 28 ago 2008.

EVANGELISTA, R. M. **Implantação de Programa de redução de Perdas em Sistema de Distribuição de Água.** Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, 2004.

FAE. **Catálogo de Hidrômetros**, 2008. Disponível em: <www.fae.com.br/AllProdutos.aspx?Idioma=pt&Tipo=agua> Acesso em 15 Jun. 2008.

FUNASA: Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento para municípios**, Brasília, DF, 1999.

GONÇALVES, E. **Metodologias para controle de perdas em sistemas de distribuição de água**. Estudo de casos da CAESB. Brasília, 1998. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Brasília, 1998.

GOOGLE EARTH. **Vista área**, 2008.

HAMMER, M.J.. **Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto**. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1975.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (org.) **Abastecimento de água para consumo humano**. 1. ed. Belo Horizonte – MG. Editora da UFMG, 2006. v. 1. 860p.

HIDROVOLT. **Catálogo de Hidrômetros**, 2008. Disponível em: <www.hidrovolt.com.br> Acesso em 15 Jun. 2008.

KAYANO, J., CALDAS, Eduardo de L. **O que são Indicadores**. Retirado do boletim Educação e Participação. ANO V - Nº 23 Janeiro/Fevereiro de 2007. Disponível em: <www.educacaoeparticipacao.org.br/modules/biblioteca_digital/index.php?op=v_reg&bib_10_id=37> Acesso em 13 Mai. 2008.

LAMBERT, A. **Controle Avançado de Perdas Físicas de Água para Abastecimento Público**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. 1998. Comunicação oral. Brasília DF, 1998.

LAO. **Catálogo de Hidrômetros**, 2008. Disponível em: <www.laosp.com.br/vitrine.asp?tipo_produto=Hidrômetros&segmento=Residenciais> acesso em: 15 Jun. 2008.

LUZ, L. D. *et al.* **Indicadores de Perdas de Água para o SAAE de Alagoinhas/Ba**. Anais ABES. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Campo Grande, 2005.

MACÊDO, J. A. B. **Águas e águas**. 2. ed. Belo Horizonte – MG. CRQ-MG, 2004. P 52 – 204.

MACEDO FILHO, J. C. **Proposta para Redução dos Índices de Perdas nos Sistemas de Distribuição de Água Tratada**. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, 1997.

MAGALHÃES, Abal Simões de. **Setorização no Combate às Perdas**. Anais ABES. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Campo Grande, 2001.

MARCATTO, CELSO. **Educação ambiental: conceitos e princípios**. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 64 p.

MARCKA ESTANISLAU. DTA. Documento Técnico de Apoio nº A2 . **Definições de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento**. MPO/SEPURB/DS (Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Nacional de Política Urbana, Diretoria de Saneamento). Brasília, 2004.

MARTINI, J.S. Colombo. **Telemedicação, Telesupervisão e Telecomando**. Um Sistema em Tempo Real para o controle do abastecimento de água numa Região Metropolitana. São Paulo: Universidade Estadual de São Paulo . USP, 1982. 247 p.

MEADOWS, D. **Indicators and Information Systems for Sustainable Development**. The Sustainability Institute; 1998. Disponível em <<http://www.nssd.net/pdf/donella.pdf>> Acesso em 24 Nov. 2003.

MELLO, E.J. Perdas não físicas pela submedição: **o hidrômetro classe c é a solução**. 28º assembleia nacional da ASSEMAE, Porto Alegre-RS,1999.

NIELSEN *et al.* **Medição de Água: Estratégias e Experimentações**. Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, 2003.

PENA, D. S. e ABICALIL, M. T. **Saneamento: Os Desafios do Setor e a Política de Saneamento**. In: Infra-estrutura: perspectivas de reorganização. Brasília: Ipea, 1999. p. 107-137. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/pub/infraestrutura/saneamento/san_parte4.pdf>. Acesso em: 10 Ago. 2006.

RECH, A L. **Água Medição e Perdas**. São Paulo: Scortecci, 1999.

PEREIRA, L.R. **A Gestão Comercial como Instrumento de Redução de Perdas**. Palestra apresentada no Seminário Saneamento 97, organizado pelo Institute for International Research, de 24 a 26 de março de 1997 em São Paulo.

PEREIRA, Jose Almir Rodrigues. **Estimativa da Tarifa de Esgoto Sanitário com Base no Consumo *percapita* de Água em Edifícios Residenciais com Poço Artesiano**. Anais ABES. 21^º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Campo Grande, 2001.

SABESP. **Programa Interno de Redução de Perdas de Energia Elétrica**. Ações Complementares, editado pela Superintendência de Planejamento e Apoio da Distribuição da Vice Presidência de Distribuição da SABESP, 1997.

SILVA, R.T. **Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água**. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Brasília, 1998.

SILVA, F. Araújo da. **Perda de Água em Sistemas Públicos de Abastecimento no Ceará**. Revista Tecnológica, Fortaleza, v. 26, n. 1, p. 1-11, jun. 2005.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**, 2001.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**, 2006.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**, 2007.

SOARES, D. **A Experiência da Redução e Controle de Perdas no Sistema de Distribuição de Água no Setor Jd. Popular.** Anais ABES. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Campo Grande, 2001.

TARDELLI FILHO, J. **Controle e redução de perdas.** In: TSUTYIA, M. T. (Ed.). Abastecimento de água. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. cap. 10, p. 475-525.

THEESS, R., QUEIROZ JÚNIOR, P. P. **O aumento da Capacidade de Suprimento e a Redução dos Cursos de Abastecimento de Água, com Baixo de Investimento, pela Estabilização das Pressões nas Redes de Distribuição, o Controle e a Redução das Perdas Físicas nos Vazamentos,** Documento Técnico nº 242, ver. 4.0, São Paulo, 1996.

TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água:** interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. São Paulo: MF Navegar, 2000. 250 p.

TSUTYIA, M. T. **Abastecimento de água.** 1ª ed. São Paulo – SP. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. XIII – 643p.

VAZ FILHO, P. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água.** Tese de Doutorado. EESC: Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 1997.

VELOSO T. P. **Avaliação de Perdas de Água do Sistema de Abastecimento de Água da COSANPA, na Região Metropolitana de Belém-Pa.** Dissertação de Mestrado. UFPA: Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

VIANNA M.R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água.** Instituto de Engenharia Aplicada, 2ª ed. Belo Horizonte, 1992. p. 1-20.

VIEGAS, A. A. SERRUYA, I. J. L. **Metodologia para Estudo das Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Conjunto Benjamin Sodré – RMB.**

Trabalho de Conclusão de Curso. UFPA: Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

ZENNER. **Catálogo de Hidrômetros**, 2008. Disponível em:
<www.zenner.com.br/index.htm> acesso em: 15 Jun. 2008.

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

QUESTIONÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO-AMBIENTAL

OBJETIVO: Estudo das Perdas e Desperdícios no Sistema de Abastecimento de Água e nas Residências do Conjunto Benjamim Sodré

NOME DO TITULAR DA CONTA DE ÁGUA: _____

ENDEREÇO: _____

IDADE: _____ ANOS SEXO: () MASCULINO () FEMININO

1. NÍVEL DE ESCOLARIDADE DO ENTREVISTADO:

() ANALFABETO () MÉDIO INCOMPLETO/COMPLETO () PÓS-GRADUADO

() FUNDAMENTAL INCOMPLETO/COMPLETO () SUPERIOR INCOMPLETO/COMPLETO

2. QUAL A SUBCATEGORIA DO IMÓVEL:

() R2 () R3

3. QUANTOS COMPARTIMENTOS HÁ NO IMÓVEL (Quarto, sala, Cozinha, Banheiro etc.)

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 ou mais

4. NÚMERO DE PESSOAS QUE MORAM NO IMÓVEL: _____

5. FORMA DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA: () HIDROMETRADA () ESTIMADA

6. EM CASO DE HIDRÔMETRO VOCÊ ACHA: () JUSTO () INJUSTO () NÃO TEM OPINIÃO

7. EM CASO DE ESTIMADO VOCÊ ACHA: () JUSTO () INJUSTO () NÃO TEM OPINIÃO

8. NA SUA OPINIÃO, QUAL A QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA NO CONJUNTO:

() EXCELENTE () BOA () REGULAR () RUIM

9. ALGUM MORADOR FOI ACOMETIDO POR ALGUMA ENFERMIDADES RELACIONADAS COM A ÁGUA? (considerando o ano de 2007/2008):

() SIM () NÃO

10. QUAIS OS CASOS?

() DISINTERIA/DIARRÉIA.

NÚMERO DE CASOS: _____

() VERMINOSES (ameba, giárdia etc.)

NÚMERO DE CASOS: _____

() HEPATITE A

NÚMERO DE CASOS: _____

() DOENÇAS DE PELE (escabiose etc.)

NÚMERO DE CASOS: _____

() OUTRA: _____

NÚMERO DE CASOS: _____

11. VOCÊ TEM ALGUM TIPO DE DESPERDÍCIO DE ÁGUA EM SUA RESIDÊNCIA? () SIM () NÃO

12. É HÁBITO DOS MORADORES ESCOVAREM OS DENTES O TEMPO TODO COM A TORNEIRA ENTREABERTA? () SIM () NÃO
QUAL TEMPO: () 2 MIN. () 3 MIN. () 4 MIN. () 5 MIN. OU MAIS

13. É HÁBITO DOS MORADORES TOMAREM BANHO O TEMPO TODO COM O REGISTRO MEIO ABERTO? () SIM () NÃO
QUAL TEMPO: () 5 MIN. () 10 MIN. () 15 MIN. () 20 MIN. OU MAIS

14. AO SE LAVAR A LOUÇA, É DE COSTUME DEIXAR A TORNEIRA ABERTA O TEMPO TODO? () SIM () NÃO
QUAL TEMPO: () 5 MIN. () 10 MIN. () 15 MIN. () 20 MIN OU MAIS.

15. AO SE LAVAR A ROUPA, É DE COSTUME DEIXAR A TORNEIRA ABERTA O TEMPO TODO? () SIM () NÃO () USA MAQUINA DE LAVAR
() SEMANALMENTE. _____ VEZES () MENSALMENTE. _____ VEZES
QUAL TEMPO: () 5 MIN. () 10 MIN. () 15 MIN. () 20 MIN. OU MAIS

16. É HÁBITO DOS MORADORES USAREM MANGUEIRA PARA LAVAR O PÁTIO OU A CALÇADA DA CASA? () SIM () NÃO LAVA
() SEMANALMENTE. _____ VEZES () MENSALMENTE. _____ VEZES
QUAL TEMPO: () 5 MIN. () 10 MIN. () 15 MIN. () 20 MIN. OU MAIS

17. EXISTE VAZAMENTO NO IMÓVEL? () SIM () NÃO

ONDE: () VÁLVULA DE DESCARGA () TUBO DENTRO DA PAREDE OU PISO () TORNEIRA () OUTRO: _____

18. EXISTE NO IMÓVEL ALGUMA PESSOA QUE PARTICIPA DE ALGUMA ASSOCIAÇÃO OU COMUNIDADE, QUE TENHA PREOCUPAÇÃO COM O USO RACIONAL DA ÁGUA? () SIM () NÃO

19. QUAL A RENDA TOTAL FAMILIAR DURANTE O MÊS? (considerando-se o salário mínimo no valor de R\$ 415,00)

() 1 SALÁRIO MÍNIMO () 2 SALÁRIOS MÍNIMOS () 3 SALÁRIOS MÍNIMOS () 4 OU MAIS SALÁRIOS MÍNIMOS

OBSERVAÇÕES: _____

PESQUISADOR:

ALESSANDRO VIÉGAS
Engenheiro Sanitarista

Responsável: _____

Data: ___ / ___ / 2008

APÊNDICE B



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO TECNOLÓGICO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
MESTRADO EM SANEAMENTO AMBIENTAL EM SISTEMAS DE INFRA-ESTRUTURAS URBANA

Belém-Pa, 20 de novembro de 2008

Senhor (a) morador (a),

Este questionário é parte integrante da pesquisa de campo intitulada “**Estudo das Perdas e Desperdício no Sistema de Abastecimento de Água e nas residências do Conjunto Benjamin Sodré**”, a qual é requisito complementar para integralizar a dissertação de mestrado em Engenharia Civil, na UFPA.

A pesquisa a ser realizada, tem por objetivo a identificação e quantificação de perdas no Sistema de Abastecimento de Água do Conjunto Benjamin Sodré, assim como, aplicação de um questionário sócio-econômico-ambiental na população residente.

O presente estudo não apresenta nenhum risco a sua integridade física e moral. Com relação aos benefícios do mesmo, ressaltamos que as informações obtidas serão de grande valia científica, indicando as possíveis causas de perdas e desperdícios de água que estão presentes no conjunto Benjamin Sodré, possibilitando assim, à COSANPA e população residente, promoverem ações preventivas e corretivas, para melhorar as condições de fornecimento e o consumo racional da água potável.

Para a realização desta pesquisa torna-se imprescindível a participação de Vossa Senhoria, através do preenchimento do questionário anexo. Para tanto, solicitamos esta especial colaboração.

Sua participação é ESPONTÂNEA. Se não quiser participar da entrevista ou caso não queira responder alguma questão, terá total liberdade.

Manifestamos desde já os nossos agradecimentos pela atenção que Vossa Senhoria dispensar a esta pesquisa.

Coloco-me, a sua disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

ALESSANDRO VIÉGAS
Engenheiro Sanitarista

Universidade Federal do Pará - UFPA
Coordenação do Mestrado em Engenharia Civil
Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá - CEP: 66075-110 - Belém-PA
Fone: 8101-4392

- Mantenha a torneira fechada enquanto estiver lavando a louça.
- Acumule a roupa suja e lave de uma só vez.
- Deixe a torneira fechada enquanto ensaboa e esfrega as roupas.



Diminua o número de vezes e o tempo de duração das lavagens do seu carro. Em dia de chuva, basta enxugá-lo. Lave-o com balde ou bacia.

- Use vassoura e não a mangueira para limpar a calçada.
- Diminua o tempo de descargas. Regule periodicamente a válvula de descarga do seu banheiro.
- Na hora de lavar as mãos, feche a torneira enquanto usa o sabonete e só abra quando for enxaguá-las. O mesmo conselho para quando estiver fazendo a barba e escovando os dentes.



- Evite banhos muito longos. Ensaboe-se com o chuveiro fechado.
- Use o regador quando for aguar as plantas.
- Conserte os vazamentos.
- Não deixe a torneira pingando.

VOCÊ SABIA?

- Lavando o carro com balde, você gasta cerca de 30 litros; se for mangueira, o consumo salta para 400 litros de água em 20 minutos.
- Quem usa esguincho para "varrer" a calçada desperdiça quase 280 litros de água em 15 minutos. Use vassoura.
- Ao tomar um banho de 15 minutos com ducha, você gasta 240 litros de água de um apartamento ou 135 litros se for numa casa. Banhos demorados devem ser evitados.
- Uma torneira gotejando chega a um desperdício de 46 litros por dia, isto é, 1.380 litros por mês.

APÊNDICE C

Dicas para você ver como é fácil racionalizar o consumo de água, sem a sua família abdicar do conforto a que está habituada.

REALIZAÇÃO



Estação de Tratamento de água do Conjunto Benjamim Sodré

APÊNDICE D

| UNIDADES AUTÔNOMAS | |
|--------------------|---|
| CATEGORIA | CONCEITUAÇÃO |
| RESIDENCIAL | Constitui unidade autônoma residencial: casa, apartamento ou quarto com ocupação independente, dotados de instalações de água/esgoto privativas ou comuns, para utilização dos serviços da concessionária. |
| COMERCIAL | Constitui unidade autônoma comercial: loja, sobreloja, sala de escritório, apartamento e quarto de hotel, pensão, hospedaria ou motel; enfermaria, quarto, apartamento de hospitais, maternidade ou clínicas particulares, sala de aula de escola, creche, colégio ou faculdades particulares, além de outros com atividades comerciais em geral, com ocupação independente, dotadas de instalações de água/esgoto, privativas ou comuns, para utilização dos serviços da concessionária. |
| INDUSTRIAL | Constitui unidade autônoma industrial departamento ou unidade de fábrica em geral, com ocupação independente, dotadas de instalações de água/esgoto, privativas ou comuns, para utilização dos serviços da concessionária. |
| PÚBLICA | Constitui unidade autônoma pública: prédio com atividades públicas em geral, apartamento, quarto ou enfermaria de hospital, clínicas ou maternidade pública, sala de escola, creche, colégio ou faculdades públicas, alojamento de unidade militar, igrejas, conventos, templo, além de outros com atividades públicas em geral com ocupação independente, dotadas de instalações de água/esgoto, privativas ou comuns, para utilização dos serviços da concessionária. |

APÊNDICE E

| CATEGORIA | SUB CATEGORIA | ESPECIFICAÇÃO | CONSUMO POR ECONOMIA (m ³) |
|--------------------|---------------|---|--|
| RESIDENCIAL | R – 1 | Imóvel tipo BARRACO, em madeira de 2º enchimento ou alvenaria sem reboco, de construção simples, dotado com até 03 (Três) pontos de utilização de água e com até 03 (Três) cômodos (Compartimentos) | 10 |
| | R – 2 | Imóvel de construção simples em madeira de lei, enchimento ou alvenaria com reboco, dotado com até 05 (cinco) pontos de utilização de água e mais de 03 (Três) compartimentos. Obs: Nesta sub-categoria, incluem-se apartamentos residenciais tipo “KIT-NET” de prédios em condomínio. | 20 |
| | R – 3 | Imóvel de bom acabamento, em madeira de lei, ou alvenaria, térreo ou com até 02 (dois) banheiros ou com até 10 (dez) pontos de utilização de água. Obs: Nesta sub-categoria, incluem-se apartamentos residenciais de prédios em condomínio | 30 |
| | R – 4 | Imóvel de fino acabamento em alvenaria, térreo ou com até 02(dois) pavimentos, dotado de, no máximo, 02 (dois) banheiros ou com até 10 (dez) pontos de utilização de água Obs: Nesta sub-categoria, incluem-se apartamentos residenciais de luxo de prédios em condomínios e piscinas residências | 40 |
| COMERCIAL | C – 1 | Sala de escritório, consultório, livraria, quitanda, barbearia, loja, vídeo, boutique, mercearia, farmácia, salão de beleza, lanchonete, venda de frango abatido, açougue, pequenas oficinas e demais comércios de pequeno porte ou similares, até 03 (três) pontos de água | 10 |
| | C – 2 | Bar, restaurante, hotel, pensão, motel, hospedaria, cinema, teatro, casa de show, supermercado, posto de combustível, lava-jato, laboratório, academia de ginástica, estacionamento, revenda de veículos, hospital, clínica, maternidade, casa de saúde particulares, colégio, creche e faculdade particulares ou conveniadas, bancos e instituições financeiras e demais comércios, ou similares com mais de 03 (três) pontos de água. | 25 |
| | C – 3 | Bar, restaurante, hotel, pensão, motel, hospedaria, cinema, teatro, casa de show, supermercado, posto de combustível, lava-jato, laboratório, academia de ginástica, estacionamento, revenda de veículos, hospital, clínica, maternidade, casa de saúde particulares, colégio, creche e faculdade particulares ou conveniadas, bancos e instituições financeiras e demais comércios similares com mais de 06 (seis) pontos de água. | 50 |
| | C – 4 | Bar, restaurante, hotel, pensão, motel, hospedaria, cinema, teatro, casa de show, supermercado, posto de combustível, lava-jato, laboratório, academia de ginástica, estacionamento, revenda de veículos, hospital, clínica, maternidade, casa de saúde particulares, colégio, creche e faculdade particulares ou conveniadas, bancos e instituições financeiras e demais comércios similares com mais de 06 (seis) pontos de água. | 75 |

Continua...

Continuação...

| | | | |
|-------------------|-------|---|-----------|
| INDUSTRIAL | I – 1 | Fábrica de móveis ou grades, confecções, toldo, artesanato e outras indústrias de pequeno porte ou similares, com até 03 (Três) ponto de água. | 10 |
| | I – 2 | Fábrica de sorvete, panificadora, fábrica de gelo, serraria, frigorífico, matadouro particulares, fábricas de bebidas em geral e outras indústrias similares, com mais de 03 (Três) ponto de água. | 25 |
| | I – 3 | Fábrica de móveis ou grade, confecções, toldo, sorveteria, panificadora, fábrica de gelo, serraria, frigorífico, matadouro particulares, fábricas de bebidas em geral e outras indústrias similares, com até de 06 (seis) ponto de água. | 50 |
| | I – 4 | Fábrica de móveis ou grade, confecções, toldo, sorveteria, panificadora, fábrica de gelo, serraria, frigorífico, matadouro particulares, fábricas de bebidas em geral e outras indústrias similares, com mais de 06 (seis) ponto de água. | 75 |
| PÚBLICO | P – 1 | Pequenas unidades dos Governos, Municipal, Estadual ou Federal; Centro de Associação comunitária, instituições religiosas, com até 06 (seis) ponto de água. | 10 |
| | P – 2 | Órgãos da administração direta dos Governos, Municipal, Estadual ou Federal; Escola, Colégio e Faculdades Públicas; Hospital, clínica, asilo, maternidade públicos, unidade militar e quartel públicos, praça, parque e cemitério públicos; biblioteca pública, matadouro público; Instituições cooperativas, fundações, com mais de 06 (seis) pontos de água. | 25 |
| | P – 3 | Órgãos da administração direta e indireta dos Governos, Municipal, Estadual ou Federal; Escola, Colégio e Faculdades Públicas; Hospital, clínica, asilo, maternidade públicas, unidade militar e quartéis públicos, praça, parque e cemitério públicos; biblioteca pública, matadouro público; Instituições religiosas, Associação de classes ou política, cooperativas, fundações, e outras unidades públicas similares, com até de 09 (nove) pontos de água. | 50 |
| | P – 4 | Órgãos da administração direta e indireta dos Governos, Municipal, Estadual ou Federal; Escola, Colégio e Faculdades Públicas; Hospital, clínica, asilo, maternidade públicas, unidade militar e quartéis públicos, praça, parque e cemitério públicos; biblioteca pública, matadouro público; Instituições religiosas, Associação de classes ou política, cooperativas, fundações, e outras unidades públicas similares, com mais de 09 (nove) pontos de água. | 75 |