



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Pará
Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Félix Júnior Justino do Carmo

**VAZAMENTOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: IMPACTOS NO
FATURAMENTO E NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO 3º SETOR
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE
BELÉM**

Belém
2009

Félix Júnior Justino do Carmo

VAZAMENTOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: IMPACTOS NO FATURAMENTO E NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, orientada.

Orientador: Prof. Dr. José Almir Rodrigues Pereira.

Belém
2009

Dados para catalogação na fonte
Biblioteca Central / UFPA, Belém - PA

C287v Carmo, Félix Júnior Justino do.

Vazamentos na rede de distribuição de água: Impactos no faturamento e no consumo de energia elétrica do 3º setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém/ Félix Júnior Justino do Carmo. —Belém - PA, 2009.

145 f.

Impresso por computador (fotocópia).

Orientador: Prof. Dr. José Almir Rodrigues Pereira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2009.

1. Água - Perdas reais. 2. Água - Vazamento. – Belém (PA). 3. Saneamento – Belém (PA).I.Título.

CDD: 628.1098115

Félix Júnior Justino do Carmo

VAZAMENTOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: IMPACTOS NO FATURAMENTO E NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Data de aprovação: 18/06/2009

Banca examinadora:

José Almir Rodrigues Pereira - Orientador

Titulação Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento
Instituição Universidade Federal do Pará

André Augusto Azevedo Montenegro Duarte

Titulação Doutor em Geologia e Geoquímica
Instituição Universidade Federal do Pará

Miguel Agostinho de Lator Imbiriba

Titulação Doutor em Engenharia Civil
Instituição Universidade Federal do Pará

Belém
2009

DEDICATÓRIA

À minha mãe e minha avó que sempre lutaram em prol de meu sucesso e me auxiliaram a superar os obstáculos durante minha vida, aos meus irmãos por acreditarem que seria capaz, ao meu sobrinho/filho Pedro Ruan que sirva de exemplo, ao meu amigo Valdinei e esposa pelo incentivo, paciência e orientação e finalmente a todos meus familiares que apostaram no meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tê me dado a vida e iluminado meu caminho na execução deste trabalho.

À minha mãe Edna do Justiniano do Carmo meu maior tesouro e motivo maior de minha perseverança por vencer.

A meus avós Raimundo do Carmo, Benedita do Carmo e Júlia Chaves pelas orações e por ter acreditado em mim.

Aos meus irmãos Maria do Carmo, Josiane e Fábio pelo incentivo, carinho paciência e compreensão nos momentos difíceis.

À meu sobrinho/filho Pedro Ruan pelo carinho, incentivo, e que este lhe sirva de exemplo à sua vida acadêmica.

Aos meus tios (as) Rui, Rubens, Nazir, Terezinha, Ana e Sandra pelas orações, incentivos e orientações em sempre me mostrar o caminho correto a seguir.

À família Mendes da Silva, em especial Regina Coeli, Albertino Damasceno (in memorian) e ao meu amigo Valdinei e Jaqueline pelo apoio, incentivo e amizade.

À minha namorada Alessandra Paiva pelo amor, carinho, incentivo, paciência e compreensão na execução desse trabalho.

Ao professor e orientador Dr.º José Almir Rodrigues Pereira meu especial carinho, não simplesmente por ter orientado, mas por estar presente e auxiliando no meu crescimento acadêmico e profissional.

À professora M.Sc. Marise Teles Condurú, do Núcleo de Meio Ambiente da UFPA, pela amizade e valiosa contribuição na normalização.

Aos meus amigos da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), Maria do Carmo, Gilmar, Marília, Norma, Lúcia Klautau, Paradela, Cleide, Benevran,

Gutierrez, Calvinho, e Ray Dayvd pelo apoio e incentivo na execução desse trabalho.

Aos meus amigos do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS), Gilberto Barreto, Monique Barreto, Daniel, Ana Júlia, Débora, Lucy Anne Gutierrez, pelo apoio e incentivo na execução desse trabalho.

As minhas amigas Lindalva Moraes e Carmem Sílvia Vigliano ,em especial a Lindalva Moraes pelo incentivo e apoio na conclusão desse trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela oportunidade em concluir esse trabalho.

À todos que nos ajudaram direta e indiretamente à realização deste trabalho.

RESUMO

Análise da estimativa de perdas de faturamento e de energia elétrica em decorrência de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor, gerenciado pela Companhia de Saneamento do Pará(COSANPA) na Região Metropolitana de Belém (RMB). A pesquisa foi realizada em 5(cinco) fases. Na fase 1 foi identificado o mês com maior ocorrência de vazamento no período de maio 2006 a abril de 2007, para detalhamento dessas ocorrências(local, diâmetro da rede e tempo de ocorrência de cada vazamento) na fase 2. Em seguida foram estimadas as vazões(fase 3) e os volumes perdidos(fase 4) na rede de distribuição de água do 3º setor. Finalmente na fase 5 foram estimadas as perdas de faturamento e de energia elétrica. Os resultados obtidos demonstram a necessidade de implantação de um programa de redução de perdas na rede de distribuição de água do 3º setor. O maior volume de água perdido ocorreu no mês de novembro de 2006, ocasionando perdas de faturamento de R\$ 20.906,32 correspondente ao volume de 14.933,08 m³ e de energia elétrica no valor de R\$ 477,80 corresponde a 2.389,93kWh. Com o trabalho foi possível constatar que os vazamentos na rede de distribuição do 3º setor prejudicam o desempenho do sistema e a receita da empresa.

Palavras-chave: Perda de água, Perda de energia elétrica, Vazamento.

ABSTRACT

Analysis of the estimate of losses billing of electric energy due the leak in the net of water distribution of the 3rd sector, managed by the Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) in the metropolitan region of Belém (RMB). The search was held done in 5 (five) stages. In the stage 1 was identified the month with major occurrence of leak in the period of May 2006 at Abril 2007, for detailing of the occurrences (local, diameter of the net and occurrence time of each leak) in the second phase. After it was estimated the flow (phase 3) and the volume lost (phase 4) in the net of water distribution of the 3rd sector. Finally in the phase 5 was estimated the losses of billing and electric energy. The results obtained show the necessities of deployment of a programme of reduction of losses in the net of water distribution of the 3rd sector. The greater volume of lost water occurred in the month of November 2006, causing loss of turnover of R\$ 20.906,32 corresponding to the volume of 14.933,08 m³ and the electric energy on the value of R\$477,80 correspond at 2.389,93kWh. With the work was possible see that the leaks in the net of water distribution of the 3rd sector damage the system performance and the revenue of the company.

Key words: Water loss, electric energy loss, leak.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | 16 |
| ABSTRACT | 17 |
| LISTA DE TABELA | 21 |
| LISTA DE QUADROS | 22 |
| LISTA DE FLUXOGRAMA | 24 |
| LISTA DE FIGURAS | 25 |
| LISTA DE FOTOGRAFIA | 26 |
| LISTA DE GRÁFICOS | 27 |
| LISTA DE MAPAS | 28 |
| LISTA DE EQUAÇÕES | 29 |
| LISTA DE DESENHOS | 30 |
| LISTA DE ESQUEMAS | 31 |
| 1 INTRODUÇÃO | 24 |
| 2 OBJETIVOS | 27 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 27 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 27 |
| 3 REVISÃO DA LITERATURA | 28 |
| 3.1 CONTROLE OPERACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA | 29 |
| 3.1.1 Elaboração de diagnóstico | 30 |
| 3.1.2 Perdas em sistemas de abastecimento de água | 33 |
| 3.1.2.1 Perdas Reais..... | 33 |
| 3.1.2.2 Perdas Aparentes..... | 36 |
| 3.1.2.3 Perdas de Energia Elétrica..... | 39 |
| 3.2 REDE DE DISTRIBUIÇÃO | 46 |
| 3.3 PRINCIPAIS PROBLEMAS COMUNS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA..... | 47 |
| 3.3.1 Ocorrência de zonas de baixa pressão | 47 |
| 3.3.2 Ocorrência de zonas com elevada pressão | 48 |
| 3.3.3 Elevadas perdas de carga | 49 |
| 3.3.4 Intermitência do fornecimento de água | 50 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.5 Depreciação da qualidade da água..... | 51 |
| 3.3.6 Vazamentos | 52 |
| 3.4 SETORIZAÇÃO DE REDES | 52 |
| 3.4.1 Macromedição | 54 |
| 3.4.2 Micromedição | 55 |
| 3.4.3 Controle de pressões..... | 56 |
| 3.4.4 Controle de vazamentos | 58 |
| 3.4.5 Equipamentos utilizados na determinação de vazamentos | 61 |
| 3.4.6 Tipos de vazamentos | 63 |
| 3.4.7 Cadastro técnico e comercial..... | 65 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 68 |
| 4.1 ÁREA DE ESTUDO..... | 68 |
| 4.2 FASES DA PESQUISA | 73 |
| 4.2.1 Fase 1 – Identificação do mês com maior ocorrência vazamentos na rede de distribuição de água do 3º setor de abastecimento dentre o período de maio 2006 a abril 2007..... | 74 |
| 4.2.2 Fase 2 – Detalhamento das informações do mês de maior ocorrência de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor de abastecimento..... | 75 |
| 4.2.3 Fase 3 – Estimar a vazão de água perdida nos vazamentos ocorridos na rede de distribuição de água do 3º setor de abastecimento no mês de maior ocorrência de vazamento. | 76 |
| 4.2.4 Fase 4 - Estimar o volume de água perdido entre a abertura e cancelamento da ordem de serviço de retirada de vazamento no mês de maior ocorrência de vazamento. | 79 |
| 4.2.5 Fase 5 – Estimativa da perda de faturamento e energia elétrica, no 3º setor de abastecimento, estabelecendo percentual em relação ao volume faturado pela COSANPA no mês de maior ocorrência de vazamento..... | 80 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 83 |
| 5.1 IDENTIFICAÇÃO DO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO ENTRE O PERÍODO DE MAIO DE 2006 A ABRIL DE 2007. | 83 |
| 5.1.1 Identificação mensal dos vazamentos ocorrido período de maio 2006 a abril 2007..... | 83 |

| | |
|--|------------|
| 5.2 DETALHAMENTO DAS INFORMAÇÕES DO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO..... | 104 |
| 5.3 ESTIMAR A VAZÃO DE ÁGUA PERDIDA NOS VAZAMENTOS OCORRIDOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO NO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO | 107 |
| 5.3.1 Pressões instantânea medida da rede de distribuição de água do 3º setor onde ocorreram os vazamentos no mês novembro de 2006..... | 108 |
| 5.3.2 Estimativa da vazão em cada vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006 | 111 |
| 5.4 ESTIMAR O VOLUME DE ÁGUA PERDIDO ENTRE A ABERTURA E CANCELAMENTO DA ORDEM DE SERVIÇO DE RETIRADA DE VAZAMENTO NO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO. | 125 |
| 5.4.1 Estimativa do volume perdido em vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006..... | 127 |
| 5.5 ESTIMATIVA DA PERDA DE FATURAMENTO E ENERGIA ELÉTRICA, NO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO, ESTABELECENDO PERCENTUAL EM RELAÇÃO AO VOLUME FATURADO PELA COSANPA NO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO..... | 129 |
| 5.5.1 Estimativa da perda de faturamento em reais do volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006..... | 131 |
| 5.5.2 Estimativa da perda de energia elétrica em reais do volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006..... | 133 |
| 6 CONCLUSÕES | 137 |
| 7 REFERÊNCIAS..... | 140 |

LISTA DE TABELA

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Relação de redução de perdas de carga x Redução de perdas. | 57 |
| Tabela 2 - Extensão de rede do 3º setor de abastecimento..... | 71 |
| Tabela 3 – Volume e Vazão bombeados no 3º setor período de maio 2006 a abril de 2007 | 72 |
| Tabela 4 – Consumo e Custo com energia elétrica no 3º setor período de maio 2006 a abril de 2007..... | 82 |
| Tabela 5 - Vazamento ocorrido no mês de maio de 2006..... | 84 |
| Tabela 6 - Vazamento ocorrido no mês de junho de 2006..... | 85 |
| Tabela 7 - Vazamento ocorrido no mês de julho de 2006 | 87 |
| Tabela 8 - Vazamento ocorrido no mês de agosto de 2006 (Continua)..... | 88 |
| Tabela 9 - Vazamento ocorrido no mês de setembro de 2006..... | 90 |
| Tabela 10 - Vazamento ocorrido no mês de outubro de 2006 | 91 |
| Tabela 11 - Vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006..... | 93 |
| Tabela 12 - Vazamento ocorrido no mês de dezembro de 2006..... | 94 |
| Tabela 13 - Vazamento ocorrido no mês de janeiro de 2007 | 96 |
| Tabela 14 - Vazamento ocorrido no mês de fevereiro de 2007..... | 97 |
| Tabela 15 - Vazamento ocorrido no mês de março de 2007..... | 99 |
| Tabela 16 - Vazamento ocorrido no mês de abril de 2007 | 100 |
| Tabela 17 - Identificação mensal de ocorrência de vazamento no 3º setor. | 101 |
| Tabela 18 - Vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006..... | 105 |
| Tabela 19 - Logradouros e valores médios das pressões instantânea no 3º setor. | 109 |
| Tabela 20 - Volume distribuído e faturado pela COSANPA, no período de maio de 2006 a abril 2007..... | 130 |
| Tabela 21 - Volume de água distribuído, consumo e custos com energia elétrica no 3º Setor, no período de maio de 2006 a abril de 2007..... | 133 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 - Dados e informações para diagnóstico de sistemas de abastecimento de água. | 32 |
| Quadro 2 - Principais origem de perdas reais. | 34 |
| Quadro 3 - Causas dos vazamentos | 59 |
| Quadro 4 - Velocidades e vazões máximas em redes de abastecimento. | 77 |
| Quadro 5 – Tarifa por economia..... | 81 |
| Quadro 6 - Relação de diâmetro e velocidade na rede de distribuição de água | 108 |
| Quadro 7 - Frequência e Valores médios de pressão na rede do 3º setor..... | 110 |
| Quadro 8 - Cálculo da vazão do 1º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 111 |
| Quadro 9 - Cálculo da vazão do 2º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 112 |
| Quadro 10 - Cálculo da vazão do 3º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 112 |
| Quadro 11 - Cálculo da vazão do 4º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 112 |
| Quadro 12 - Cálculo da vazão do 5º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 113 |
| Quadro 13 - Cálculo da vazão do 6º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 113 |
| Quadro 14 - Cálculo da vazão do 7º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 113 |
| Quadro 15 - Cálculo da vazão do 8º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 114 |
| Quadro 16 - Cálculo da vazão do 9º vazamento no mês de novembro de 2006..... | 114 |
| Quadro 17 - Cálculo da vazão do 10º vazamento no mês de novembro de 2006... | 115 |
| Quadro 18 - Cálculo da vazão do 11º vazamento no mês de novembro de 2006... | 115 |
| Quadro 19 - Cálculo da vazão do 12º vazamento no mês de novembro de 2006... | 115 |
| Quadro 20 - Cálculo da vazão do 13º vazamento no mês de novembro de 2006... | 116 |
| Quadro 21 - Cálculo da vazão do 14º vazamento em novembro de 2006 | 116 |
| Quadro 22 - Cálculo da vazão do 15º vazamento no mês de novembro de 2006... | 117 |
| Quadro 23 - Cálculo da vazão do 16º vazamento em novembro de 2006 | 117 |
| Quadro 24 - Cálculo da vazão do 17º vazamento no mês de novembro de 2006... | 117 |
| Quadro 25 - Cálculo da vazão do 18º vazamento no mês de novembro de 2006... | 118 |
| Quadro 26 - Cálculo da vazão do 19º vazamento no mês de novembro de 2006... | 118 |
| Quadro 27 - Cálculo da vazão do 20º vazamento no mês de novembro de 2006... | 119 |
| Quadro 28 - Cálculo da vazão do 21º vazamento no mês de novembro de 2006... | 119 |
| Quadro 29 - Cálculo da vazão do 22º vazamento no mês de novembro de 2006... | 119 |
| Quadro 30 - Cálculo da vazão do 23º vazamento no mês de novembro de 2006... | 120 |
| Quadro 31 - Cálculo da vazão do 24º vazamento no mês de novembro de 2006... | 120 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 32 - Cálculo da vazão do 25º vazamento no mês de novembro de 2006... | 120 |
| Quadro 33 - Cálculo da vazão do 26º vazamento no mês de novembro de 2006... | 121 |
| Quadro 34 - Cálculo da vazão do 27º vazamento no mês de novembro de 2006... | 121 |
| Quadro 35 - Cálculo da vazão do 28º vazamento no mês de novembro de 2006... | 121 |
| Quadro 36 - Cálculo da vazão do 29º vazamento no mês de novembro de 2006... | 122 |
| Quadro 37 - Cálculo da vazão do 30º vazamento no mês de novembro de 2006... | 122 |
| Quadro 38 - Cálculo da vazão do 31º vazamento no mês de novembro de 2006... | 123 |
| Quadro 39 - Cálculo da vazão do 32º vazamento no mês novembro de 2006..... | 123 |
| Quadro 40 - Cálculo da vazão do 33º vazamento no mês novembro de 2006..... | 123 |
| Quadro 41 - Cálculo da vazão do 34º vazamento no mês de novembro de 2006... | 124 |
| Quadro 42 - Cálculo da vazão do 35º vazamento em novembro de 2006 | 124 |
| Quadro 43 - Cálculo da vazão do 36º vazamento em novembro de 2006 | 124 |
| Quadro 44 - Relação entre vazão distribuída e vazão perdida em vazamento no mês de novembro de 2006 | 125 |
| Quadro 45 – Localização e o tempo entre abertura e o cancelamento de ordem de serviço de vazamento no mês de novembro de 2006 | 126 |
| Quadro 46 – Valores dos volumes perdido em cada vazamento e volume perdido mês de novembro de 2006..... | 128 |
| Quadro 47 - Relação entre volume distribuído e volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006..... | 129 |

LISTA DE FLUXOGRAMA

| | |
|---------------------------------------|----|
| Fluxograma 1 - Fases da Pesquisa..... | 73 |
|---------------------------------------|----|

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Sistema de abastecimento de água | 29 |
| Figura 2 – Tipos e percentuais de perdas em rede de distribuição. | 33 |
| Figura 3 – Matriz de determinação de perdas reais em sistema de abastecimento de água. | 35 |
| Figura 4 –Distrito de controle operacional. | 53 |
| Figura 5 – Funcionamento de um geofone..... | 61 |
| Figura 6 – Localização de material,diâmetro e data geração do vazamento na Ordem de serviço gerada pela COSANPA..... | 75 |
| Figura 7 – Vazão e área de ruptura na rede de distribuição de água..... | 78 |
| Figura 8 - Modelo de Ordem de serviço gerada pela COSANPA..... | 104 |

LISTA DE FOTOGRAFIA

| | |
|---|----|
| Fotografia 1 – Utilização de uma haste de escuta..... | 62 |
| Fotografia 2 -Correlacionador de ruídos..... | 63 |
| Fotografia 3 - Vazamento visível na rede de distribuição de água do 3º setor..... | 64 |
| Fotografia 4 - Localização física do 3º setor de abastecimento | 70 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico 1 - Relação de vazamento x Diâmetro – Maio/2006 | 85 |
| Gráfico 2 - Relação de vazamento x Diâmetro - Junho/2006 | 86 |
| Gráfico 3 - Relação de vazamento x Diâmetro - Julho/2006 | 88 |
| Gráfico 4 - Relação de vazamento x Diâmetro - Agosto/2006 | 89 |
| Gráfico 5 - Relação de vazamento x Diâmetro - Setembro/2006 | 91 |
| Gráfico 6 - Relação de vazamento x Diâmetro - Outubro/2006 | 92 |
| Gráfico 7 - Relação de vazamento x Diâmetro - Novembro/2006 | 94 |
| Gráfico 8 - Relação de vazamento x Diâmetro - Dezembro/2006 | 95 |
| Gráfico 9 - Relação de vazamento x Diâmetro - Janeiro/2007 | 97 |
| Gráfico 10 - Relação de vazamento x Diâmetro - Fevereiro/2007 | 98 |
| Gráfico 11 - Relação de vazamento x Diâmetro - Março/2007 | 99 |
| Gráfico 12 - Relação de vazamento x Diâmetro - Abril/2007 | 101 |
| Gráfico 13 - Relação de vazamento no período de Maio/06 a Abril/2007 | 103 |
| Gráfico 14 - Relação dia e quantidade de vazamento no 3º setor. | 107 |

LISTA DE MAPAS

| | |
|---|-----|
| Mapa 1 - Sistema Utinga - São Bráz | 68 |
| Mapa 2 - Localização do 3º setor de abastecimento de água da Zona Central da Região Metropolitana de Belém | 69 |
| Mapa 3 - Ponto de ocorrência de vazamento e a rede de distribuição do 3º setor de abastecimento de água no período de a maio 2006 a abril de 2007 | 102 |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|--|----|
| Equação 1 - Vazão perdida..... | 56 |
| Equação 2 - Equação da continuidade..... | 76 |
| Equação 3 - Equação da vazão | 79 |

LISTA DE DESENHOS

| | |
|---|----|
| Desenho 1 - Despesas totais com a produção de água nas Companhias de saneamento do Brasil..... | 40 |
| Desenho 2 - Valor e percentual médio com as despesas com exploração de água nas Companhias de saneamento do Brasil..... | 41 |
| Desenho 3 - Despesas com energia elétrica nas Companhias de saneamento do Brasil. | 42 |
| Desenho 4 -Balanço energético em sistemas de bombeamento de água | 43 |
| Desenho 5 - Unidades que compõe o 3º setor de abastecimento..... | 71 |
| Desenho 6 - Vazão do tubo, Vazão ruptura e Vazão saída. | 77 |

LISTA DE ESQUEMAS

| | |
|---|-----|
| Esquema 1 - Etapas para elaboração do relatório mensal de vazamento. | 74 |
| Esquema 2 - Definição da perda de faturamento em sistema de abastecimento de água | 81 |
| Esquema 3 - Perda de faturamento no 3º setor no mês de novembro 2006..... | 131 |
| Esquema 4 - Perda de faturamento causado por vazamento no mês de novembro 2006. | 132 |
| Esquema 5 - Perda de faturamento em reais causado por vazamento no mês de novembro 2006. | 132 |
| Esquema 6 - Perda de energia elétrica causado por vazamento no mês de novembro 2006. | 134 |
| Esquema 7 – Custo com Perda de energia elétrica causado por vazamento no mês de novembro 2006. | 135 |

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da última década, a água foi um dos principais temas de discussão e interesse humano, com focos diversificados, que inclui essencialmente a sua participação na sustentabilidade dos espaços urbanos e das atividades produtivas. Os aspectos ecológicos também são considerados, sendo, portanto, beneficiários do uso racional do recurso água (MAGALHÃES, 2004)

De acordo com Brasil (2005), o índice de perdas de água no Brasil ainda é muito elevado. Atualmente, as concessionárias de saneamento calculam que 44,66% do volume produzido é perdido. Das 27 companhias estaduais de água e esgotamento sanitário, apenas 5 delas conseguiram diminuir suas perdas para valores menores que 30%, enquanto em 125 concessionárias municipais, o volume perdido de água varia entre 30% e 70%.

As perdas em sistemas públicos de abastecimento de água são consideradas como a totalidade dos volumes de água não contabilizados pela concessionária. Esses englobam tanto as perdas reais, que representam a parcela não consumida; como as perdas aparentes, que correspondem à água consumida e não registrada (SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO, 2004).

Cheung e Reis (2006) ressaltam que infraestruturas deterioradas em sistemas de distribuição de água podem provocar perdas por vazamentos, diminuição da capacidade de transporte de água, falhas nos componentes do sistema, elevação nos custos de manutenção e operação, constantes interrupções do funcionamento dos sistemas e diminuição da sua confiabilidade, com isso perda de água e de energia elétrica.

Tsutiya (2004) observa que a redução das perdas reais diminui os custos de produção (consumo de energia, de produtos químicos e outros) e aumenta a oferta de água sem, no entanto, expandir o sistema de produção. Por outro lado, a redução das perdas aparentes aumenta a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços.

Portanto, avaliar a operação de cada unidade do sistema de abastecimento de água, estimando as perdas de água e energia elétrica (para o estabelecimento de metas), é estratégia importante nas ações para vencer o iminente desafio de combate às perdas (BARRETO, 2007).

Nesse contexto, é importante observar a afirmação de Alliance(2002), de que, atualmente, cerca de 2% a 3% da energia produzida no mundo é empregada no bombeamento de água. Até o ano 2020, espera-se que a metade da população dos países em desenvolvimento esteja morando nas cidades, o que significa um aumento considerável na demanda de água e energia.

De acordo com Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água do governo federal, que procura auxiliar as companhias de saneamento no planejamento e redução de perdas em sistema de abastecimento de água, o índice de perdas no Brasil ainda é bastante elevado causando sérios prejuízos nos faturamento das companhias de saneamento (SECRETARIAS NACIONAIS DE SANEAMENTO, 1999).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS realizou levantamento em 318 prestadores de serviços do país, no período de nove anos e que respondem pelos serviços de abastecimento de água de 4.193 municípios brasileiros, significando 75,4% das cidades brasileiras, ou ainda, 92,5% da população urbana nacional, tendo constatado que as perdas de água no faturamento está na ordem de 39,0% dados estes que ainda preocupam as companhia de saneamento no Brasil. (BRASIL, 2005).

A partir desses altos índices de perdas em sistemas de abastecimento de água surgiram vários estudos em alguma universidades brasileiras(EESC/USP, UFBA, UFCE,UNICAMP,UFSC,UFPR e UFPA), por meio de grupos de pesquisas que tem dado grande atenção ao tema, estimulando o desenvolvimento de novos trabalhos que auxiliem as companhias de saneamento na redução de perdas e consequentemente aumento de faturamento.

O Governo Federal e a Eletrobrás, no âmbito do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, estão investindo na implementação de cinco Laboratórios de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento (LENHS). Esses laboratórios serão montados estrategicamente em universidades brasileiras, sendo o LENHS UFPA na região Norte, LENHS UFPB na região Nordeste, LENHS UFMS na região Centro-oeste, LENHS UFMG na região Sudeste e LENHS UFPR e UFRS na região Sul. Esses laboratórios têm com objetivo desenvolver alternativas para redução do desperdício de água e energia no setor saneamento, possibilitando o aprimoramento das atividades de ensino, pesquisa e extensão, bem como servindo de centro de referência regional do uso eficiente de energia e água.

No caso da região Norte existe uma perda de água no faturamento na ordem de 53,5%, conforme ressaltados em Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SECRETARIAS NACIONAIS DE SANEAMENTO, 2004).

Assim, o presente trabalho aborda um tema relevante e de interesse regional, uma vez que se refere à análise do volume perdido ocasionadas por vazamento na rede distribuição de água do 3º setor com estratégia à redução de perdas de água, energia elétrica e faturamento para auxiliar na otimização dos serviços prestados pela COSANPA.

Vale ressaltar que o 3º setor de abastecimento possui características peculiares que justificam sua escolha para este estudo, como: clientes com elevado poder aquisitivo, a vazão de distribuição na saída do reservatório elevado é macromedida, alto índice de micromedição (em torno de 98%), ausência de zona de baixa pressão, aproximadamente 233.000 metro de rede, sendo 63.000 metros rede de cimento amianto, frequentes rupturas das tubulações, alto índice de faturamento e arrecadação e população de 89.484 habitantes, sendo 10.093 ligações prediais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as perdas de faturamento e energia elétrica decorrentes de vazamentos de água na rede de distribuição do 3º setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar o mês de maior ocorrência de vazamentos de água na rede de distribuição de água do 3º setor, no período de maio de 2006 a abril de 2007;
- Estimar o volume de água perdido no mês de maior ocorrência de vazamentos de água na rede de distribuição de água do 3º setor de abastecimento;
- Estimar os valores, em reais, das perdas de faturamento e de energia elétrica decorrentes de vazamentos na rede de distribuição do 3º setor.

3 REVISÃO DA LITERATURA

O homem tem necessidade de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para todas suas necessidades, como proteção da saúde, e desenvolvimento econômico (PEREIRA et al., 1987). Portanto a implantação dos serviços de abastecimento de água é umas das principais prioridades para a população, pois traz rápida e sensível melhoria na saúde e nas condições de vida da comunidade, principalmente ao prevenir doenças, promover hábitos higiênicos e melhorar a limpeza pública.

Define - se por sistema de abastecimento de água o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos. Essa água fornecida pelo sistema deverá ser em quantidade suficiente e da melhor qualidade, do ponto de vista físico, químico e bacteriológico (AZEVEDO NETO, 2003).

De maneira geral os sistemas de abastecimento de água urbano são compostos, por unidades de captação, elevação, adução, tratamento, reservação e distribuição, conforme representado na Figura 1.

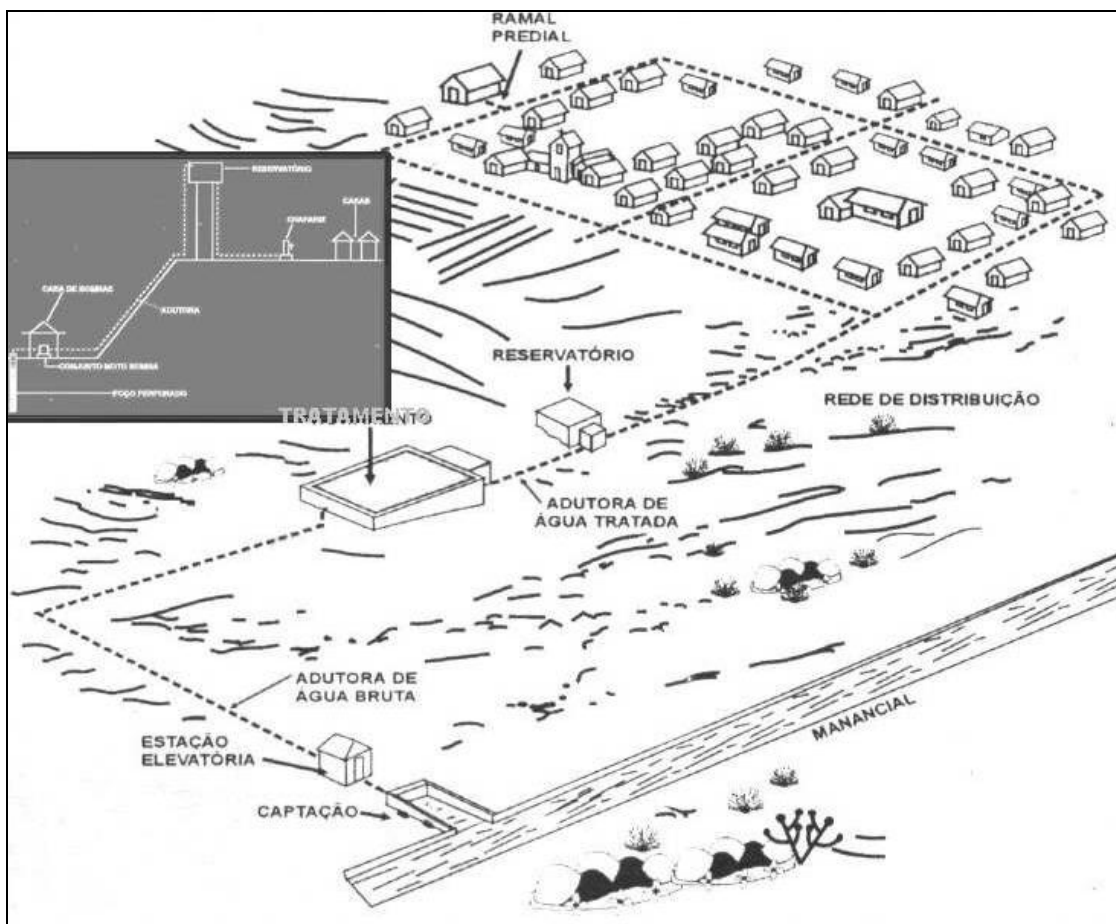


Figura 1 - Sistema de abastecimento de água
 Fonte: Adaptado de FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE, 2004.

3.1 CONTROLE OPERACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A operação dos SAA se constitui na principal ação de gestão das empresas de saneamento, influenciando diretamente na qualidade do sistema de abastecimento em termos sanitários, ambientais, econômicos e sociais. Problemas operacionais são comuns em sistemas de abastecimento de água, principalmente naqueles sistemas planejados, projetados, executados e/ou operados inadequadamente. Dentre os principais problemas podemos citar:

- ◆ Ocorrência de zonas de baixa pressão;
- ◆ Ocorrência de zonas de elevada pressão;
- ◆ Elevadas perdas de carga;
- ◆ Vazamentos;
- ◆ Intermitência do fornecimento de água.

O controle operacional de um sistema de abastecimento de água ocorre quando se tem efetivamente o monitoramento e o controle dos parâmetros hidráulicos (vazão, pressão e níveis de água) e elétricos (tensão, corrente, potência elétrica, demanda elétrica, consumo de energia elétrica e fator de potência) de todas as unidades que compõe o sistema a cada instante do dia (BARRETO, 2007).

Assim, a eficiência do sistema ou de sua operação pode ser mensurada pela adequação das vazões e pressões disponíveis aos pontos de consumo, pela garantia de água potável fornecida ao consumidor, pela intermitência ou não do sistema, pelos níveis de perda de água e pelo uso racional de energia (GOMES, 2004).

Uma das ferramentas utilizadas para a redução das perdas é a elaboração de diagnóstico de cada sistema de abastecimento de água que vise à obtenção de informações e dados referente ao mesmo, com objetivo de conhecer cada unidade do sistema.

3.1.1 Elaboração de diagnóstico

Todo programa ou plano de atividade para redução de perdas em sistemas de abastecimento de água possivelmente está fundamentado em um diagnóstico bem planejado e executado, com o objetivo de identificar as oportunidades de melhorias das unidades do sistema.

O diagnóstico de um sistema de abastecimento de água é a caracterização física de todas as unidades desse sistema, bem como do estado de conservação e da operação de suas instalações. As informações e dados comerciais relacionados com a operação do sistema também devem estar contempladas no diagnóstico.

Como exemplo da importância do diagnóstico no planejamento de ações para redução de perdas em sistemas de abastecimento de água, cita-se o Plano de Ação proposto no Manual prático de eficiência energética publicado pelo PROCEL/SANEAR, o qual destaca como sua primeira atividade a caracterização do sistema e de suas unidades (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS 2005).

a) Principais características de um bom diagnóstico

Um diagnóstico bem elaborado e fundamentado, que apresente considerável representatividade da situação do sistema em estudo, deve conter as seguintes características (SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO, 2004):

- ❖ Ser baseado preferencialmente, em dados e informações primários. No caso de dados e informações secundários, as fontes de obtenção devem ser confiáveis;
- ❖ Conter dados e informações atualizados;
- ❖ Apresentar metodologia para obtenção e tratamento dos dados e informações;
- ❖ Os dados e informações devem ser estatisticamente representativos;
- ❖ O diagnóstico de sistemas de abastecimento de água deve contemplar dados e informações da estrutura física, do estado de conservação e da operação de cada uma das suas unidades;
- ❖ Deve ser elaborado por profissionais especialistas no assunto;
- ❖ Apresentar linguagens simples, objetivas e de fácil compreensão.

b) Principais dados e informações do diagnóstico de um SAA

Os dados gerais do sistema de abastecimento de água são aqueles necessários para subsidiar a compressão do sistema como um todo. A área de abrangência do projeto, a população atendida, o tipo de manancial utilizado, o tipo de tratamento da água e o croqui de apresentação de todas as unidades componentes do sistema, são informações importantes em um diagnóstico.

Para cada unidade pertencente ao sistema analisado devem ser obtidos dados e informações da estrutura física, do estado de conservação e da operação. No Quadro 1 são apresentadas sugestões de dados e informações das principais unidades de um sistema de abastecimento de água.

| UNIDADES | DADOS E INFORMAÇÕES |
|-----------------|--|
| MANANCIAL | Capacidade, em unidade de volume |
| | Fontes potenciais de contaminação |
| | Projeto de proteção e preservação |
| | Característica atual da qualidade da água |
| CAPTAÇÃO | Localização da área de captação |
| | Descritivo e especificação dos componentes e dispositivos (barragem, grades, flutuador, desarenador etc.). |
| | Operação e manutenção dos componentes e dispositivos. |
| ELEVATÓRIA | Dados físicos (dimensões, tipo de material) do poço de secção. |
| | Descritivo e especificação dos componentes e dispositivos (CMBs, inversores de frequência, medidores de vazão, de nível horímetros etc.). |
| | Operação e manutenção dos componentes e dispositivos. |
| | Parâmetros hidráulicos, elétricos e mecânicos dos CMBs. |
| ADUÇÃO | Dados físicos (dimensões, tipo de material) das adutoras. |
| | Descritivo e especificação dos componentes e dispositivos (medidores de vazão, válvulas, registros etc.). |
| | Operação e manutenção dos componentes e dispositivos. |
| TRATAMENTO | Dados físicos (dimensões, tipo de material) de todas as unidades de tratamento. |
| | Operação e manutenção dos componentes e dispositivos. |
| | Consumo e custos com pessoal, produtos químicos, energia e manutenção. |
| RESERVAÇÃO | Dados físicos (dimensões, tipo de material) dos reservatórios, superiores e inferiores. |
| | Descritivo e especificação dos componentes e dispositivos (medidores de nível, de pressão, macromedidor no barrilete de distribuição, escada com guarda corpo etc.). |
| | Operação e manutenção dos componentes e dispositivos. |
| | Variação dos níveis operacionais da lâmina d'água |
| DISTRIBUIÇÃO | Dados físicos (dimensões, tipo de material) da rede de distribuição. |
| | Descritivo e especificação dos componentes e dispositivos (registros, medidores de pressão, macromedidor nos trechos principais, booster, etc.). |
| | Operação e manutenção dos componentes e dispositivos. |
| | Cadastros técnicos e comerciais atualizados da rede. |

Quadro 1 - Dados e informações para diagnóstico de sistemas de abastecimento de água.
Fonte: Adaptado de Gonçalves (1998).

3.1.2 Perdas em sistemas de abastecimento de água

Em sistemas públicos de abastecimento de água, do ponto de vista operacional, as perdas de água são consideradas àquelas correspondentes aos volumes não contabilizados. Esses englobam tanto as perdas reais, que representam a parcela não consumida, como as perdas aparentes, que correspondem à água consumida e não registrada (SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO, 2004).

3.1.2.1 Perdas Reais

As perdas reais originam-se de vazamentos no sistema, podendo ocorrer na captação, na adução de água bruta, no tratamento, na reservação, na adução de água tratada e na distribuição, além de procedimentos operacionais como lavagem filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação. Na Figura 2 são mostrados os percentuais e tipos de perdas nos diversos pontos da rede de distribuição, respectivamente (BRASIL, 2006).

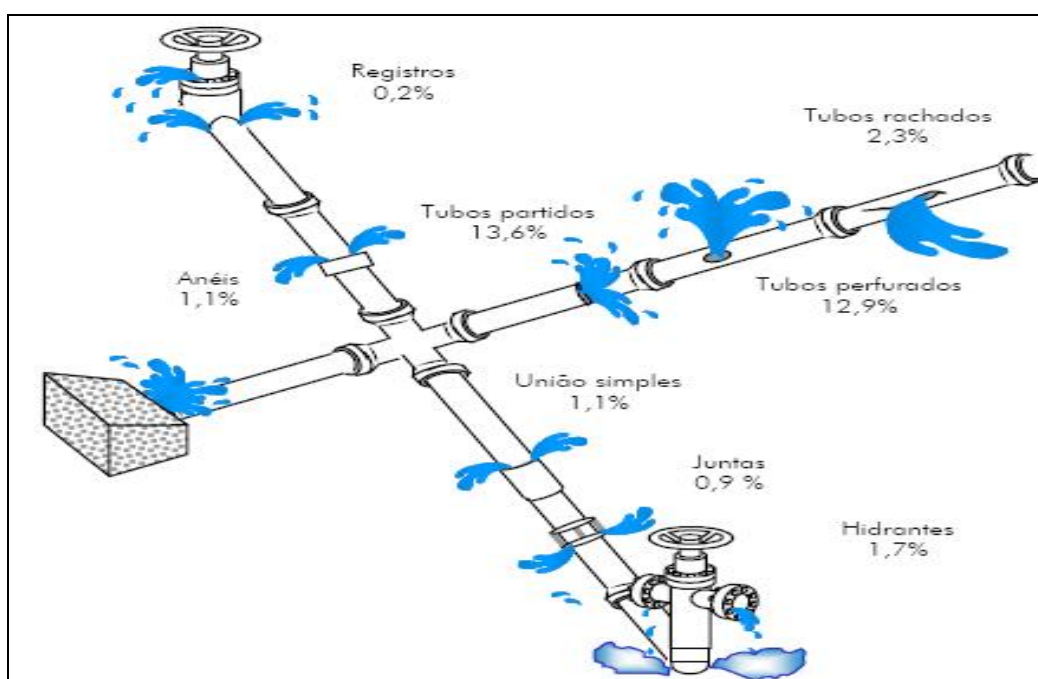


Figura 2 – Tipos e percentuais de perdas em rede de distribuição.
Fonte: Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água

Tsutiya (2004) observa que intrínsecos às perdas reais estão os custos de produção e transporte de água, tais como aqueles relacionados ao consumo de energia elétrica, de produtos químicos, e a mão de obra etc. O Quadro 2 demonstra as partes do SAA e principais origens de perdas reais

| | PARTE DO SISTEMA | ORIGEM DA PERDA | MAGNITUDE | | |
|---|---|--|---|--|--|
| P E R D A S R E A I S | Captação | Vazamento na adução Limpeza poço de sucção | Variável função do estado das instalações | | |
| | | Limpeza desarenador | | | |
| | Estação de Tratamento | Vazamentos estrutura Lavagem de filtros Descarga de lodo | Significativa função do estado das instalações e da eficiência operacional | | |
| | | Reservação | | Vazamentos estrutura Extravasamentos Limpeza | Variável função do estado das instalações e da eficiência operacional |
| | | | | Adução | |
| Distribuição | Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas | Significativa função do estado das tubulações e principalmente das pressões | | | |

Quadro 2 - Principais origens de perdas reais.

Fonte: Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água

Para avaliar as perdas reais é fundamental quantificá-las. A quantificação dessas perdas é relativamente fácil, porque para isso basta obter a diferença entre o Volume Disponível ao Sistema¹ e os Volumes Autorizados². Entretanto o rateio entre as perdas reais e perdas aparentes é mais complexo, e exige a adoção de diversas hipóteses ou a realização de vários ensaios de campo (TSUTIYA, 2004).

Para a quantificação das perdas reais há dois métodos clássicos: o método do balanço hídrico e o método das vazões mínimas noturnas.

¹ Volume Disponível ao Sistema é aquele referente à quantidade de água bruta e/ou tratada que entra no sistema.

² Volume Autorizado é aquele referente à quantidade de água consumida e legalmente autorizada pela concessionária de água.

- Método do balanço hídrico

Na determinação das perdas reais, os volumes perdidos são determinados a partir dos dados da macromedição e da micromedição, e de estimativas para determinação dos valores não medidos que integram a matriz de determinação de perdas. Na Figura 3 é apresentado um exemplo de matriz de determinação de perdas reais de água em um sistema de abastecimento.

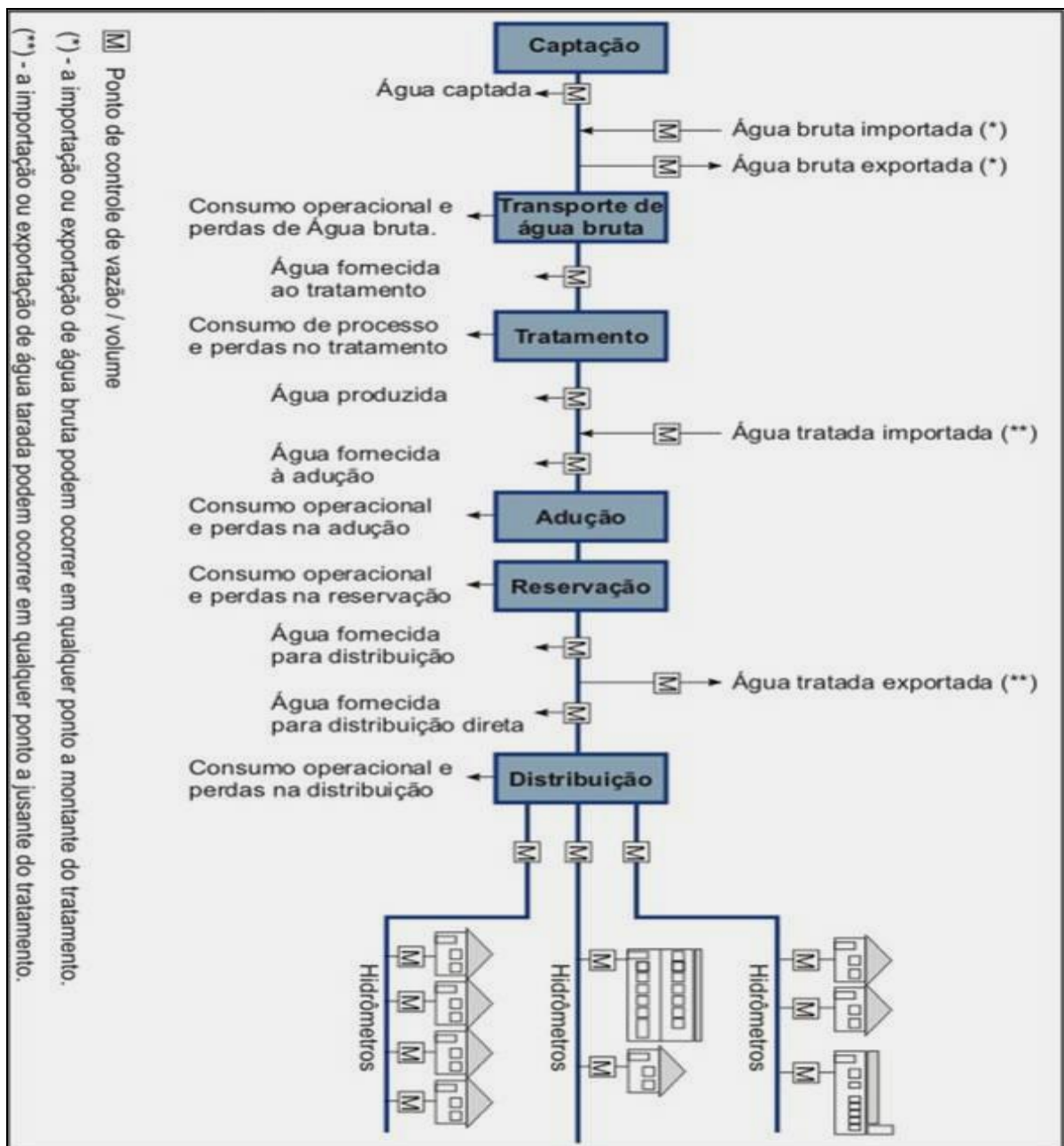


Figura 3 – Matriz de determinação de perdas reais em sistema de abastecimento de água.
Fonte: Adaptado de Tsutiya (2004).

- Método da vazão mínima noturna

O controle das perdas de água se viabiliza pelo conhecimento dos parâmetros hidráulicos obtidos pela medição. É o caso, por exemplo, das medições realizadas na aplicação do método da vazão mínima noturna (Gonçalves, 1998). Esse método permite conhecer os vazamentos na rede de distribuição, fornecendo elementos que orientam as ações de combate às perdas (BRASIL, 2004).

3.1.2.2 Perdas Aparentes

As perdas aparentes originam-se de ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou que submetem, fraudes em hidrômetros e outras, também conhecidas como perdas de faturamento, uma vez que seu principal indicador é a relação entre o Volume Disponível ao Sistema e o Volume Faturado³ (SECRETARIAS NACIONAIS DE SANEAMENTO, 2004).

Tsutiya (2004) observa que as perdas aparentes estão diretamente associadas aos recursos financeiros que a empresa deixa de receber por falta de faturamento de volumes de água consumidos. Entretanto, para o consumidor, a perda é um componente importante na tarifa por ele paga, pois as companhias incorporam essa perda na sua composição de preços.

As principais causas das perdas aparentes são: submedição, ligações clandestinas, fraudes, By-Pass e deficiência na área comercial (SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO, 2004).

³ Volume faturado: volume de água faturado pelo sistema comercial, correspondendo aos volumes medidos e estimados, mais os consumos mínimos cobrados, decorrentes de tarifa fixa.

a) SUBMEDIÇÃO

Ocorre quando o hidrômetro mede valores com indicação inferiores às reais, ou está parado. A submedição interfere nos indicadores de perdas, pois, apesar da água está sendo fornecida ao usuário, em função desta medição incorreta, parte da água fornecida ao cliente, não será contabilizada (ALVES et al, 1999).

As causas da submedição em hidrômetros são várias. Dentre as principais, os autores Santos et al (1999) e Alves et al (1999) destacam:

- ❖ **Instalação inadequada dos medidores:** Os medidores são instalados desprotegidos. Como equipamento de medição e precisão, esses medidores precisam ser instalados com dispositivos de proteção contra intempéries e depredações;
- ❖ **Dimensionamento incorreto dos medidores:** os hidrômetros subdimensionados fora da faixa de trabalho apresentam menor sensibilidade na medição, podendo deixar de registrar pequenas vazões;
- ❖ **Desgastes dos mecanismos internos dos medidores:** com o tempo há o desgaste dos componentes internos dos hidrômetros (mecanismos de relojoaria mecânica), e por isso é necessária a manutenção preventiva e corretiva, para garantir a margem de erro tolerável;
- ❖ **Incrustações das paredes internas dos medidores:** os sais minerais presente na água tendem a incrustar dentro do hidrômetro, no mecanismo móvel interno, prejudicando e alterando seu funcionamento.

b) LIGAÇÕES CLANDESTINAS, FRAUDULENTAS E BY-PASS

Sato (2000) define como fraude “toda ocorrência de furto de água ou intenção evidente de reduzir o volume que deveria ser faturado”. O autor define as seguintes situações como fraude:

- ❖ **By-pass:** ligação hidráulica paralela que evita a passagem da água pelo hidrômetro;
- ❖ **Hidrômetro invertido:** situação em que o hidrômetro é retirado e trocado de posição durante um determinado período de tempo, reduzindo, desta forma, o volume consumido;
- ❖ **Cúpula furada e com mecanismo de travamento da relojoaria:** é introduzido um pedaço de arame, prego ou outro dispositivo com a finalidade de travar o giro do dispositivo da relojoaria;
- ❖ **Danificação do hidrômetro pelo usuário:** quebra ou danificação do hidrômetro para impedir a medição;
- ❖ **Ligação irregular:** caso em que a usuária reativa, sem autorização da empresa, uma ligação cortada;
- ❖ **Violação do lacre:** a violação e retirada do lacre de proteção do aparelho possibilitam várias atividades irregulares, como a inversão do sentido do hidrômetro ou a colocação de diversos materiais no interior do hidrômetro, que irão paralisar a turbina (fio, fio de cabelo, canudinho plástico, arame, linha de aço etc.).

c) DEFICIÊNCIA NA ÁREA COMERCIAL

Para Sato (2000), a eficiência do setor comercial é fundamental para redução das perdas. Por meio do processo de faturamento e cobrança, será levantado o volume de água a ser faturado pela empresa. E para isso é necessário que se priorizem:

- ❖ Instalação de micromedição em 100% das ligações;
- ❖ O dimensionamento correto do hidrômetro para o consumo do cliente;
- ❖ O acompanhamento e a leitura das contas;
- ❖ A política de corte de ligações de forma rigorosa e constante, para clientes inadimplentes;
- ❖ Uma política eficiente para punição para fraudes em ligações;
- ❖ Um cadastro atualizado e confiável dos clientes.

3.1.2.3 Perdas de Energia Elétrica

A perda de energia elétrica está diretamente relacionada com as perdas de reais de água em sistemas de abastecimento de água (BRASIL, 2006).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, as despesas totais com a produção de água nas Companhias de saneamento são (BRASIL, 2006):

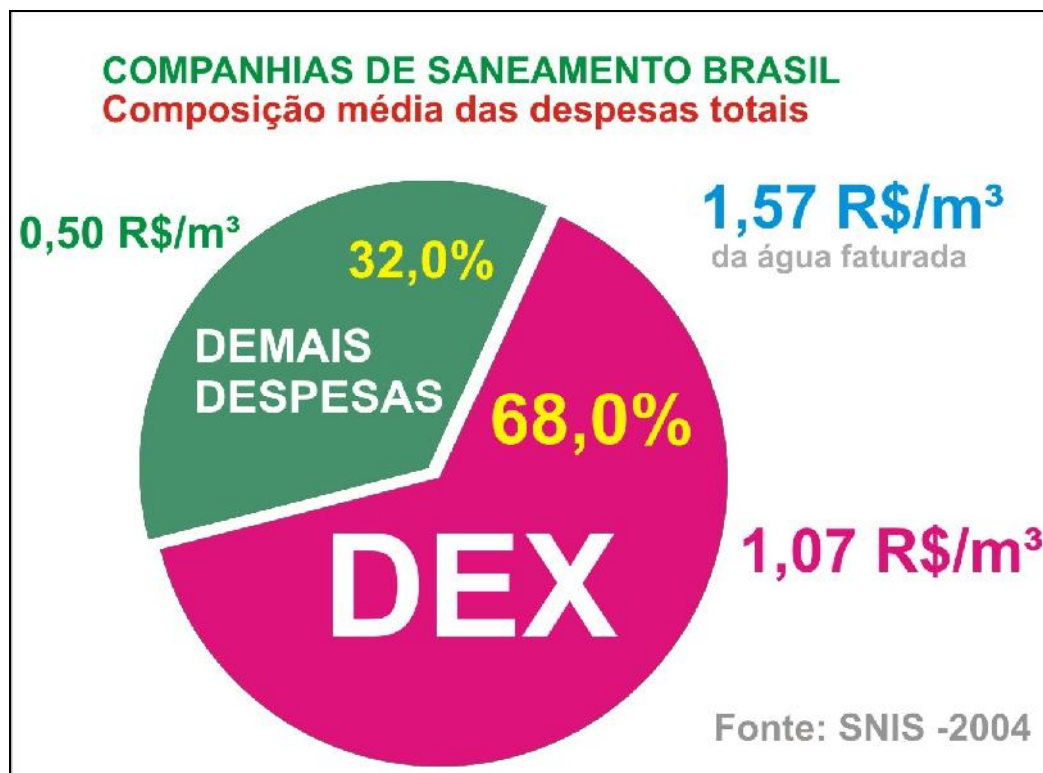
- DEX - despesas por exploração;
- DPA – depreciação, provisão e amortização;
- Serviços de dívidas – juros, encargos, variações monetárias.

O Desenho 1 demonstra as despesas de produção de água das Companhias de Saneamento no Brasil.



Desenho 1 - Despesas totais com a produção de água nas Companhias de saneamento do Brasil.
Fonte: Brasil (2004) apud Barreto (2007).

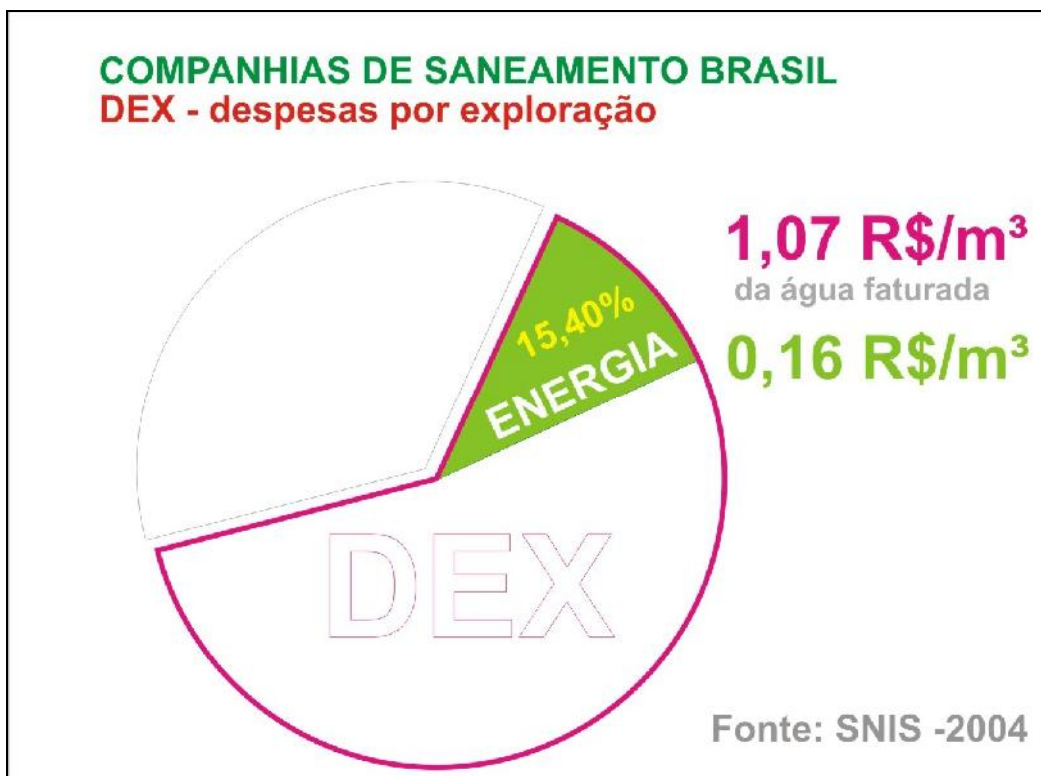
O custo médio total para produção de água é de R\$1,57/m³ em relação ao volume de água faturado. As despesas com exploração representam em média 68% desse valor, ficando em 1,07 R\$ para cada metro cúbico de água faturado, conforme apresentado no Desenho 2 (BRASIL, 2004).



Desenho 2 - Valor e percentual médio com as despesas com exploração de água nas Companhias de saneamento do Brasil.
 Fonte: Brasil (2004) apud Barreto (2007).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento também revelou que para cada metro cúbico de água bombeado se gasta R\$ 0,16 com energia elétrica, o que equivale em média a 15,40% das despesas com exploração de água.

No Desenho 3 é apresentado o custo médio com a despesa de energia elétrica em relação às despesas com exploração nas Companhias de saneamento do Brasil.



Desenho 3 - Despesas com energia elétrica nas Companhias de saneamento do Brasil.
 Fonte: Brasil (2004) apud Barreto (2007).

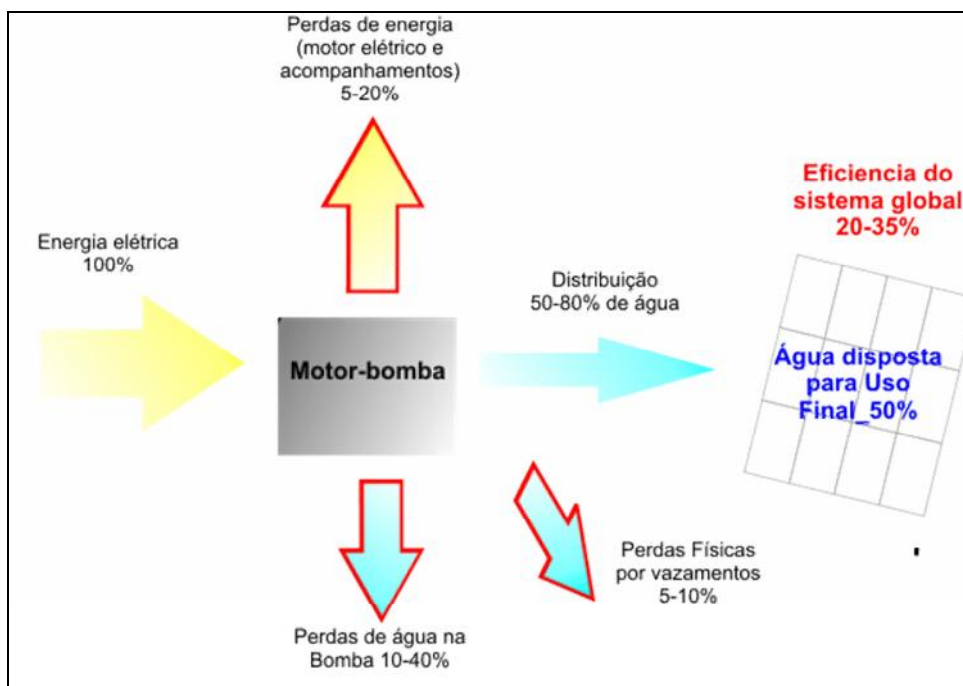
De 2% a 3% do consumo de energia do mundo são usados no bombeamento e tratamento de água para residências urbanas e industriais. O consumo de energia, na maioria dos sistemas de água em todo o mundo, poderia ser reduzido em pelo menos 25%, por meio de ações de eficiência com melhor desempenho. A cidade de Indore, na Índia, por exemplo, economizou US\$ 35.000 no primeiro trimestre de atividades, sem nenhum custo de investimento, apenas melhorando o funcionamento das bombas já existentes (INSTITUTE, 2007).

As companhias municipais do mundo apresentam as seguintes limitações: seus gerentes, freqüentemente, não têm o conhecimento técnico ou a capacidade necessária para aproveitar as numerosas oportunidades de eficiência e não dispõe de instrumentações para medição e monitoramento de parâmetros para identificar oportunidades de melhorias de seus sistemas (INSTITUTE, 2007).

Tsutiya (2001) observa que para reduzir o custo de energia elétrica em um sistema de abastecimento de água há necessidade de implementar várias

ações, iniciando-se com um diagnóstico do sistema existente, principalmente com a identificação dos pontos de uso excessivo de energia. Em seguida, normalmente são realizadas algumas ações administrativas, objetivando a redução de custos, e nesse caso não necessita de investimento e por outro lado, não há redução do consumo de energia elétrica.

Centrais Elétricas Brasileiras (2005a) indica como de fundamental importância a elaboração de um balanço energético envolvendo todas as etapas do processo de produção de água nos sistemas de abastecimento de água, a fim de identificar perdas que reduzem a eficiência, reconhecendo assim um ponto de partida para identificar as oportunidades de implementação de ações de melhorias da eficiência. No Desenho 4 são apresentadas as perdas médias de energia elétrica em um sistema de bombeamento e distribuição.



Desenho 4 -Balanço energético em sistemas de bombeamento de água
Fonte: Adaptado de CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS (2005a).

De acordo com Centrais Elétricas Brasileiras (2005a) são duas as formas de otimizar o custo com o uso da energia elétrica no funcionamento dos motores que impulsionam as bombas que pressurizam os sistemas de abastecimento de água:

A primeira delas, direta, consiste em utilizar instalações adequadas do ponto de vista da hidráulica, isto é:

- Utilizar tubulações com diâmetros bem dimensionados;
- Manter a tubulação em bom estado de conservação quanto à rugosidade
- Trabalhar com arranjos de concepção de projeto e de operação que sejam norteados pela melhor setorização das zonas de pressão, evitando-se o desperdício com altas pressões na rede, que, além de tudo, são um fator de indução de perdas hidráulicas reais e que se traduzem, em última análise, em ineficiência energética;
- Variar a velocidade dos motores elétricos de modo a adequar o ponto de funcionamento da bomba ao seu máximo rendimento, conforme a demanda varie (procedimento mais usual em abastecimento em marcha);
- Escolher o conjunto moto-bomba com melhor rendimento para o ponto de trabalho desejado (pode parecer óbvio, mas é um ponto importante e, de certa forma, trabalhoso quando se verifica o funcionamento para as diversas condições possíveis de operação).

E a segunda, que não economiza propriamente energia em quantidade, mas em qualidade, consiste em evitar ou reduzir o consumo energético nas horas de ponta (horas em que o sistema produtor/distribuidor da concessionária de energia elétrica é mais demandado pelos clientes), possibilitando:

- a) à concessionária melhor equilíbrio do seu sistema e;
- b) ao operador do serviço de abastecimento de água uma economia de recursos financeiros, na medida em que as concessionárias incentivam esse procedimento por intermédio de sua estrutura tarifária diferenciada.

Isso pode ser conseguido mediante um arranjo adequado entre produção (vazão de bombeamento) e reservação, de modo que a paralisação ou redução da vazão bombeada em determinadas horas possa ser feita sem prejuízo do abastecimento, cuja curva de demanda horária precisa ser conhecida para que o projetista ou analista operacional possa contar com essa oportunidade de eficientização energética.

Em qualquer das situações abordadas anteriormente, uma análise da viabilidade econômica deve ser efetuada, uma vez que o investimento a ser realizado para conseguir a redução do consumo de energia pode, eventualmente, não compensar a redução da despesa com a energia elétrica.

A capacitação técnica deve ser entendida como uma ferramenta capaz de fornecer conceitos técnicos e transmitir informações e tecnologias que incentivem aqueles que estão sendo capacitados a refletir sobre os temas discutidos e aplicar esses conceitos no desenvolvimento de suas atividades no trabalho.

Nesse sentido, a Eletrobrás, juntamente com o Ministério das Cidades, criaram e estão executando uma estratégia para redução de custos e consumos de energia elétrica no setor saneamento. Essa estratégia consiste em montar nas cinco regiões do Brasil um laboratório de eficiência e hidráulica em saneamento que serão como referências regionais.

O LENHS da Região Norte será montado no Campus da Universidade Federal do Pará – UFPA, como estratégia para redução do desperdício de água e energia no setor saneamento, possibilitando o desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão, servindo como centro de referência regional do uso eficiente da energia e da água no saneamento.

3.2 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição é a unidade do sistema em que a água é transportada e distribuída para todos os pontos de consumo dentro da área de abrangência prevista no projeto do sistema, garantindo água potável aos consumidores, de forma contínua e em quantidade, qualidade e pressão adequada.

Porto (2004) afirma que a concepção geométrica do sistema de reservatórios e tubulações define a rede de distribuição, dependendo de algumas especificidades da cidade a ser abastecida, como as características viárias e topográficas. De modo geral, qualquer que seja o desenho da rede, esta é constituída por:

a) condutos principais ou troncos ou canalizações mestras: são tubulações de maior diâmetro que tem por finalidade abastecer as canalizações secundárias.

b) condutos secundários: são tubulações de menor diâmetro que tem função de abastecer diretamente os pontos de consumo do sistema de abastecimento de água (ligações prediais).

3.3 PRINCIPAIS PROBLEMAS COMUNS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

3.3.1 Ocorrência de zonas de baixa pressão

A Associação Brasileira de Normas Técnica (1994), na Norma Brasileira Registrada - NBR 12.218/1994 recomenda pressão mínima de 100 KPa ou 10 m.c.a, nos pontos mais desfavoráveis. Assim, o reservatório deve ser dimensionado para que a água entre na tubulação de distribuição, com energia suficiente para vencer os desníveis do terreno e as perdas de carga, e alcance, no mínimo, altura de 10 metros nos ramais de ligação de todos os domicílios abastecidos pelo sistema.

Deve ser evitado que na rede de distribuição ocorra uma ou mais zonas de baixa pressão – áreas com pressões inferiores àquelas recomendadas pela NBR 12.218/1994 da ABNT. Essas zonas podem ocorrer principalmente nas áreas mais afastadas do reservatório ou de cotas mais elevadas, e os principais fatores que contribuem para isso são: localização e/ou altura do reservatório inadequada; grandes perdas de carga nas tubulações; presença de grandes vazamentos; e extensão de rede em áreas localizadas fora da área de abrangência do projeto (demandas espontâneas não previstas no projeto).

As zonas de baixa pressão possuem elevado potencial para ocorrências de intermitência, visto que na diminuição da vazão ofertada ou no aumento da vazão demandada, a primeira área que poderá faltar água é aquela localizada em tais zonas.

Normalmente, as zonas de baixa pressão são áreas afastadas do centro urbano e possuem infraestrutura precária, como vias sem pavimentação, drenagem e redes para coleta de esgoto. Nessas áreas, as tubulações de água, principalmente dos trechos de ponta de rede, encontram-se frequentemente mergulhados nas valas que drenam as águas residuárias dos domicílios, podendo ocorrer sérios riscos de contaminação da população residente (ABNT, 1994).

3.3.2 Ocorrência de zonas com elevada pressão

No Brasil as pressões nas redes de distribuição são normalizadas pela ABNT - NBR 12.218/1994, “Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público” que estabelece pressão máxima de 500 KPa ou 50 m.c.a e pressão mínima de 100 KPa ou 10m.c.a. Esse limite é relacionado com a capacidade de resistência das paredes das tubulações, pois quanto maior pressão na rede, a maior possibilidade de ruptura dos tubos e, portanto, do surgimento de vazamentos nas juntas e conexões das tubulações(ABNT, 1994)..

As zonas de elevada pressão são áreas que apresentam pontos na rede de distribuição com grandes diferenças de cota em relação ao nível da lâmina d’água do reservatório de distribuição, e ocorrem principalmente em áreas topograficamente acidentadas como morros e baixadas(ABNT, 1994).

Essas zonas quase sempre apresentam os maiores índices de perdas reais de água, certamente por apresentarem elevada incidência de vazamentos na rede e nas residências com abastecimento do tipo direto, devido às elevadas pressões nas tubulações. As áreas dessas zonas são as que demandam maiores custos com energia por metro cúbico distribuído, porque também são as que apresentam maiores perdas de carga na rede de distribuição (ABNT, 1994).

Convencionalmente, as zonas de pressão em redes de abastecimento de água potável estão situadas entre 15 e 50 m.c.a, sendo toleradas as seguintes situações (SISTEMA, 2007):

- a) até 60 m.c.a em até 10% da área ou até 70 m.c.a em até 5% da mesma zona, para pressão estática máxima;
- b) até 10 m.c.a em 10% da área ou até 8 m.c.a em até 5% da mesma zona para pressão dinâmica mínima;

c) em circunstâncias especiais, para populações de até 5.000 hab, pode-se trabalhar com até 6 m.c.a, desde que haja garantia de que não ocorrerá risco de contaminação da rede.

De acordo com Gomes (2004), as pressões máximas nas redes devem ser limitadas pelos seguintes fatores:

- Com maiores pressões requeridas, o custo energético de bombeamento aumentará uma vez que este custo é diretamente proporcional a altura manométrica de impulsão;
- Para maiores pressões na rede, as tubulações serão mais caras por necessitarem de maiores pressões nominais;
- As possibilidades de ruptura nas tubulações aumentam com o aumento das pressões dinâmicas e estáticas na rede;
- As perdas reais de água crescem com o aumento das pressões de serviço, pois a vazão nas fissuras ou juntas dos tubos aumenta com o acréscimo de pressão;
- As vazões nos pontos de consumo crescem com o aumento das pressões disponíveis.

3.3.3 Elevadas perdas de carga

Parte da energia que os líquidos dispõem em regime dinâmico se dissipa devido ao efeito de sua viscosidade ou ao atrito interno, unido ao efeito da turbulência ou dos choques entre as partículas do fluido. Esta parte da energia

dissipada, que se transforma em calor, é denominada de perda de carga por atrito, perda de energia por atrito, ou perda de carga contínua ao longo do conduto (GOMES, 2004).

Segundo Pantoja (2006), a ocorrência de elevadas perdas de carga no sistema podem comprometer a distribuição das pressões dinâmicas previstas no dimensionamento. Essa diminuição da pressão pode acarretar desconforto ao consumidor final.

3.3.4 Intermitência do fornecimento de água

Toda e qualquer interrupção do fornecimento de água em uma rede de distribuição, ou em parte dela, caracteriza o que se conhece como intermitência no sistema de abastecimento de água.

Os principais fatores que podem causar intermitência são: a) produção e reservação insuficientes para vencer as demandas nos horários de pico; b) paralisação dos conjuntos motor-bomba, por falta de energia elétrica; c) pane nos equipamentos do sistema; d) elevados índices de perdas e desperdícios; e) acidentes, etc.

A intermitência no fornecimento de água nos sistemas públicos de abastecimento precisa ser evitada, não apenas pelo incômodo gerado pela falta da água, mas também por prejudicar a qualidade da água; pois o processo de esvaziamento das tubulações gera pressões negativas, que podem provocar a sucção de contaminantes presentes no solo para o interior dos tubos, no caso da rede apresentar trechos com vazamentos.

3.3.5 Depreciação da qualidade da água

Semelhantemente aos processos de produção de um produto alimentício qualquer, em que deve haver total controle de sua qualidade em cada uma de suas etapas, inclusive as finais como a de embalagem e transporte; assim deveria ocorrer com o processo de produção e distribuição de água para abastecimento público.

Assim como as embalagens de um produto alimentício, as tubulações assentadas nas vias com a finalidade de distribuir água para abastecimento público devem ser operadas e mantidas de tal maneira que garanta água com qualidade que não confira riscos a saúde pública, ou seja, a água que saiu potável da estação de tratamento deve chegar potável na residência do usuário do sistema.

De acordo com o exposto acima, da mesma maneira que hoje o consumidor recusa produtos com a embalagem extraviada, assim deveria ser quando um cidadão se deparasse com um vazamento na tubulação da rede de distribuição, pois rupturas ou rachaduras em um tubo da rede representam riscos potenciais de contaminação. Em pontos à jusante de uma infiltração no tubo, é de se esperar encontrar água com elevada turbidez, sabor e odor desagradáveis, e presença de bactérias, que provavelmente são introduzidos por sucção, na ocorrência de intermitências do fornecimento da água.

Dessa forma, o controle da qualidade da água na rede é tão importante quanto ao realizado na estação de tratamento. Tal importância é ratificada na Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seus padrões de qualidade.

3.3.6 Vazamentos

Reis e Porto (1993) afirmam que as perdas por vazamento são diretamente proporcionais às pressões no interior da rede, podendo atingir cerca de 50% do volume total de alimentação das mesmas. Isso preocupa os profissionais da área e os leva a propor soluções para evitar ou logo recuperar as rupturas das tubulações.

Dentre as metodologias apresentadas na literatura, destaca-se o trabalho de Jhowitt e Xu (1991 apud REIS e PORTO, 1993) que prevê o equacionamento piezométrico das redes de distribuição através da equação de resistência tipo Hazen-Williams, relação entre perda por vazamento e pressão de serviço média nos trechos e balanço de massa aplicado aos nós, em sistemas que disponham de válvula redutora de pressão.

Segundo Gonçalves et al. (1998), o controle de pressão é um rápido e efetivo método para reduzir os níveis de vazamento ressaltando os estudos realizados no Japão e Reino Unido indicam que vazamentos em sistemas de distribuição são mais sensíveis às mudanças de pressão que aqueles esperados, considerando-se que os vazamentos se dão por meio de “orifícios” de dimensões fixas.

3.4 SETORIZAÇÃO DE REDES

A grande extensão das redes de distribuição de água com suas numerosas derivações e conexões necessita de uma setorização, ou seja, a divisão em setores e subsetores com a finalidade de se ter um melhor gerenciamento do sistema de água. A setorização possibilitará também identificar com maior eficiência os pontos da rede sujeitos à maior incidência de vazamentos (DANTAS, 1999).

De acordo com Tsutiya (2004), uma importante forma de setorizar um sistema de abastecimento de água é por meio do estabelecimento de unidades de controle, por meio do zoneamento clássico a partir do reservatório apoiado ou enterrado, dividindo o sistema em basicamente duas zonas de pressão, a baixa pressão e a alta pressão.

A setorização deve ser elaborada desde a fase de projeto do setor de abastecimento, a fim de se atingir um adequado zoneamento piezométrico que atenda às pressões estabelecidas pelas normas brasileiras - atualmente a NBR 12218/1994 (TSUTIYA, 2004). Conforme mostrado na Figura 4.

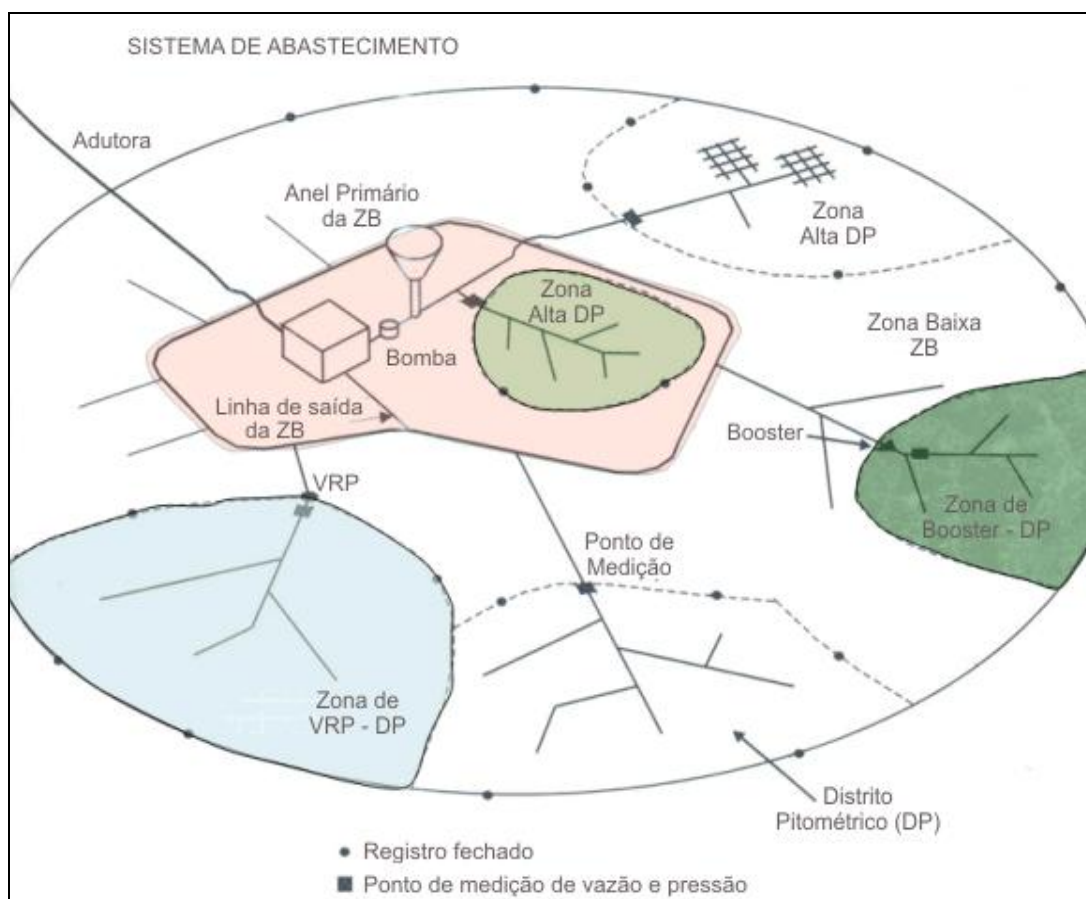


Figura 4 - Distrito de controle operacional.
Fonte: Adaptado de Tsutiya (2004)

3.4.1 Macromedição

A macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água, desde a captação de água bruta até as extremidades de jusante da rede de distribuição. Como por exemplo, citam-se: medições de água bruta captada ou medições na entrada de setores de distribuição, ou ainda medições de água tratada entregue por atacado a outros sistemas públicos (SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO, 2004a, p.15).

A macromedição é fundamental para a gestão dos sistemas de abastecimento de água, e ultrapassa o mero campo de controle e redução de perdas, pois subsidiam elementos importantes para diagnóstico operacional, dosagens de produtos químicos, indicadores qualitativos e quantitativos da companhia etc.

Segundo Tsutiya, (2004), é importante que no processo de medição sejam atendidos fatores como: estudo da área que se quer medir com realização de prospecções e ensaios de campo, avaliação do perfil dos consumos ou vazões, especificação e dimensionamento do medidor, instalação adequada do macromedidor, obedecendo as distâncias mínimas às singularidades a montante e a jusante requeridas ao bom funcionamento do medidor, e cadastrar o macromedidor.

Nielsen (2003) ressalta que os profissionais de um sistema de abastecimento de água devem estar comprometidos com a qualidade e com a precisão da medição de água fornecida aos seus usuários, por causa do impacto que a medição de água tem nas finanças e obtenção de lucros ou nas perdas.

Segundo Tsutiya (2004), a macromedição deve ser permanente, para que se tenha precisão e confiabilidade no processamento dos dados obtidos. O mesmo autor destaca a necessidade de manutenção periódica dos equipamentos de medição, pois grande parte dos problemas relativos a erros de medição decorre de falhas de manutenção (90%).

Dependendo do local e tipo de água (bruta ou tratada), ou do tipo de conduto - se aberto ou fechado - os instrumentos a serem aplicados no sistema de medição podem variar de acordo com a situação.

O avanço tecnológico, fundamentalmente das últimas décadas, tem contribuído consideravelmente para que hoje o mercado ofereça opções no diz respeito à instrumentos e equipamentos de medição e controle de vazão.

3.4.2 Micromedição

O medidor de água é um instrumento totalizador de volume, instalado na ligação de um usuário do sistema de abastecimento de água. Como o resultado de sua totalização forma a base da conta de água, o medidor deve ser apto a medir com elevada precisão e estar de acordo com as exigências de metrologia legal - no Brasil a Portaria n.º 246/2000 do INMETRO (NIELSEN et al., 2003).

Entende-se por micromedição a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independente de sua categoria ou faixa de consumo. Basicamente a micromedição compreende a medição permanente do volume de água consumido e que é registrado periodicamente por meio da indicação propiciada pelos hidrômetros (SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO, 2004b, p.14).

O sistema de micromedição desempenha papel importante no combate às fraudes, pois se há fragilidade no sistema de medição, os potenciais fraudadores sentir-se-ão encorajados ao delito. Em termos preventivos, as fraudes podem ser coibidas através da realização de campanhas de esclarecimento à população e utilização de lacres nos hidrômetros ou outros dispositivos que dificultem as ações fraudulentas (TSUTIYA, 2004).

O envelhecimento dos hidrômetros potencializados por fatores inerentes ao funcionamento do sistema de abastecimento de água (problemas de água vermelha e ocorrências operacionais) é um fator de perda gradativa de precisão da medição, aumentando assim perdas aparentes (TSUTIYA, 2004).

Segundo Tsutiya (2004), 99% das ligações residenciais têm seus volumes medidos por hidrômetro de 1,5 m³/h ou 3 m³/h que são de pequena capacidade. Geralmente os hidrômetros de maior porte atendem os grandes consumidores tais como, indústrias, condomínios etc. Esses consumidores representam, no geral, um peso significativo nos volumes medidos e no faturamento das companhias de saneamento. Portanto é importante que os aparelhos sejam adequados e estejam em perfeitas condições de uso.

3.4.3 Controle de pressões

A redução da pressão na rede de distribuição diminui significativamente a ocorrência de vazamentos e, conseqüentemente, as perdas por vazamento. Silva (1999) apresenta uma relação matemática que, segundo a qual, para tubos metálicos, a vazão perdida (Q) é uma função proporcional à raiz quadrada da carga hidráulica⁴ (H), conforme Equação 1.

$$Q = f(\sqrt{H})$$

Equação 1 - Vazão perdida

⁴ Carga hidráulica é a pressão em metros ou m.c.a. correspondente a altura da lâmina d'água em um reservatório elevado.

A Tabela 1 apresenta, para vários valores de redução de carga, as consequentes diminuições dos índices de perdas, para o caso de tubulações metálicas, segundo a equação apresentada por Silva (1999).

Tabela 1 - Relação de redução de perdas de carga x Redução de perdas.

| REDUÇÃO DA CARGA (%) | REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA (%) |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 20 | 10 |
| 30 | 16 |
| 40 | 23 |
| 50 | 29 |
| 60 | 37 |

Fonte: Silva (1999)

Na Tabela 1 verifica-se que para uma redução de 60% de pressão de um setor existe a redução de 37% no valor das perdas. Essa redução ocorre em consequência da diminuição de pequenos vazamentos, da melhor estanqueidade da tubulação e da diminuição do número de reparos na rede de distribuição.

Lambert (apud SILVA, 1999) observa que para tubulações em material de PVC, as reduções de perdas com controle de pressão alcançam índices superiores aos apresentados para tubulações metálicas.

Segundo Itonaga e Koide (2005) 70% das perdas físicas em sistemas de abastecimento de água ocorrem em suas redes de distribuição. Portanto a redução de vazamentos nas unidades de distribuição é sempre recomendada.

O controle de pressão, por meio de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), apresenta-se como uma das ferramentas mais importantes no controle e redução de perdas, sendo recomendado o seu uso nos sistemas de abastecimento de água, na medida do necessário. Este controle deve assegurar as pressões mínimas e máximas permitidas para os consumidores finais, isto é, as pressões estática e dinâmica, que obedecem a limites prefixados (PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR SANEAMENTO, 2005).

A SABESP reduziu significativamente perdas reais (ocorrências de vazamentos) em seu sistema de abastecimento de água do Cantareira, fazendo o controle de pressão na rede de distribuição por meio do rebaixamento do plano piezométrico do sistema (ORELLANA, 2005).

Entre as principais atividades recomendadas para redução de plano piezométrico em redes de distribuição de sistemas de abastecimento de água podem ser citadas:

- ❖ Reduzir a cota do nível operacional da lâmina d'água do reservatório elevado, ou a pressão de saída da bomba, quando a distribuição ocorrer por bombeamento direto na rede;
- ❖ Promover a setorização da rede de distribuição conforme faixa de altura manométrica (divisão em microzonas de pressão).
- ❖ Instalação de válvulas redutoras de pressão na rede de distribuição;
- ❖ Fazer a automação e o controle da rede, visando detectar mais rapidamente as perdas e providenciar sua correção;
- ❖ Realizar pesquisas de vazamentos de forma planejada e frequente.

3.4.4 Controle de vazamentos

As perdas físicas que ocorrem em sistemas de abastecimento de água correspondem a 50% da perda total. E 80% dessas perdas, que são resultantes fundamentalmente de vazamentos, ocorrem entre a saída da rede de distribuição e o ramal predial (SECRETARIAS NACIONAIS DE SANEAMENTO, 1999).

“Denomina-se vazamentos, a perda de água ocorrida nas partes dos sistemas devido a não estanqueidade dos mesmos. Na rede de distribuição, o correm devido à ruptura da tubulação, desgaste ou envelhecimento das juntas” (COELHO, 2001).

De acordo com Tsutiya (2004), os vazamentos aparecem em diversas partes do sistema de abastecimento de água, especialmente em:

- ❖ Nas estruturas das Estações de Tratamento de Água;
- ❖ Nas tubulações das linhas de adução e da rede de distribuição e seus acessórios (juntas, registros, ventosas);
- ❖ Nos ramais prediais e cavaletes;
- ❖ Nas estruturas dos reservatórios setoriais;
- ❖ Nos equipamentos das estações elevatórias.

As experiências técnicas do ramo indicam que a maioria de ocorrência de vazamentos incide nos ramais prediais (algo entre 70% e 90%) da quantidade total de ocorrências. Em termos de volume perdidos, a maior incidência é vista nas tubulações da rede distribuidora (SECRETARIAS NACIONAIS DE SANEAMENTO, 2004).

As principais causas de vazamentos em sistemas de abastecimento de água são apresentadas no Quadro 3 (TSUTIYA, 2004).

| ÍTEMS | CAUSAS INTERNAS | CAUSAS EXTERNAS |
|----------------------|---|---|
| Bombas | Desgastes das gaxetas; | |
| | Ajustes inadequados nos registros, válvulas e juntas; | |
| | Pressões elevadas. | |
| Reservatórios | Má qualidade dos materiais; | |
| | Má execução da obra; | |
| | Envelhecimento dos materiais. | |
| Tubulações | Material Má qualidade dos materiais; Corrosão; Envelhecimento; | Ambiente Carga de tráfego; Agressividade do solo (corrosão externa); Poluição do solo. |
| | Execução Projeto inadequado; Assentamento inadequado; Encaixes inadequados. | Desastres naturais Movimentos de terra ocasionados por obras; Deslizamentos; Movimentos sísmicos. |
| | Operação Golpe de aríete; Pressão alta; Qualidade de água. | |

Quadro 3 - Causas dos vazamentos
Fonte: Adaptada de Sapporo (1994).

Segundo Coelho (2001), o controle de vazamento deve ser capaz de localizar e consertar vazamentos existentes na rede de distribuição de água, considerando todos os localizados ou informados pela população e conferindo, ainda, os não aparentes, ou seja, aqueles que não afloram, porém são detectados por técnicas ou equipamentos acústicos e eletrônicos.

Os vazamentos na rede representam a água perdida, não consumida e conseqüentemente não faturada, afetando o desempenho empresarial, como: alto custo de produção, gasto com energia elétrica, produtos químicos utilizados no tratamento da água que são incorporados à tarifa, risco na contaminação da água e de interrupções no abastecimento, que interferem na imagem da empresa, com perda da confiança da população (AGUIAR, 2005).

Problemas adicionais como o solapamento e erosão solo, causando muitas vezes afundamento de pavimentos e ruas e de edificações de terceiros. Sendo a operadora responsável por reparos às vezes difíceis e de alto custo. Diante do exposto fica evidente a importância da atenção ao controle de vazamentos, tanto pelas conseqüências intrínsecas, quanto pelo impacto na imagem e na qualidade do serviço prestado (ALVIM, 2005).

Há dois tipos de controle de vazamentos, o ativo e o passivo. O controle ativo de vazamentos se opõe ao controle passivo, que é, basicamente, a atividade de reparar os vazamentos apenas quando se tornam visíveis.

A metodologia mais utilizada no controle ativo de vazamentos é a pesquisa de vazamentos não visíveis, realizada por meio da escuta dos vazamentos (por geofones mecânicos ou eletrônicos e correlacionadores). Essa atividade reduz o tempo de vazamento, ou seja, quanto maior for a frequência da pesquisa, maior será a taxa de vazão anual recuperada. Uma análise de custo benefício pode definir a melhor frequência de pesquisa a ser realizada em cada área (COELHO, 2001).

3.4.5 Equipamentos utilizados na determinação de vazamentos

GEOFONE

É um equipamento de alta sensibilidade dotado de um sensor que capta o som produzido pelo vazamento. Detecta ruído de vazamento na sua faixa de operação que se situa entre 100 e 2700 Hz. As partes básicas de um geofone eletrônico são: amplificador, sensor ou transdutor e fones de ouvido. É um equipamento essencial para pesquisa a campo (ALVIM, 2005). Na Figura 5 é indicado o funcionamento de um geofone.



Figura 5 – Funcionamento de um geofone
Fonte: Geofone, (2009)

HASTE DE ESCUTA

É uma haste de metal com comprimento de 1,0 e 1,5m. Essa haste de escuta de ruído é também conhecida como “stick”. É menos sensível que o geofone eletrônico. A sua faixa de operação situa-se entre 200 a 1500 Hertz. Detecta ruído de vazamento com mais facilidade na faixa de 600 a 800 Hz (ALVIM, 2005). Na Fotografia 1 é indicado o funcionamento de uma haste de escuta.



Fotografia 1 – Utilização de uma haste de escuta
Fonte: Haste de escuta,(2009)

CORRELACIONADOR DE RUÍDOS

É um equipamento acústico, composto de uma unidade principal processadora, pré-amplificadores e sensores, que identifica a posição do vazamento entre dois pontos determinados de uma tubulação. É um equipamento mais sofisticado, usado, não maior parte das vezes, para encontrar os vazamentos em trechos, onde o uso do geofone é difícil (ruas muito movimentadas, por exemplo) ou para confirmar algum apontamento do geofone. (TSUTIYA, 2004). Na Fotografia 2 é mostrado um correlacionador de ruídos.



Fotografia 2 -Correlacionador de ruídos
Fonte: Correlaionador,(2009)

3.4.6 Tipos de vazamentos

Segundo Tsutiya (2004), os vazamentos nos sistemas de abastecimento de água podem ser assim denominados:

❖ Vazamentos visíveis

Engloba grandes vazamentos que são facilmente notados, podendo ser reparados independentemente de programas especiais de detecção de perdas. Em rede de distribuição o água aflora à superfície (COELHO, 2001).

Na Fotografia 3 pode ser observado vazamento visível na rede de água localizada no bairro do Umarizal.



Fotografia 3 - Vazamento visível na rede de distribuição de água do 3º setor

❖ Vazamentos não visíveis

São vazamentos que necessitam de técnicas ou equipamentos especiais para detecção das fugas, sem esperar que o vazamento aflore para fazer o reparo. As atividades de pesquisa devem ocorrer com uma certa periodicidade, pois caso contrário os vazamentos não visíveis podem permanecer durante meses, causando grande volume de água perdida (TSUTIYA, 2004).

❖ Vazamentos inerentes

São vazamentos que com o auxílio de tecnologias usuais de pesquisas, como princípios de acústica para detecção, e nas pequenas vazões, baixo nível de ruído do vazamento ou baixa pressão de serviço, não conseguem serem detectados. Não quer dizer que outras técnicas não possam ser mais eficazes, entretanto para o aspecto econômico ditam inviabilidade (TSUTIYA, 2004).

3.4.7 Cadastro Técnico e Comercial

O estudo de cadastro é explicado por Dale e Mclaughlin (apud COELHO, 2004) como um sistema de informações, que combina recursos técnicos e humanos com um conjunto de procedimentos organizacionais, capaz de produzir informações de apoio às exigências de gerenciamento.

No setor saneamento a visão de cadastro anteriormente citada pode ser representada por meio de um sistema que engloba a prestação dos serviços de água e esgoto, com o corpo técnico e gerencial e os equipamentos e a infraestrutura, de onde são produzidos dados e informações que dão base às decisões para melhoria e expansão dos serviços. Instrumentos constantes desse sistema são os cadastros técnico e comercial

O cadastro técnico em empresas de saneamento é composto por plantas com informações das estruturas e dispositivos que compõem os sistemas de abastecimento de água (captações, áreas de reservação, adutoras, estações de tratamento, elevatória e redes de distribuição). Por outro lado, o cadastro comercial está relacionado ao registro de consumidores, importante para o planejamento, comercialização, faturamento e cobrança dos serviços executados por essas empresas (COELHO,2004).

Atualmente, é possível constatar que cadastros técnico e comercial de prestadores de serviços de saneamento são administrados separadamente, sem intercâmbio de informações, o que permite a falta de atualização dessas bases de informação. No entanto também é observado que a busca de qualidade e eficiência dessas empresas têm contribuído para a mudança desse quadro com a interligação desses cadastros e a inserção de novas tecnologias para o seu gerenciamento.

Como exemplo de processo de mudança de base cadastral, podemos descrever a unificação do cadastro da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), estudada por Coelho (2004), que cita que o início desse processo foi no ano de 2002, com as seguintes etapas:

- ❖ Utilização da base cartográfica de levantamento aerofotogramétrico;
- ❖ Análise da base cartográfica existente;
- ❖ Atualização da base em campo utilizando-se Estação Total e GPS;
- ❖ Atualização da base em meio digital;
- ❖ Inclusão dos limites dos setores comerciais e distritos operacionais
- ❖ Inclusão dos limites dos bairros e Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, existentes no município;
- ❖ Obtenção dos limites dos setores censitários fornecidos pelo IBGE;
- ❖ Utilização dos dados cadastrais das redes de água e esgoto existentes;
- ❖ Acertos das inconsistências;
- ❖ Obtenção de base cartográfica única.

Esse tipo de mudança, segundo o autor, tende a trazer benefícios, especialmente na redução de perdas. A COMPESA implantou modelo que compartilha a mesma base cartográfica entre os cadastros e os demais setores que utilizam esse recurso.

Assim, à medida que ocorre a compatibilização ou a unificação dos dados e informações do cadastro técnico e comercial, aumenta a necessidade da utilização de modernos programas computacionais de geoprocessamento nas empresas de saneamento.

Entre esses métodos computacionais utilizados temos o Sistema de Informações Geográficas (SIG), que é um ambiente computacional no qual dados espaciais, representados por entidades gráficas podem ser relacionados entre si e com outros dados não espaciais como registros alfanuméricos de banco de dados convencional e imagens “raster”⁵ Camargo, 1997(apud BARRETO, 2007).

O SIG vem sendo utilizado nas empresas de saneamento com alimentação de variadas informações de trechos de tubulação como tipo de material, diâmetro, profundidade, até roteiros de leitura, identificação de usuário (matrícula), faturamento, entre outros itens. Os programas computacionais diversificados do SIG formam bancos de dados espaciais, tabulares, como gráficos de vetores e imagens.

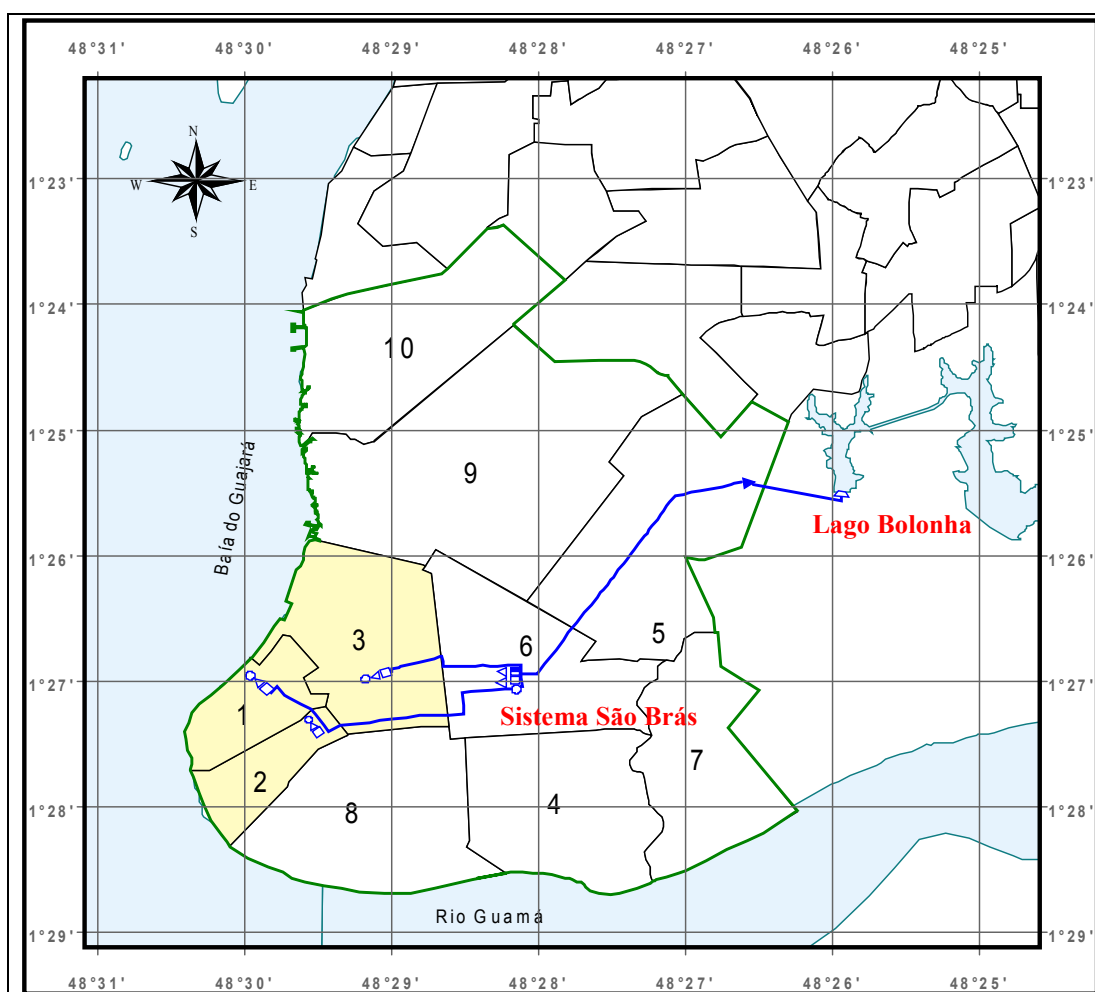
⁵ Imagem “raster” são imagens que contém a descrição de cada pixel, em oposição aos gráficos vetoriais

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa será desenvolvida na área de abrangência do 3º setor de abastecimento de água da COSANPA, que é parte integrante do sistema Utinga – São Brás da Região Metropolitana de Belém. Segundo a Universidade Federal do Pará e Companhia de Saneamento do Pará (2006), o 3º setor abrange os bairros Reduto, Nazaré e Umarizal, localizados na Zona Central do município de Belém. No ano de 2006 população atendida era de 89.484 habitantes e o volume distribuído diariamente era de 34.581 m³, o que resulta em um per capita de 386 l/hab.dia.

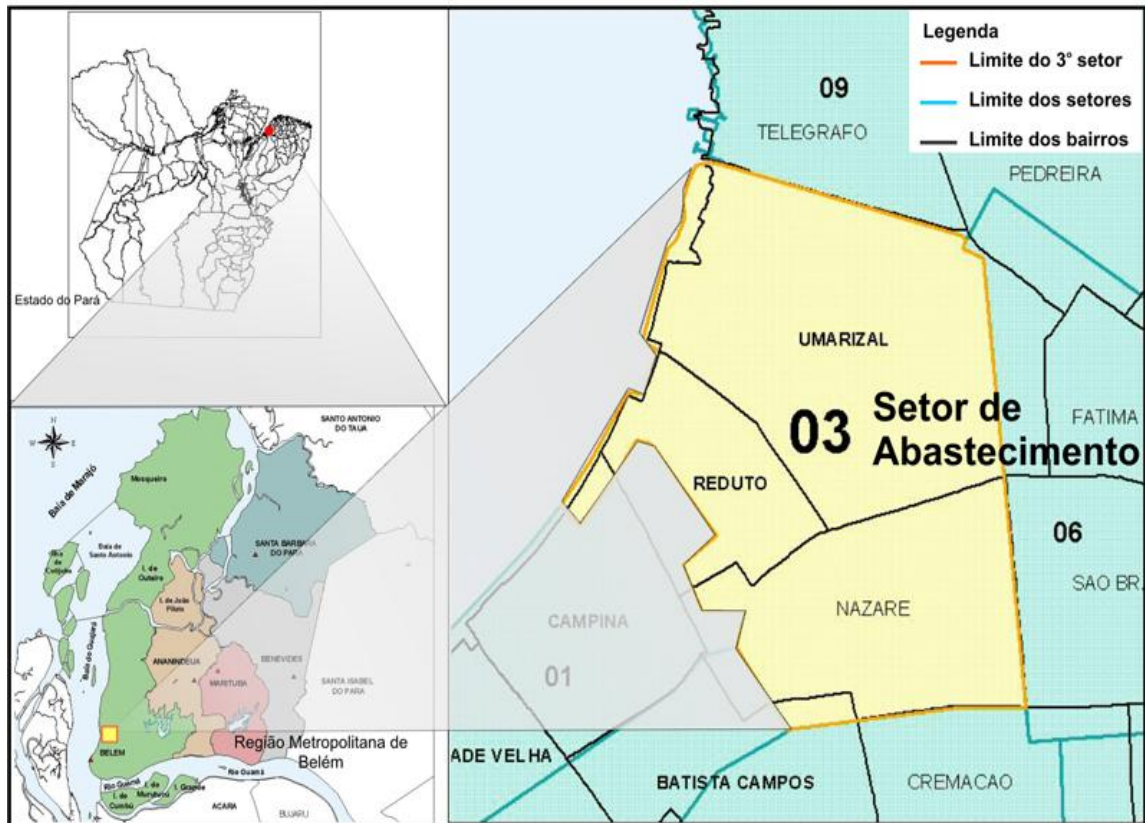
Esse setor recebe água bruta captada do lago Bolonha, sendo aduzida à Estação de Tratamento de São Brás, conforme mostrado no Mapa 1.



Mapa 1 - Sistema Utinga - São Brás

Fonte: Universidade Federal do Pará e Companhia de Saneamento do Pará (2006)

No Mapa 2 são indicados os limites e os bairros atendidos pelo 3º setor de abastecimento de água da COSANPA com indicação dos setores limites e dos bairros.



Mapa 2 - Localização do 3º setor de abastecimento de água da Zona Central da Região Metropolitana de Belém

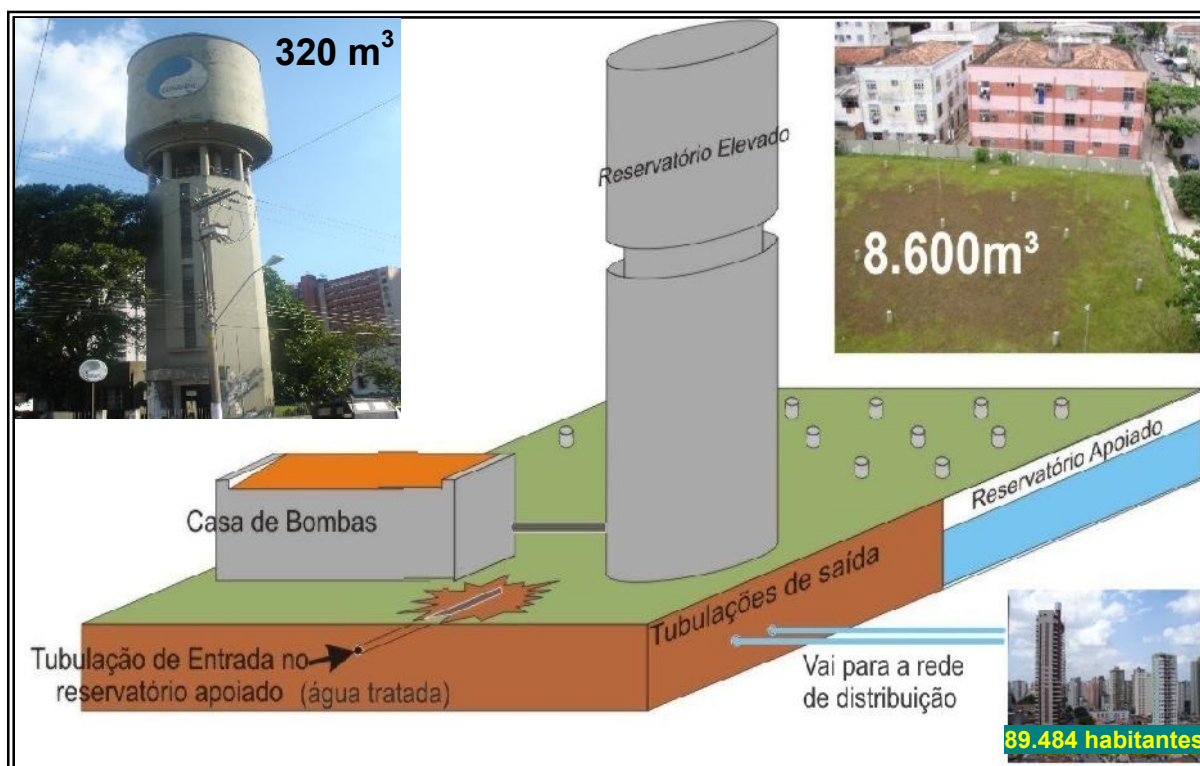
Fonte: Universidade Federal do Pará e Companhia de Saneamento do Pará (2006)

O 3º setor de abastecimento está situado a Rua João Balbi esquina com Tv. Dom Romualdo de Seixas no bairro do Umarizal, conforme demonstrado na Fotografia 4



Fotografia 4 - Localização física do 3º setor de abastecimento

O 3º setor de abastecimento é que composto pelas seguintes unidades: 01 reservatório apoiado de 8.600 m³, uma elevatória com capacidade de 2.604 m³/h e 01 reservatório elevado de 320 m³ e possui aproximadamente 233.000 metro de rede distribuição de água de diferentes diâmetros e tipo de material, conforme mostrado no Desenho 5 e Tabela 2 respectivamente .



Desenho 5 - Unidades que compõe o 3º setor de abastecimento

A Tabela 2 demonstra a extensão da rede de distribuição do 3º setor de abastecimento especificando o diâmetro e material da tubulação.

Tabela 2 - Extensão de rede do 3º setor de abastecimento

| Extensão de rede 3º setor de abastecimento da RMB | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------------------|
| Material | Diâmetro(mm) | | | | | | | | | | | | Subtotal |
| | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 800 | |
| C.A. | - | 30530 | 11340 | 3800 | 9820 | 3565 | 4190 | - | - | - | - | - | 63.245,00 |
| PVC PBA | 9910 | 102355 | 3105 | 2050 | - | - | - | - | - | - | - | - | 117.420,00 |
| F°Fº | - | - | 1060 | 690 | 4610 | 540 | 7100 | 2760 | 2640 | 1070 | 790 | 60 | 21.320,00 |
| PVC DEF°Fº | - | - | 10060 | 10700 | 6280 | 4150 | - | - | - | - | - | - | 31.190,00 |
| TOTAL(m) | | | | | | | | | | | | | 233.175,00 |

A Tabela 3 demonstra o volume e a vazão mensal bombeado no 3º setor de abastecimento no período de maio de 2006 a abril de 2007

Tabela 3 – Volume e Vazão bombeados no 3º setor período de maio 2006 a abril de 2007

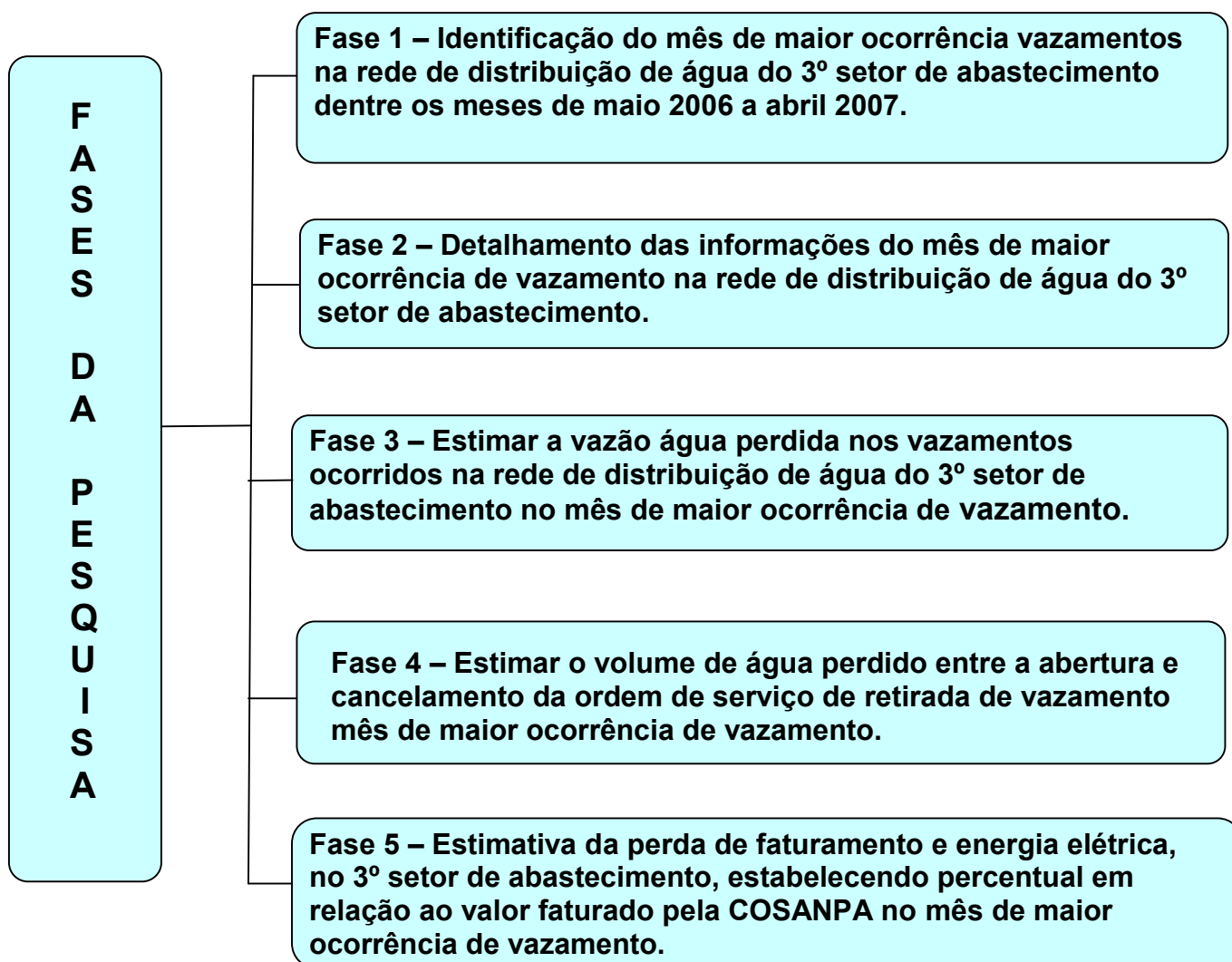
| MÊS/ANO | VOLUME m³ | VAZÃO m³/h |
|----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| maio-06 | 954.782 | 1.315 |
| junho-06 | 1.015.772 | 1.399 |
| julho-06 | 994.711 | 1.370 |
| agosto-06 | 1.010.532 | 1.358 |
| setembro-06 | 913.005 | 1.257 |
| outubro-06 | 1.019.151 | 1.404 |
| novembro-06 | 952.870 | 1.426 |
| dezembro-06 | 975.809 | 1.344 |
| janeiro-07 | 943.891 | 1.300 |
| fevereiro-07 | 996.168 | 1.372 |
| março-07 | 1.019.402 | 1.404 |
| abril-07 | 906.135 | 1.248 |
| MÉDIA | 975.186 | 1.350 |
| TOTAL | 11.702.229 | 16.197 |

O 3º setor de abastecimento de água foi escolhido para essa pesquisa em razão dos seguintes aspectos:

- Informações disponíveis;
- Grande demanda de água para atendimento de consumidores com alto padrão sócio-econômico;
- Localização em área com grande adensamento populacional;
- Grande área de abrangência 47,4 ha;
- Considerável número de ligações prediais de água 10.093 para atender população de 89.484 habitantes ;
- Intenso tráfego de veículos por estar localizado na área central de Belém nos bairros de Umarizal, Reduto e Nazaré;
- Alto índice de micromedição(em torno de 98%);
- Extensão de rede considerável.

4.2 FASES DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no período de maio de 2006 a abril de 2007, tendo cinco fases, conforme mostra no Fluxograma 1.



Fluxograma 1 - Fases da Pesquisa

4.2.1 Fase 1 – Identificação do mês com maior ocorrência vazamentos na rede de distribuição de água do 3º setor de abastecimento dentre o período de maio 2006 a abril 2007.

Nessa fase será realizado o levantamento de todas as solicitações de serviços de vazamento na rede de distribuição de água do 3ºsetor, recebidos e executado no período de maio de 2006 a abril de 2007, no Call Center e Lojas de Atendimento da COSANPA.

Os dados das ocorrências de vazamento bem como, às ações que resultam na solução do problema serão inseridas em bancos de dados. Na elaboração do banco de dados será utilizado o software EXCEL 2007 como ferramenta computacional.

A partir desse banco de dados, foi possível a sistematização das informações obtidas junto a COSANPA, referentes às ocorrências de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor no período de maio de 2006 a abril de 2007, conforme mostrado no Esquema 1.



Esquema 1 - Etapas para elaboração do relatório mensal de vazamento.

As ocorrências de vazamento foram totalizadas e agrupadas mês a mês, sendo, então, elaborados gráficos e tabelas para facilitar a identificação do mês com maior ocorrência de vazamento ao longo dos 12 meses avaliados.

4.2.2 Fase 2 – Detalhamento das informações do mês de maior ocorrência de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor de abastecimento.

Para isso foram utilizadas as ordens de serviço da COSANPA destinado à recuperação das redes de distribuição de água com vazamento, sendo registrado as informações de local do vazamento, tipo de material, diâmetro da rede e localização da rede e data de geração da ordem de serviço, conforme mostrado na Figura 6.

| Nº OS. | | ORIGEM | DESTINO | Nº ORD | EQUIPE | DATA GERAÇÃO | PAC | DATA LIM. EXECUÇÃO | | |
|--|------------------|-----------------------|-----------------|---|------------------|--------------|-------|--------------------|-------------------|----------------------------|
| 6010423901 | | M02 | M01 | 0 | | 01/11/2006 | 15/01 | 01/11/2006 | | |
| DESCRÇÃO SERVIÇO | | | | | EXTENSÃO | | | | | |
| RFT.VAZAM.RFDF | | | | | 0,00 | | | | | |
| RUA PAVIM. (OUTROS) | | | | | | | | | | |
| CLIENTE | SOLICITANTE | TELEFONE | MATRICULA | LOCALIZADOR | LOCALIDADE | | | | | |
| | UNISUL | X | | 00 00 00 000 | BELUM | | | | | |
| NOME DO LOGRADOURO | | Nº DO IMÓVEL | COMPLEMENTO | | QUANTIDADE RES | COM | IND | CATEGORIAS PUB | SITUAÇÃO COD. MOT | RAMO DE ATIV. QUANT. DESCR |
| RU JOAO BALBY | | | | | | | | | | |
| Nº IM. ANTERIOR | Nº IM. POSTERIOR | BAIRRO | | | | | | | | |
| | | NAZARE | | | | | | | | |
| ENTRE RUAS / REFERENCIA | | | | | | | | | | |
| D. RIZUALDO DE SETXAS E ALMTRANTE WANDENKOLK | | | | | | | | | | |
| MÊS/ANO / DATA LEITURA /CF/ VOL. FATURADO | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| TPE QUANT. PONTO SERVIÇO | | Nº PPS PARA EXECUÇÕES | | NÚMERO DO HIDRÔMETRO CAP ANO MAR Nº SEQUENCIA | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| <p>Informações adicionais: 1.60x1.00 BASE PARA ASFALTO</p> <p>Dados complementares: REGISTRO REGISTRADO (S/N)</p> <p>N</p> <p>HORA DO FECHAMENTO DO REGISTRO</p> <p>N</p> <p>HORA PREVISTA DE ABERTURA DO REG.</p> <p>N</p> <p>HORA REAL DE ABERTURA DO REG.</p> <p>N</p> <p>LOCALIZAÇÃO DA REDE (RUA OU PASSEIO)</p> <p>R</p> <p>MATERIAL DA REDE</p> <p>C/A</p> <p>ESTADO DA REDE (RDM OU RUM)</p> <p>D</p> <p>DATA</p> <p>DIÂMETRO DA REDE</p> <p>300</p> | | | | | | | | | | |
| <p>NÃO EXECUTADA/MOTIVO</p> <p>N</p> <p>RECOMPOS. EXECUT(TOTAL/PARC/NAO)</p> <p>N</p> <p>INFORME DADOS DA RECOMPOSIÇÃO</p> <p>BASE PARA ASFALTO</p> <p>RFTTRD ENTUHO (S/N)</p> <p>S</p> <p>INFORMACOES ADICIONAIS</p> <p>SERVIÇO EXECUTADO</p> | | | | | | | | | | |
| VISTO OPERADOR | | | MATRICULA | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| DESCRÇÃO DO MATERIAL | UNID. | QTDE. GASTA | QTDE. REGOLHIDA | DESCRÇÃO DO MATERIAL | | | UNID. | QTDE. GASTA | QTDE. REGOLHIDA | |
| 1,00 | | | | | | | | | | |
| DESCARGA NA REDE R.FOUT.7(S/N) | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| EQUIPE | | DATA | Nº OS | COD. SERVIÇO | VISTO ALMOXARIFE | | | DATA | | |
| | | | | | | | | | | |

6010423901 1480009

Figura 6 – Localização de material, diâmetro e data geração do vazamento na Ordem de serviço gerada pela COSANPA

Em seguida foi elaborado tabela com informação do mês, diâmetro, material, localização da rede e como os dias de abertura e baixa da ordem de serviço, assim como o tempo de vazamento da rede, conforme mostrado no modelo de tabela.

| MÊS | TUBULAÇÃO | | LOCALIZAÇÃO | PERÍODO | | TEMPO |
|-----|--------------|----------|-------------|----------|--------------|--------|
| | Diâmetro(mm) | Material | Rede | abertura | cancelamento | (hora) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Finalizando a fase 2 foi elaborado gráfico com o número diário de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor

4.2.3 Fase 3 – Estimar a vazão de água perdida nos vazamentos ocorridos na rede de distribuição de água do 3º setor de abastecimento no mês de maior ocorrência de vazamento.

Nessa fase será estimado a vazão de água perdida no mês de maior ocorrência de vazamento na rede de distribuição do 3º setor de abastecimento, sendo considerada:

1. Para determinar vazão da água na tubulação em que ocorre o vazamento será utilizada a equação da continuidade, conforme mostrado na Equação 2.

$$Q_1 = v \cdot A$$

Equação 2 - Equação da continuidade

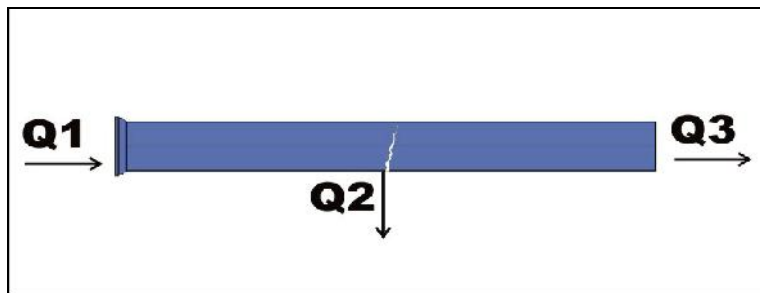
Onde:

Q_1 = Vazão na tubulação (m^3/s);

A = área de na tubulação (m);

v = velocidade na tubulação (m/s).

No Desenho 6 é apresentado a vazão do tubo, vazão na ruptura e vazão de saída.



Desenho 6 - Vazão do tubo, Vazão ruptura e Vazão saída.

Para a velocidade nessa fase será considerada recomendação da Associação Brasileira de Norma Técnica (1994) sobre a NBR 12.218 para os valores de velocidade mínima de 0.6 m/s e com velocidade máxima de 3,5m/s.

A velocidade máxima admissível ($V_{m\acute{a}x}$) foi calculada de acordo a equação empírica abaixo. Essa equação é bastante utilizada nos pré-dimensionamentos de redes ramificadas e malhada (BAPTISTA E LARA 2003). No Quadro 4 é apresentado diversas relações entre diâmetro e velocidades máximas nas redes de abastecimento.

$$V_{max} = 0,6 + 1,5.D$$

Onde:

$V_{m\acute{a}x}$ = velocidade (m/s);

0,6 = valor constante;

D = diâmetro da tubulação (m).

| D(mm) | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $V_{m\acute{a}x}$(m/s) | 0,68 | 0,71 | 0,75 | 0,83 | 0,90 | 0,98 | 1,05 | 1,13 | 1,20 | 1,28 | 1,35 | 1,50 |

Quadro 4 - Velocidades e vazões máximas em redes de abastecimento.

Fonte: Adaptado de Batista e Lara, 2003.

2. Para estima a vazão da água na saída da ruptura da tubulação em que ocorre o vazamento foi considerado 35% da vazão na tubulação.

$$Q_2 = 35\% Q_1$$

Onde:

$Q_2 = 35\% \cdot Q_1$ = Vazão na ruptura da tubulação (m^3/s);

Na Figura 7 é apresentada a área de ruptura e a estimativa da vazão de ruptura em que ocorre vazamento na rede de distribuição de água



Figura 7 – Vazão e área de ruptura na rede de distribuição de água
Fonte: Vazamento de água e Carro na Urca, (2009)

Os resultados da vazão perdida em cada vazamento serão apresentados da seguinte forma, conforme modelo de quadro.

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|--|---------|
| Diâmetro do tubo | | |
| Área do tubo | | |
| Velocidade | | |
| Vazão tubo | | |
| VAZÃO PERDIDA | | |

3. A pressão média na rede de distribuição.

Nesses levantamentos de pressão na rede foram utilizados manômetros analógicos de Marca MECALTEC, com adaptador e borracha cônica, sendo o monitoramento de pressão efetuado em ligações prediais dos princípios logradouros da rede de distribuição, com objetivo de determinar o valor médio de pressão na rede de distribuição de água do 3º setor.

4.2.4 Fase 4 - Estimar o volume de água perdido entre a abertura e cancelamento da ordem de serviço de retirada de vazamento no mês de maior ocorrência de vazamento.

Nessa fase será estimado o volume de água perdido em cada vazamento no mês de maior ocorrência na rede de distribuição de água do 3º setor, com base na Equação 3. Para o cálculo do volume perdido será considerado a vazão estimada na fase 3 (metro cúbico por segundo), sendo multiplicada por 3600 para se convertida em metro cúbico por hora (m³/h).

$$V_{pv} = Q \times (T_2 - T_1)$$

Equação 3 - Equação da vazão

Onde:

V_{pv} = Volume perdido em vazamento (m^3)

Q = Vazão (m^3/h)

T_1 = Informação da ocorrência de vazamento na rede de distribuição de água (abertura da ordem de serviço);

T_2 = Informação de conclusão do serviço de recuperação do vazamento (baixa da ordem de serviço).

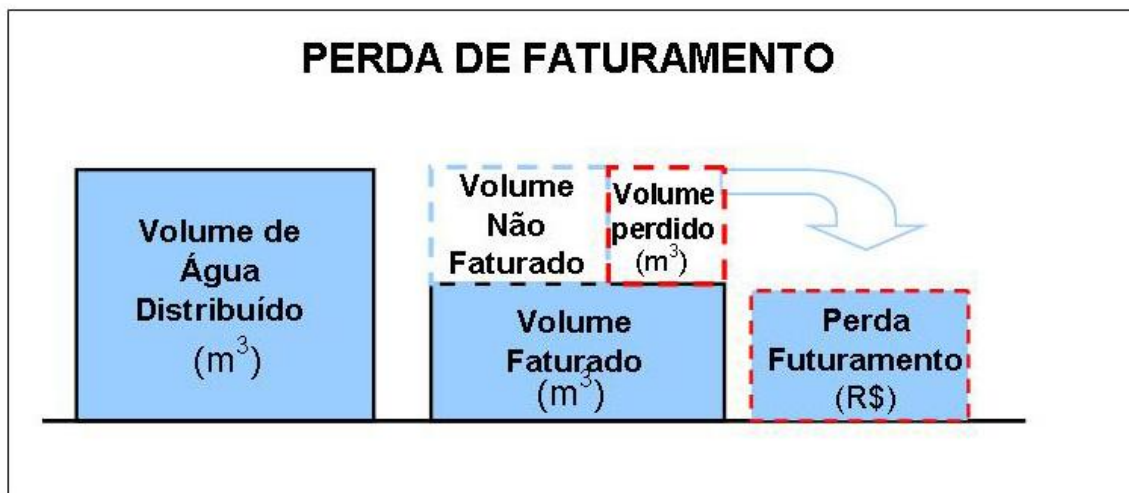
A somatória de todos os valores dos volumes perdidos em cada vazamento resultaria no volume perdido no mês de maior incidência de vazamentos (V_{pv}).

4.2.5 Fase 5 – Estimativa da perda de faturamento e energia elétrica, no 3º setor de abastecimento, estabelecendo percentual em relação ao volume faturado pela COSANPA no mês de maior ocorrência de vazamento.

Nessa fase serão estimados os valores em reais da perda de faturamento e de energia elétrica da COSANPA, no mês de maior ocorrência de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor, sendo dividida em 2 etapas:

Etapa 1 - Perdas de faturamento

Neste trabalho foi considerado que a perda de faturamento total corresponde a diferença entre o volume distribuído e o volume faturado. Sendo que para esse estudo será levado em consideração somente o volume perdido em vazamento estimado na fase 4 e não faturado no mês de maior ocorrência de vazamento na rede de distribuição do 3º setor, conforme representado no Esquema 2



Esquema 2 - Definição da perda de faturamento em sistema de abastecimento de água

Para estimar o valor em reais da perda de faturamento será considerada a política de tarifaria praticado pela COSANPA no Estado do Pará, conforme mostrado Quadro 5.

| VOLUME (m ³) | RESIDENCIAL | COMERCIAL | INDUSTRIAL | PÚBLICO |
|-----------------------------|-------------|-----------|------------|---------|
| | REAIS (R\$) | | | |
| 0 a 10 | 1,40 | 4,18 | 5,22 | 4,18 |
| 11 a 20 | 1,79 | 5,22 | 6,68 | 5,22 |
| 21 a 30 | 2,40 | “ | “ | “ |
| 31 a 40 | 3,02 | “ | “ | “ |
| 41 a 50 | 4,18 | “ | “ | “ |
| > 50 | 4,86 | “ | “ | “ |

Quadro 5 – Tarifa por economia.

Fonte: Adaptado de COSANPA, 2009.

Os dados do volume distribuído serão, obtido na Unidade Executiva de Pitometria e Macromedição; e os dados de faturamento obtidos no sistema comercial utilizado pela COSANPA– SICOM, sendo especificamente usado o volume faturado no mês de maior ocorrência de vazamento.

Etapa 2 - Perda de energia elétrica

A perda de energia elétrica será em função do volume de água perdido em vazamentos no mês de maior ocorrência estimado na fase 4 e consumo de energia elétrica (kWh/m³) no 3º setor de abastecimento. O consumo de energia elétrica bombeada no 3º setor será obtido com base no relatório mensal de energia elétrica da COSANPA, no mês de maior ocorrência de vazamento.

$$P_{EE} = (\text{volume perdido em vazamento/mês}) \times (\text{consumo de energia})$$

O custo com energia elétrica no mês de maior ocorrência de vazamento será estimado multiplicando o volume perdido em vazamento pelo custo unitário de energia (R\$/kWh) elétrica, obtido com base no relatório mensal de energia elétrica do 3º setor da COSANPA, no mês de maior ocorrência de vazamento.

$$C = (\text{perda de energia elétrica}) \times (\text{custo unitário de energia elétrica})$$

A Tabela 4 apresenta o consumo e o custo com energia elétrica no 3º setor no período de maio de 2006 a abril de 2007, sendo que para esse estudo foi considerado o consumo e custo de energia elétrica no mês de maior ocorrência de vazamento na rede de distribuição do 3º setor.

Tabela 4 – Consumo e Custo com energia elétrica no 3º setor período de maio 2006 a abril de 2007

| MÊS/ANO | VOLUME DISTRIBUÍDO (m ³) | CONSUMO (kWh) | CUSTOS (R\$) | R\$/kWh | kWh/m ³ |
|---------------|--------------------------------------|------------------|-------------------|------------|--------------------|
| Mai/06 | 954.782 | 155.816 | 28.454,71 | 0,18 | 0,16 |
| Jun/06 | 1.015.772 | 153.468 | 30.832,71 | 0,2 | 0,15 |
| Jul/06 | 994.711 | 143.340 | 28.166,68 | 0,19 | 0,14 |
| Ago/06 | 1.010.532 | 155.725 | 29.406,52 | 0,18 | 0,15 |
| Set/06 | 913.005 | 151.231 | 28.646,75 | 0,19 | 0,17 |
| Out/06 | 1.019.151 | 144.942 | 28.241,83 | 0,19 | 0,14 |
| Nov/06 | 952.870 | 152.054 | 29.662,99 | 0,2 | 0,16 |
| Dez/06 | 975.809 | 164.929 | 29.282,56 | 0,18 | 0,17 |
| Jan/07 | 943.891 | 144.122 | 26.106,80 | 0,18 | 0,16 |
| Fev/07 | 996.168 | 150.884 | 28.306,36 | 0,19 | 0,15 |
| Mar/07 | 1.019.402 | 137.899 | 25.487,91 | 0,18 | 0,15 |
| Abr/07 | 906.135 | 167.591 | 31.306,20 | 0,19 | 0,18 |
| TOTAL | 11.702.228 | 1.822.001 | 343.902,00 | - | - |

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 IDENTIFICAÇÃO DO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO ENTRE O PERÍODO DE MAIO DE 2006 A ABRIL DE 2007.

Para identificação do mês de maior ocorrência de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor, foi realizado o levantamento de todas as solicitações de serviço recebida pelo call center e lojas de atendimento da COSANPA, no período de maio de 2006 a abril de 2007.

Vale ressaltar que o relatório mensal da COSANPA, extraído do sistema comercial - SICOM fornece dados referentes a vários serviços executados pela companhia, sendo que, no estudo somente utilizadas as ocorrências de vazamentos executados na rede e distribuição de água do 3º setor no período de maio de 2006 a abril de 2007.

5.1.1 Identificação mensal dos vazamentos ocorrido período de maio 2006 a abril 2007.

A identificação dos vazamentos no 3º setor iniciou no mês de maio de 2006 por um período de um ano, para tal foi levada em consideração a localização dos pontos onde ocorreram os vazamentos na rede de distribuição do 3º setor e os diâmetros da rede onde ocorreu o vazamento.

No mês de maio de 2006 foi identificado 22 vazamentos na rede de distribuição do 3º setor, sendo 11(onze) vazamentos em rede com material de cimento amianto (C.A), 9(nove) vazamentos em rede com material de P.V.C e 2(dois) vazamentos em rede de material de ferro fundido(Fº Fº), conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Vazamento ocorrido no mês de maio de 2006

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|-----------------------|--|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Av. Braz de Aguiar | Rua Quintino Bocaiúva | Nazaré | 75 | C.A |
| Tv.14 de março | Tv José Pio e Tv. Manoel Evaristo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Piedade | Av. Gov. José Malcher | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Tv.14 de março | Av. Gentil Bittencourt e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua João Balbi | Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Alcindo Cacela | Rua Ferreira Pena e Pss. Independência | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Soares Carneiro | Rua Curuça e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua D. Alberto Ramos | Av. Gen. Deodoro e Tv. 14 de Março | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Gov. José Malcher | Rua Drº Moraes e Tv. Piedade | Nazaré | 200 | FºFº |
| Rua Antonio Barreto | Av. Visc. de S. Franco e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Quintino Bocaiúva | Av. Nazaré | Nazaré | 150 | FºFº |
| Av. Alcindo Cacela | Rua Bernal do Couto e Rua Oliveira Belo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Pss.Independência | Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | RuaJ.Nabuco e Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 300 | C.A |
| Pss. Célia | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Tv. Manoel Evaristo | Av.Pedro Alvares Cabral e Tv. José Pio | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Antonio Barreto | Av. Visc. de Souza Franco | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Soares Carneiro | Rua Curuça e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Pss.Independência | Tv. 14 de Março e Av. Alcindo Cacela | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua. J. Nabuco e Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 100 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua. J. Nabuco e Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 100 | C.A |
| Pss. Leopoldina | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |

Ressalta-se ainda que a maior incidência de vazamento no mês de maio foi localizado na rede de distribuição de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, sendo 16(dezesseis) vazamentos na rede de 75 milímetro, 1(um) na rede de 50 milímetro, 2(dois) na rede de 100 milímetro. 1(um) na rede de 150 milímetro, 1(um) na rede de 200(duzentos milímetro e 1(um) na rede de 300(trezentos) milímetro no total de 22(vinte e dois) vazamentos, conforme mostrado no Gráfico 1

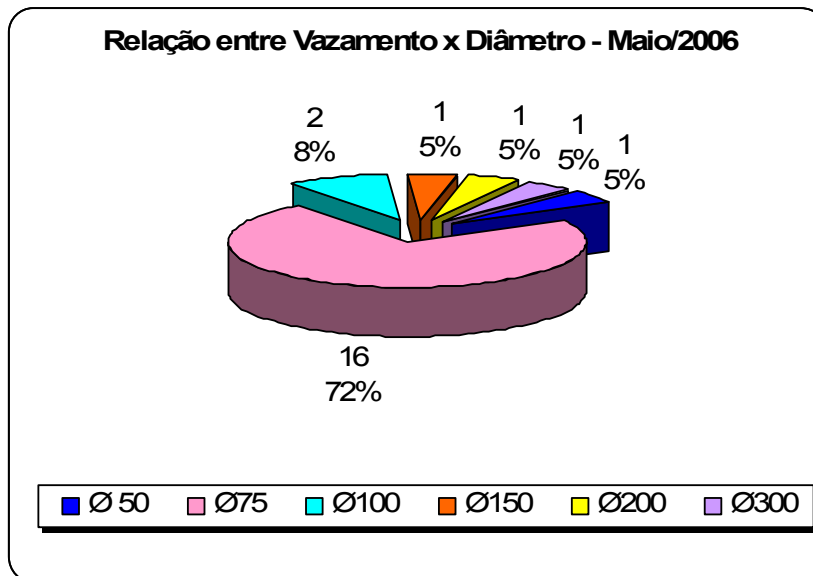


Gráfico 1 - Relação de vazamento x Diâmetro – Maio/2006

A Tabela 6 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de junho de 2006, assim como no mês de maio foi especificado o local, material e o diâmetros da rede de distribuição onde ocorreram os vazamentos do 3º setor. No mês de junho foi totalizado 19(dezenove) vazamentos, sendo 8(oito) vazamentos na rede de material de cimento amianto(C.A), 8(oito) vazamentos na rede de material de P.V.C e 3(três) de ferro fundido(Fº Fº).

Tabela 6 - Vazamento ocorrido no mês de junho de 2006

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|-------------------------|--|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Rua Bernal do Couto | Av. Alcindo Cacela | Umarizal | 150 | C.A |
| Rua Domingos Marreiros | Av. Visc. de Souza Franco e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Gen. Deodoro | Av. Gentil Bittencourt e Av. Braz de Aguiar | Nazaré | 300 | FºFº |
| Rua D. Rom.do Coelho | Rua Jerônimo Pimentel | Umarizal | 125 | C.A |
| Rua Diogo Moia | Tv. D. Romualdo Coelho e Tv. D. Romualdo de Seixas | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Bernal do Couto | Tv. D. Romualdo Coelho e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Vis. de S. Franco | Rua Municipalidade e Av. Pedro Alvares Cabral | Umarizal | 75 | FºFº |
| Rua Antonio Barreto | Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua D. Alberto G.Ramos | Av. Generalissimo Deodoro e Tv. 14 de Março | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua Quintino Bocaiuva e Av. Generalissimo Deodoro | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Joaquim Nabuco | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Av.Gov. José Malcher | Av. Alm. Wandenkolk e Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 200 | FºFº |
| Av. Gentil Bittencourt | Rua Quintino Bocaiuva e Tv. Rui Barbosa | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua João Balby | Av. Visc. de Souza Franco | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Boaventura da Silva | Tv. 14 de Março e Av. Alcindo Cacela | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Soares Carneiro | Tv. 14 de Março e Pss. Belém | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv.14 de Março | Av. Gov. José Malcher e Rua João Balby | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Rua Soares Carneiro | Vila Canaã | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Av. Conselheiro Furtado | Tv. 14 de Março e Av. Generalissimo Deodoro | Nazaré | 75 | C.A |

No mês de junho a maior incidência de vazamento foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu no mês de maio, sendo identificado 14(quartoze) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro, 1(quatro) na rede de 50 milímetro, 1(um) na rede de 125 milímetro, 1(um) na rede de 150 milímetro, 1(um) na rede de 200(duzentos milímetro e 1(um) na rede de 300(trezentos) milímetro, conforme mostrado no Gráfico 2.

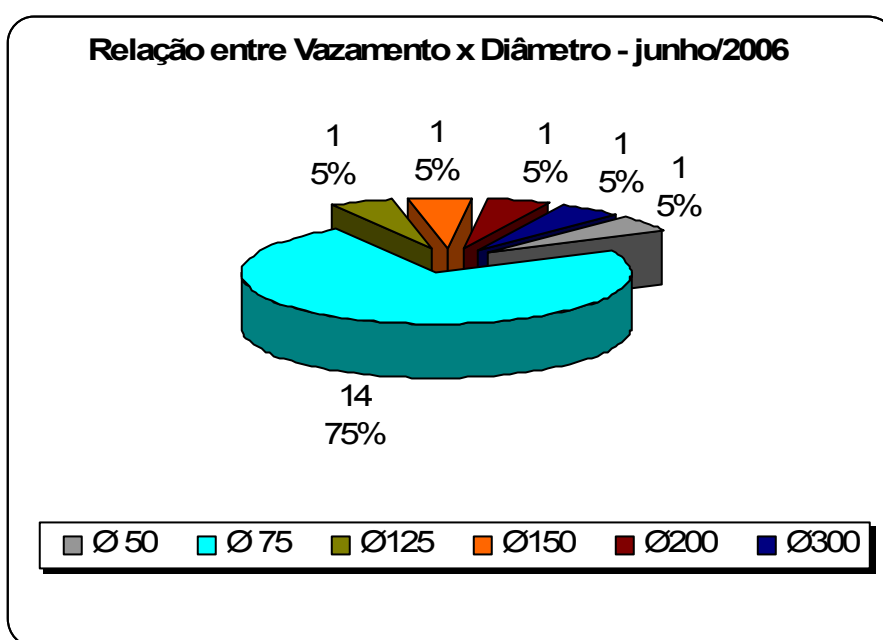


Gráfico 2 - Relação de vazamento x Diâmetro - Junho/2006

A Tabela 7 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de julho de 2006, assim como no mês de maio e junho foi especificado o local, material e o diâmetros da rede de distribuição onde ocorreram os vazamentos no 3º setor. No mês de julho foi totalizado 23(dezenove) vazamentos, sendo 13(treze) vazamentos na rede de material de cimento amianto (C.A) e 10(dez) vazamentos na rede de material de P.V.C .

Tabela 7 - Vazamento ocorrido no mês de julho de 2006

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|-----------------------------|--|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Av Senador Lemos | Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Pss. Ó de Almeida | Av. Gentil Bittencourt e Av. Braz de Aguiar | Nazaré | 50 | P.V.C |
| Rua Soares Carneiro | Rua Curuça e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Jerônimo Pimentel | Av. Visc. S.Franco e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Soares Carneiro | Rua Curuça e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Joaquim Nabuco | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Tv.14 de Março | Rua Ferreira Pena e TV. Manoel Evaristo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua João Balby | Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Jardim São Luis, Av. Nazaré | Rua Drº Moraes e Tv. Benjamim Constant | Nazaré | 50 | C.A |
| Rua Boaventura da Silva | Av. Generalissimo Deodoro e Tv. 14 de Março | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Jardim São Luis, Av. Nazaré | Rua Drº Moraes e Tv. Benjamim Constant | Nazaré | 50 | C.A |
| Jardim São Luis, Av. Nazaré | Rua Drº Moraes e Tv. Benjamim Constant | Nazaré | 50 | C.A |
| Alameda Paulo Maranhão | Av. Gentil Bittencourt e Av. Magalhães Barata | Nazaré | 75 | C.A |
| Alameda José Fáciola | Av. Gentil Bittencourt e Av. Magalhães Barata | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Rua Joaquim Nabuco | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Tv.14 de Março | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Jardim São Luis, Av. Nazaré | Rua Drº Moraes e Tv. Benjamim Constant | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua D. Alberto G. Ramos | Av. Gen. Deodoro e Tv. 14 de Março | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Av. Gen. Deodoro e Av. D. Romualdo de Seixas | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Tv. 14 de Março e Av Alcindo Cacela | Umarizal | 150 | C.A |
| Av. Almirante Wandenkolk | Rua J. Pimentel e Rua Bernal do Couto | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Bernal do Couto | Av. Gen. Deodoro e Av. D. Romualdo de Seixas | Umarizal | 75 | C.A |
| Tv. Quintino Bocaiuva | Av. Gentil Bittencourt e Av. Conselheiro Furtado | Nazaré | 125 | C.A |

No mês de julho a maior incidência de vazamento foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu no mês de maio e junho, sendo identificado 17(dezessete) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro,4(quatro) na rede de 50 milímetro, 1(um) na rede de 125 milímetro e 1(um) na rede de 150 milímetro, conforme mostrado no Gráfico 3.

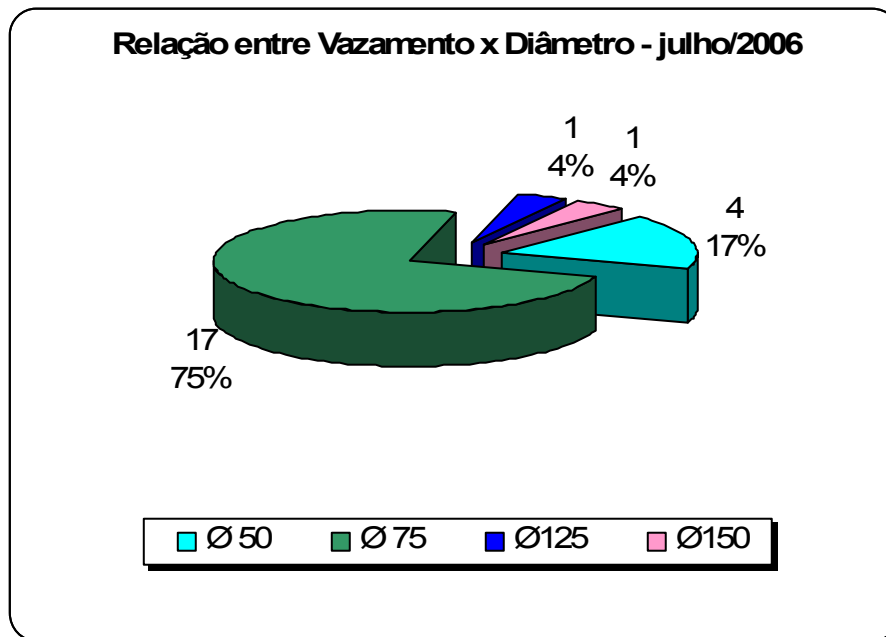


Gráfico 3 - Relação de vazamento x Diâmetro - Julho/2006

A Tabela 8 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de agosto de 2006, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetros da rede de distribuição onde ocorreram os vazamentos no 3º setor. No mês de agosto foi totalizado 26(dezenove) vazamentos, sendo 15(onze) vazamentos na rede de material de cimento amianto(C.A) e 11(onze) vazamentos na rede de material de P.V.C

Tabela 8 - Vazamento ocorrido no mês de agosto de 2006

(Continua)

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|--------------------------|---|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Pss. Leopoldina | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Gen. Deodoro | Rua Antonio Barreto e Rua Diogo Moia | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Gen. Deodoro | Rua Antonio Barreto e Rua Diogo Moia | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Drº Moraes | Av. Braz de Aguiar | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua J. Nabuco e Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua Quintino Bocaiuva e Tv. Rui Barbosa | Nazaré | 300 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Av. Gen. Deodoro e Av. D. Rom. de Seixas | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua Quintino Bocaiuva e Tv. Rui Barbosa | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua Quintino Bocaiuva e Tv. Rui Barbosa | Nazaré | 75 | C.A |
| Tv.14 de Março | Tv.Ferreira Pena e Tv. Manoel Evaristo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Nazaré | Rua J. Nabuco e Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 75 | C.A |
| Pss. Nova | Av. Gen. Deodoro e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Almirante Wandenkolk | Rua Ant. Barreto e Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Rua Jerônimo Pimentel | Av. Visc. S.Franco e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |

(Conclusão)

| | | | | |
|-----------------------------|---|----------|-----|-------|
| Rua Drº Moraes | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Oliveira Belo | Tv. 14 de Março e Av Alcindo Cacela | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Nazaré | Rua J. Nabuco e Rua Quíntino Bocaiuva | Nazaré | 100 | C.A |
| Pss. Célia | Tv. D. Rom. de Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Alameda Arraial de Nazaré | Av. Gentil Bittencourt e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Av. Nazaré | Rua J. Nabuco e Rua Quíntino Bocaiuva | Nazaré | 75 | C.A |
| Jardim São Luis, Av. Nazaré | Rua Drº Moraes e Tv. Benjamim Constant | Nazaré | 50 | C.A |
| Rua D. Romualado de Seixas | Av. Gov. José Malcher e Rua João Balby | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Av. Gen. Deodoro | Rua Bernal do Couto e Rua Oliveira Belo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Dom Romualado Coelho | Av. Pedro Alvares Cabral e Ver-O-Rio | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Gentil Bittencourt | Rua Quíntino Bocaiuva e Av. Gen. Deodoro | Nazaré | 75 | C.A |
| Vila Coimbra | Tv. 14 de Março e Av Generalíssimo Deodoro | Nazaré | 50 | C.A |

No mês de agosto a maior incidência de vazamento foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 20(dezessete) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro, 4(quatro) na rede de 50 milímetro, 1(um) na rede de 100 milímetro e 1(um) na rede de 300 milímetro, conforme mostrado no Gráfico 4.

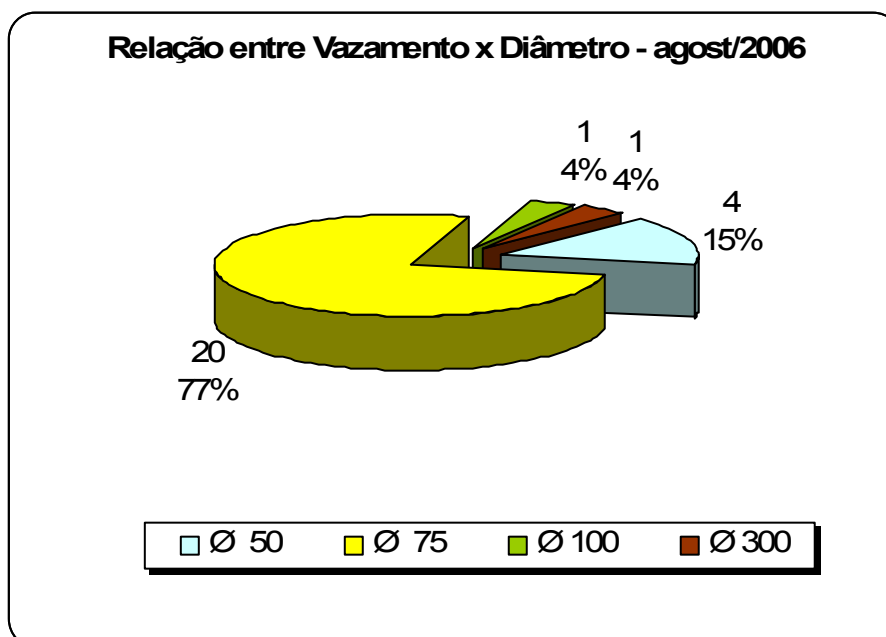


Gráfico 4 - Relação de vazamento x Diâmetro - Agosto/2006

A Tabela 9 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de setembro de 2006, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetros da rede de distribuição onde ocorreram os vazamentos no 3º setor. No mês de setembro foi totalizado 24(vinte e quatro) vazamentos, sendo 13(treze) vazamentos na rede de material de cimento amianto (C.A) e 10(dez) vazamentos na rede de material de P.V.C e 1(um) na rede de material ferro fundido(FºFº).

Tabela 9 - Vazamento ocorrido no mês de setembro de 2006

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|--------------------------|---|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Rua Oliveira Belo | Av. Generalíssimo Deodoro | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Alcindo Cacela | Rua Bernal do Couto e Pss.12 de Novembro | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Boaventura da Silva | Tv. D. Rom. Coelho e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 100 | C.A |
| Rua Boaventura da Silva | Tv. D. Rom.Coelho e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Domingos Marreiros | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Dom Rom. de Seixas | Av. Gov. José Malcher e Rua João Balby | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Antonio Barreto | Av. Visc. S. Franco e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv.14 de Março | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua João Balby | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 300 | C.A |
| Tv.14 de Março | Rua Boav. da Silva e Rua Dom. Marreiros | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Pedro Alvares Cabral | Tv. D. Rom.Coelho e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 100 | P.V.C |
| Rua Jerônimo Pimentel | Tv. D. Rom.Coelho e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 150 | FºFº |
| Rua Joaquim Nabuco | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 100 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Tv. 14 de Março e Av. Gen. Deodoro | Umarizal | 200 | C.A |
| Rua Dom Rom. de Seixas | Av.Senador Lemos e Rua Municipalidade | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Quintino Bocaiuva | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Av. Serzêdelo Corrêa e Tv. Drº Moraes | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Tv. Quintino Bocaiuva | Av. Nazaré e Av. Braz de Aguiar | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Tv. 14 de Março e Av Alcindo Cacela | Umarizal | 150 | C.A |
| Tv.14 de Março | Rua Antonio Barreto e Rua Diogo Moia | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Conselheiro Furtado | Tv. 14 de Março e Av Gen.Deodoro | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Curuçá | Tv. Manoel Evaristo e Pss. Leitão | Umarizal | 150 | P.V.C |

No mês de setembro a maior incidência de vazamento foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 16(dezesseis) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro, 3(três) na rede de 100 milímetro, 3(três) na rede de 150 milímetro, 1(um) na rede de 200 milímetro e 1(um) na rede de 300 milímetro, conforme mostrado no Gráfico 5

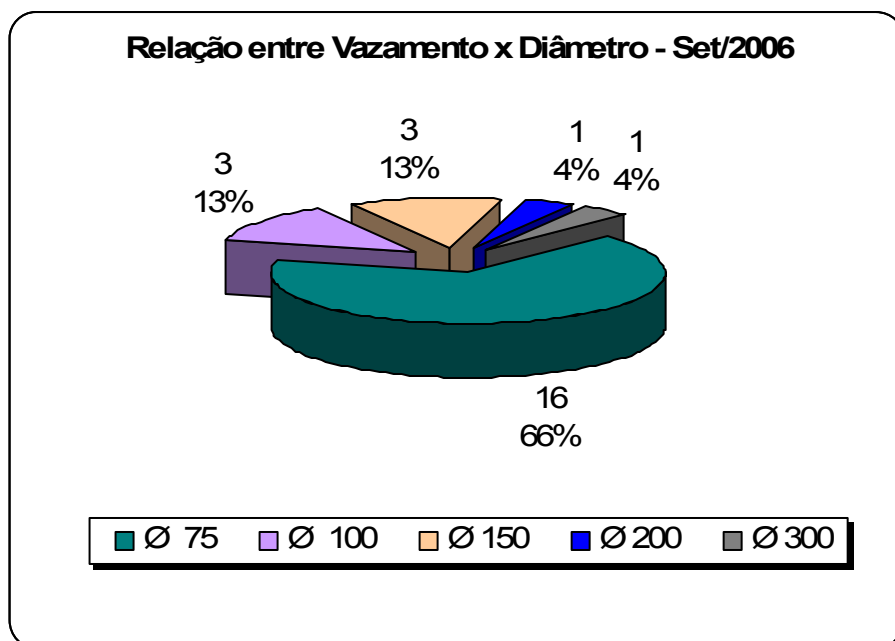


Gráfico 5 - Relação de vazamento x Diâmetro - Setembro/2006

A Tabela 10 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de agosto de 2006, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetros da rede de distribuição onde ocorreram os vazamentos no 3º setor. No mês de outubro foi totalizado 13(treze) vazamentos, sendo 4(quatro) vazamentos na rede de material de cimento amianto (C.A) e 9(nove) vazamentos na rede de material de P.V.C.

Tabela 10 - Vazamento ocorrido no mês de outubro de 2006

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|---------------------------------|--|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Vila Alda Maria | Av. Alm. Wandenkolk | Nazaré | 50 | P.V.C |
| Rua Dom Pedro I | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Pss. Felicidade | Tv. D. Rom. Coelho e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Bernal do Couto | Tv. 14 de Março e Av Alcindo Cacela | Umarizal | 150 | P.V.C |
| Pss. Nova | Av. Gen. Deodoro e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Pedro Alvares Cabral | Tv. D. Rom.Coelho e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 100 | P.V.C |
| Pss. Duarte, Av.Alm. Wandenkolk | Rua Bernal Couto e Rua Jerônimo Pimentel | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Rua Boaventura da Silva | Av. Visconde de Souza Franco | Umarizal | 200 | C.A |
| Rua Municipalidade | Praça Magalhães | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Manoel Evaristo | Av.Sen. Lemos e Rua Municipalidade | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua João Balby | Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Bernal do Couto | Tv. D. Rom. de Seixas e Av. Gen. Deodoro | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Rua J. Nabuco e Rua Quintino Bocaiuva | Nazaré | 100 | C.A |

No mês de outubro a maior incidência de vazamento foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 7(sete) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro,2(dois) na rede de 50 milímetro, 1(um) na rede de 100 milímetro, 1(um) na rede de 150 milímetro e 2(dois) na rede de 200 milímetro, conforme mostrado no Gráfico 6

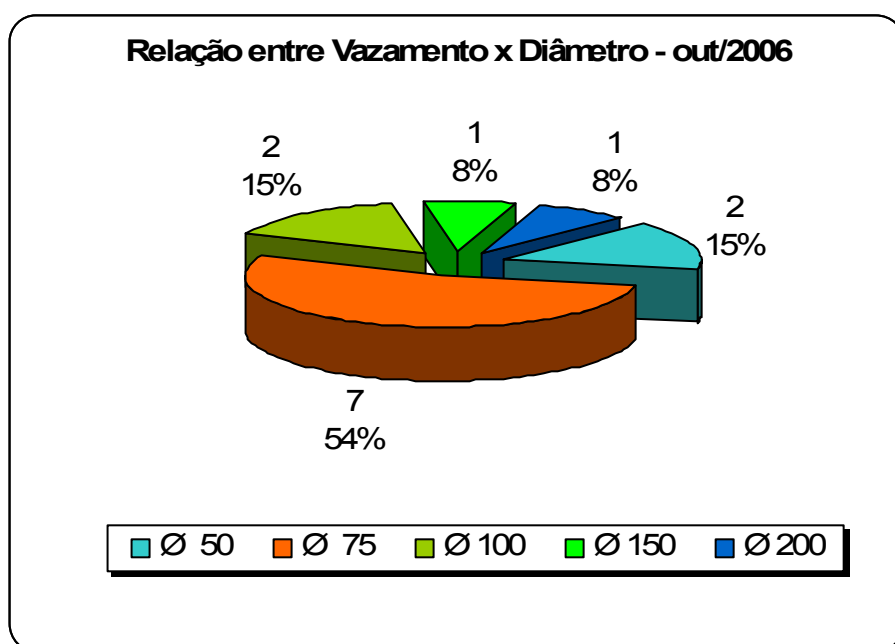


Gráfico 6 - Relação de vazamento x Diâmetro - Outubro/2006

A Tabela 11 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de novembro de 2006, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetros da rede de distribuição onde ocorreram os vazamentos no 3º setor. No mês de novembro foi totalizado 36(trinta e seis) vazamentos, sendo 11(onze) vazamentos na rede de material de cimento amianto (C.A) e 25(nove) vazamentos na rede de material de P.V.C.

Tabela 11 - Vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|---------------------------------|---|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Vila Alda Maria, Rua João Balbi | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Nazaré | 50 | P.V.C |
| Rua Domingos Marreiros | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Manoel Evaristo | Av. Pedro A. Cabral e Rua Municipalidade | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua João Balbi | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Nazaré | 300 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Dom Pedro I | Rua Curuça | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Ferreira Pena | Tv. 14 de Março e Rua Curuça | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Rua Domingos Marreiros | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Pedro Alvares Cabral | Rua Dom Pedro I | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Ferreira Pena | Tv. 14 de Março e Rua Curuça | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Pss. Belém | Tv. Soares Carneiro e Tv. Ferreira Pena | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Quintino Bocaiuva | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Boaventura da Silva | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Rua Dom Pedro I e Tv. D. Rom. de Seixas | Umarizal | 75 | C.A |
| Tv. Jose Pio | Rua do Una e Rua Municipalidade | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Dom Rom. de Seixas | Rua Bernal do Couto e Rua Oliveira Belo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Pss. Natal | Av. Cons. Furtado e Av. Gentil Bittencourt | Nazaré | 50 | P.V.C |
| Rua Soares Carneiro | Rua Jerônimo Pimentel e Rua Curuça | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Dom Rom. de Seixas | Rua Bernal do Couto e Rua Oliveira Belo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Antonio Barreto | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Quintino Bocaiuva | Em frente ao Tribunal de Conta | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Domingos Marreiros | Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Antonio Barreto | Av. Visc. S. Franco e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Antonio Barreto | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Pss. Alegre | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Nazaré | 50 | P.V.C |
| Rua Domingos Marreiros | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Boaventura da Silva | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | C.A |
| Tv. 14 de Março | Av. Cons. Furtado e Av. Gentil Bittencourt | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Rua Drº Moraes | Av. Bras de Aguiar e Av. Gentil Bittencourt | Nazaré | 75 | C.A |
| Pss. Leopoldina | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Tv. 14 de Março | Rua Diogo Moia e Rua Oliveira Belo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Alm. Wandenkolk | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Domingos Marreiros | Tv. D. Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Tv. D. Rom. Coelho e Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Benjamim Constant | Av. Bras de Aguiar e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Tv. Quintino Bocaiuva | Rua Boaventura da Silva e Rua João Balbi | Nazaré | 75 | P.V.C |

No mês de novembro a maior incidência de vazamento no 3º setor foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 30(trinta) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro, 5(cinco) na rede de 50 milímetro, 1(um) na rede de 300 milímetro, conforme mostrado no Gráfico 7.

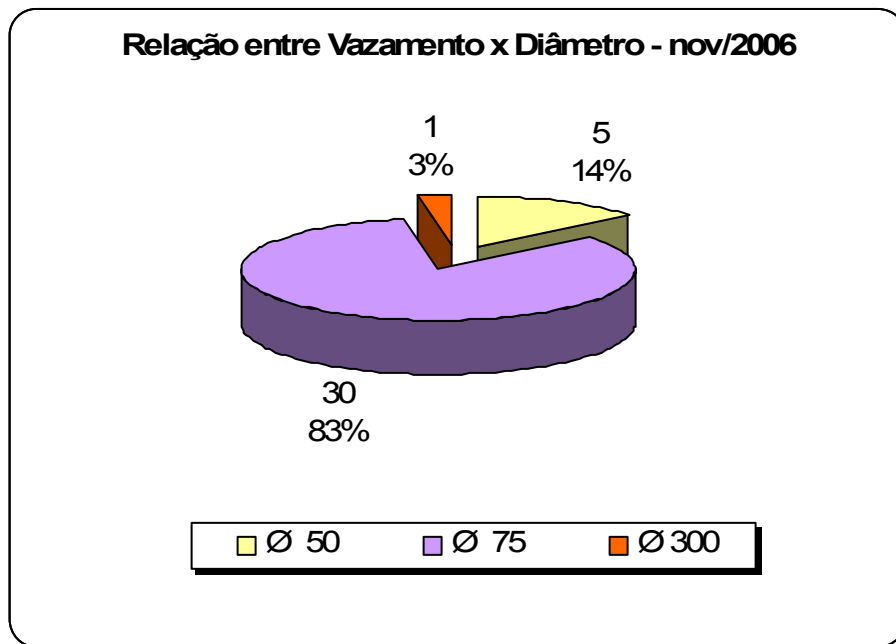


Gráfico 7 - Relação de vazamento x Diâmetro - Novembro/2006

A Tabela 12 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de dezembro de 2006, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetro da rede de distribuição onde ocorreu o vazamento no 3º setor. No mês de dezembro foi totalizado 13(treze) vazamentos, sendo 4(quatro) vazamentos na rede de material de cimento amianto (C.A) e 7(sete) vazamentos na rede de material de P.V.C e 2(dois) na rede de material ferro fundido(FºFº).

Tabela 12 - Vazamento ocorrido no mês de dezembro de 2006

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|---------------------------------|---|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Av. Visc. de Souza Franco | Rua Gaspar Viana | Umarizal | 75 | FºFº |
| Vila Alda Maria, Rua João Balbi | Tv. D Rom. Seixas e Av. Alm. Wandenkolk | Nazaré | 50 | P.V.C |
| Av. Gov. José Malcher | Tv. Benjamim Constant e Rua Drº Moraes | Nazaré | 200 | FºFº |
| Rua Antonio Barreto | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Dom Romualado de Seixas | Rua Boav. da Silva e Rua Dom. Marreiros | Umarizal | 100 | P.V.C |
| Rua Boaventura da Silva | Tv. 14 de Março Av. Gen. Deodoro | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Quintino Bocáiuva | Av. Nazaré e Av. Brás de Aguiar | Nazaré | 75 | C.A |
| Pss. Bolonha | Tv. Benj. Constant e Av. Gov. J. Malcher | Nazaré | 50 | P.V.C |
| Av. Nazaré | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 300 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Tv. 14 de Março e Av. Alcindo Cacela | Umarizal | 150 | C.A |
| Av. Gov. José Malcher | Av. Alcindo Cacela e Tv 14 de Março | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Rua Dom Romualado de Seixas | Rua Jerônimo Pimentel e Av. Sem. Lemos | Umarizal | 150 | C.A |
| Vila Paulina, Rua Jer.Pimentel | Av. Alm. Wandenkolk e Av. Visc. S. Franco | Umarizal | 50 | P.V.C |

No mês de dezembro a maior incidência de vazamento no 3º setor foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 5(cinco) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro,3(três) na rede de 50 milímetro, 1(um) na rede de 100 milímetro, 2(dois) na rede de 150 milímetro,1(um) na rede de 200 milímetro e 1(um) na rede de 300 milímetro , conforme mostrado no Gráfico 8.

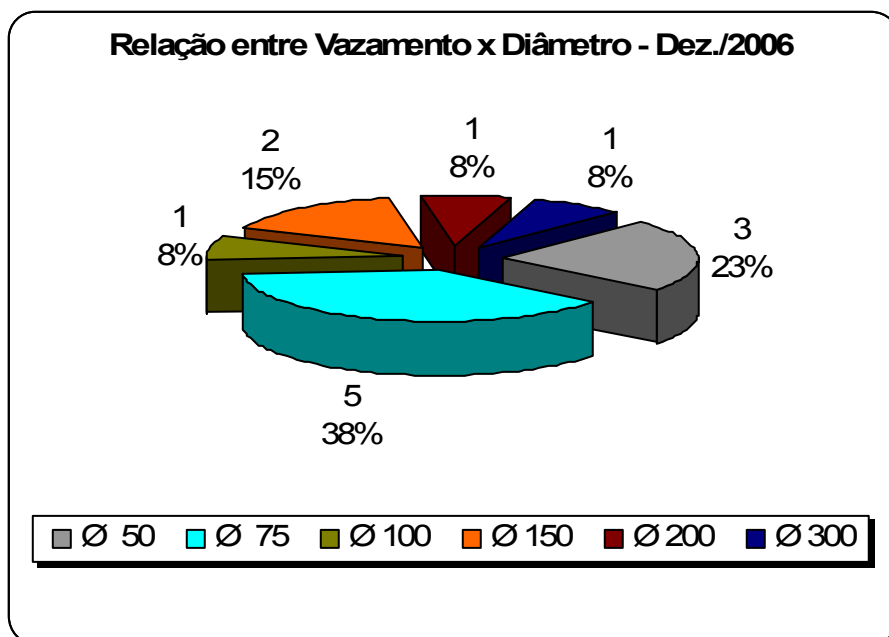


Gráfico 8 - Relação de vazamento x Diâmetro - Dezembro/2006

A Tabela 13 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de janeiro de 2007, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetro da rede de distribuição onde ocorreu o vazamento no 3º setor. No mês de janeiro foi totalizado 22(vinte e dois) vazamentos, sendo 11(onze) vazamentos na rede de material de cimento amianto (C.A) e 10(dez) vazamentos na rede de material de P.V.C e 1(um) na rede de material ferro fundido(FºFº).

Tabela 13 - Vazamento ocorrido no mês de janeiro de 2007

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|---------------------------|--|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Av. Nazaré | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 300 | C.A |
| Tv. Pombal | Av. Sen. Lemos e Rua Jerônimo Pimental | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Pss. Leopoldina | Av. Gov. José Malcher e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Antonio Barreto | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Diogo Moia | Tv. D. Rom. de Seixas e Av. Gen.Deodoro | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Generalissimo Deodoro | Rua Oliveira Belo | Umarizal | 200 | C.A |
| Rua Bernal do Couto | Av. Alm. Wandenkolk e Av. Visc.Souza Franco | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Braz de Aguiar | Rua Drº Moraes | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Av. Alcindo Cacela | Av. Magalhães Barata e Av. Gentil Bitencourt | Nazaré | 150 | FºFº |
| Rua Domingos Marreiros | Av. Generalissimo e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Alcindo Cacela | Rua Diogo Moia e Rua Oliveira Belo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Jerônimo Pimental | Rua D. Pedro I | Umarizal | 300 | C.A |
| Av. Nazaré | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 300 | C.A |
| Rua Dom Rom. de Seixas | Rua Jerônimo Pimental e Rua Bernal do Couto | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Nazaré | Av. Gen. Deodoro e Rua Joaquim Nabuco | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Domingos Marreiros | Av. Alm. Wandenkolk e Tv. D. Rom. de Seixas | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Tv. Quintino Bocaiuva e Rua Joaquim Nabuco | Nazaré | 300 | C.A |
| Tv. 14 de Março | Pss. Nova | Umarizal | 75 | C.A |
| Tv. 14 de Março | Rua Boav. da Silva e Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Bernal do Couto | Av. Alm. Wandenkolk e Tv. Dom Rom. Coelho | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Dom Romualdo Coelho | Rua Jerônimo Pimental e Rua Bernal do Couto | Umarizal | 125 | C.A |
| Av. Conselheiro Furtado | Tv. 14 de Março e Av Generalíssimo Deodoro | Nazaré | 75 | C.A |

No mês de janeiro a maior ocorrência de vazamento no 3º setor foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 14(quartoze) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro,1(um) na rede de 50 milímetro, 1(um) na rede de 125 milímetro, 1(um) na rede de 150 milímetro,1(um) na rede de 200 milímetro e 4(quatro) na rede de 300 milímetro , conforme mostrado no Gráfico 9.

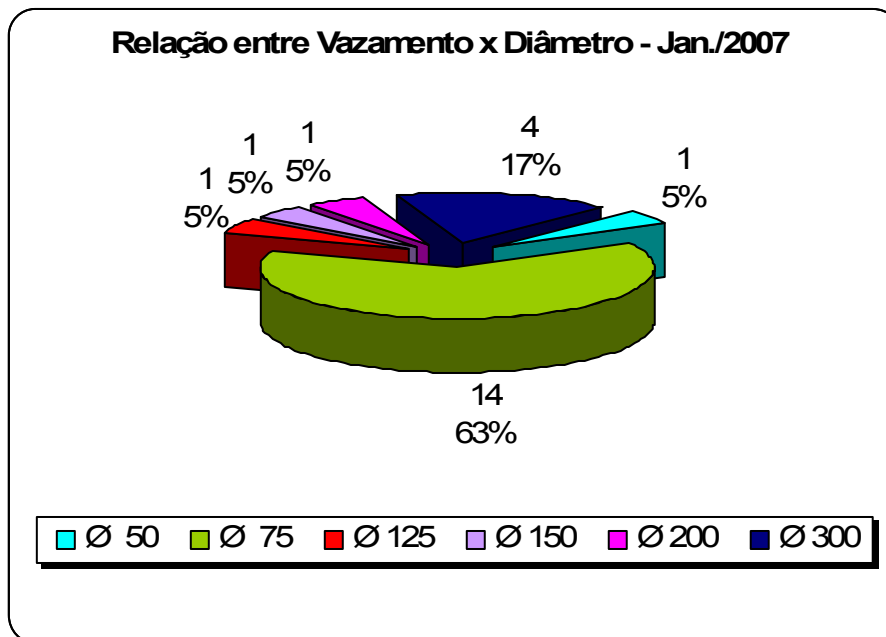


Gráfico 9 - Relação de vazamento x Diâmetro - Janeiro/2007

A Tabela 14 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de fevereiro de 2007, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetro da rede de distribuição onde ocorreu o vazamento no 3º setor. No mês de fevereiro foi totalizado 15(quinze) vazamentos, sendo 8(oito) vazamentos na rede de material cimento amianto (C.A) e 7(sete) vazamentos na rede de material P.V.C.

Tabela 14 - Vazamento ocorrido no mês de fevereiro de 2007

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|-------------------------|--|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Av. Senador Lemos | Tv. Man. Evaristo e Tv. Soares Carneiro | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Boaventura da Silva | Av. Alm. Wandenkolk e Tv. Dom Rom.Seixas | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Tv. Quintino Bocaiuva e Rua Joaquim Nabuco | Nazaré | 300 | C.A |
| Av. Alm. Wandenkolk | Rua Dom. Marreiros e Rua Antonio Barreto | Umarizal | 200 | C.A |
| Tv. 14 de Março | Rua Dom. Marreiros e Rua Antonio Barreto | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Drº Moraes | Av. Gentil Bitencourt e Av Braz de Aguiar | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Gen. Deodoro | Av. Gov. J. Malcher e Rua João Balbi | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Rua Diogo Moia | Av. Alm. Wandenkolk e Av. Visc. S. Franco | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Alm. Wandenkolk | Av. Sem. Lemos e Rua Jerônimo Pimentel | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Braz de Aguiar | Tv. Quintino Bocaiuva | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua João Balby | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Senador Lemos | Tv. D. Rom. de Seixas e Tv. Dom Pedro I | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Diogo Moia | Av. Alcindo Cacela | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. D. Romualdo Coelho | Av.Sen. Lemos e Rua Jeônimo Pimentel | Umarizal | 150 | C.A |
| Av. Conselheiro Furtado | Tv. Rui Barbosa e Pss. Do Horto | Nazaré | 75 | C.A |

No mês de fevereiro a maior ocorrência de vazamento no 3º setor foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 12(doze) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro,1(um) na rede de 150 milímetro,1(um) na rede de 200 milímetro e 1(um) na rede de 300 milímetro , conforme mostrado no Gráfico 10.

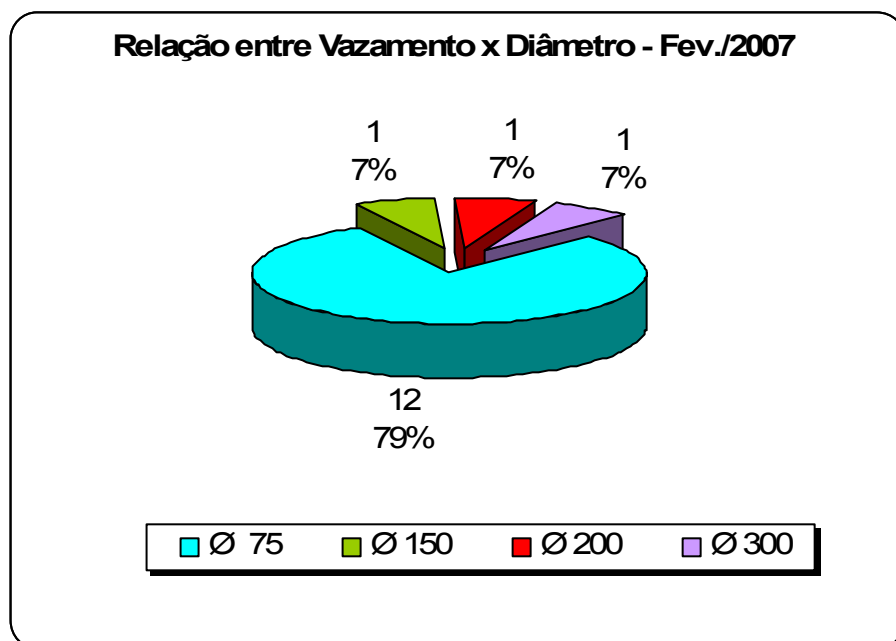


Gráfico 10 - Relação de vazamento x Diâmetro - Fevereiro/2007

A Tabela 15 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de março de 2007, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetro da rede de distribuição onde ocorreu o vazamento no 3º setor. No mês de março foi totalizado 18(dezoito) vazamentos, sendo 10(dez) vazamentos na rede de material cimento amianto (C.A) e 7(sete) vazamentos na rede de material P.V.C e 1(um) na rede de ferro fundido(FºFº).

Tabela 15 - Vazamento ocorrido no mês de março de 2007

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|----------------------------|--|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Av. Senador Lemos | Tv. Dom Pedro I | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Generalissimo Deodoro | Av. Gov. J.Malcher e Rua João Balby | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Tv. José Pio | 14 de Março e Rua Curuça | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Braz de Aguiar | Av. Gen. Deodoro e Tv. Quintino Bocaiuva | Nazaré | 75 | C.A |
| Tv. D. Romualdo Coelho | Av.Senador Lemos e Rua Jeônimo Pimentel | Umarizal | 150 | C.A |
| Av. Braz de Aguiar | Av. Gen. Deodoro e Tv. Quintino Bocaiuva | Nazaré | 75 | C.A |
| Tv. José Pio | Rua Municipalidade e Av. Pedro Álv. Cabral | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. da Pça. Justo Chermont | Em Frente a Basílica de Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Diogo Moia | Av. Alm. Wandenkolk e Tv. Dom Rom. Seixas | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. da Pça. Justo Chermont | Em Frente a Basílica de Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Av. Nazaré | Tv. Quintino Bocaiuva e Rua Joaquim Nabuco | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Pss. Nova | Rua Antonio Barreto e Rua Diogo Moia | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Municipalidade | Tv. José Pio e Tv. Manoel Evaristo | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Soares Carneiro | Rua Curuça e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Jerônimo Pimentel | Vila Gouvea | Umarizal | 150 | FºFº |
| Rua Domingos Marreiros | Av. Alm. Wandenkolk e Tv. Dom Rom.Seixas | Umarizal | 75 | C.A |
| Rua Joaquim Naburo | Av. Gov. José Malcher e Av.Nazaré | Nazaré | 300 | C.A |
| Tv. Quintino Bocaiuva | Av. Nazaré e Av. Braz de Aguiar | Nazaré | 75 | C.A |

No mês de março a maior ocorrência de vazamento no 3º setor foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 15(quinze) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro, 2(dois) na rede de 150 milímetro e 1(um) na rede de 300 milímetro , conforme mostrado no Gráfico 11.

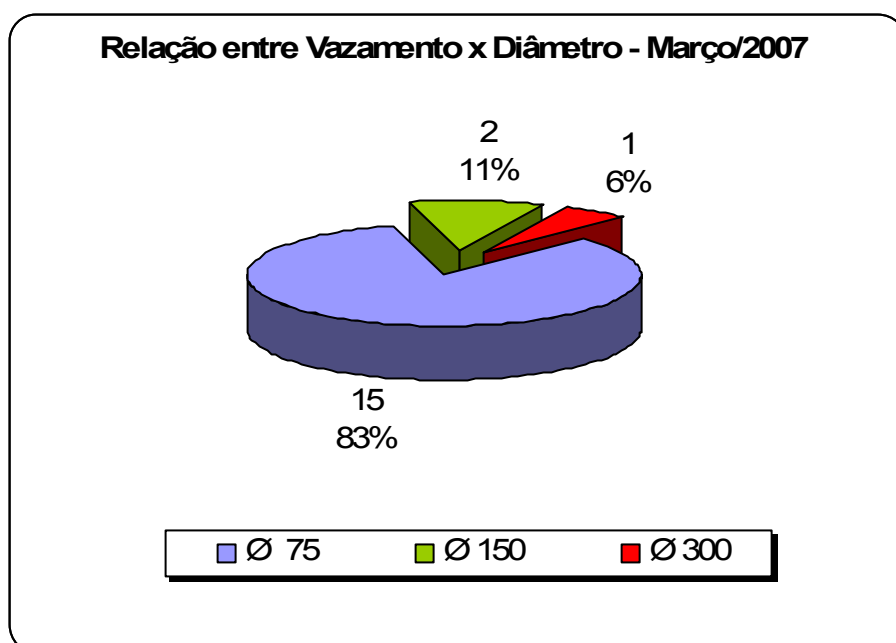


Gráfico 11 - Relação de vazamento x Diâmetro - Março/2007

A Tabela 16 demonstra os vazamentos que foram identificados no mês de Abril de 2007, assim como nos meses anteriores foi especificado o local, material e o diâmetro da rede de distribuição onde ocorreu o vazamento no 3º setor. No mês de Abril foi totalizado 22(vinte e dois) vazamentos, sendo 7(sete) vazamentos na rede de material cimento amianto (C.A) e 15(quinze) vazamentos na rede de material P.V.C.

Tabela 16 - Vazamento ocorrido no mês de abril de 2007

| ENDEREÇO | PERÍMETRO | BAIRRO | TUBULAÇÃO | |
|----------------------------|---|----------|--------------|----------|
| | | | Diâmetro(mm) | Material |
| Tv. 14 de Março | Rua João Balbi e Rua Boaventura da Silva | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Rua Diogo Moia | Av. Alm. Wandenkolk e Av.Visc. S. Franca | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua Bernal do Couto | Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Pss. Primária | Tv. Dom Romualdo Coelho | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Alm. Wandenkolk | Rua Jerônimo Pimentel e Rua Bernal do Couto | Umarizal | 75 | C.A |
| Av. Braz de Aguiar | Av. Gen. Deodoro e Tv. Quintino Bocaiuva | Nazaré | 100 | P.V.C |
| Rua Boaventura da Silva | Av. Alm. Wandenkolk e Rua D. Rom. Seixas | Umarizal | 50 | P.V.C |
| Av. Generalissimo Deodoro | Av. Braz de Aguiar | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Av. Gentil Bitencourt | Tv.Quíntino e Tv. Rui Barbosa | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Rua João Balby | Av. Alm. Wandenkolk e Av.Visc. S. Franca | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Gentil Bitencourt | Tv. 14 de Março | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Tv.Quíntino | Av. Braz de Aguiar e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Pss. Ramos | Av. Generalissimo Deodoro e Tv. 14 de Março | Nazaré | 50 | C.A |
| Tv. Dom Romualdo Coelho | Rua Municipalidade e Av. Pedro Álv.Cabral | Umarizal | 150 | C.A |
| Av. Generalissimo Deodoro | Av. Gov. José Malcher e Rua João Balbi | Nazaré | 75 | P.V.C |
| Av. Generalissimo Deodoro | Rua Diogo Moia e Rua Antonio Barreto | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. da Pça. Justo Chermont | Em Frente a Basílica de Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Rua Soares Carneiro | Rua Curuça e Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Tv. Quíntino Bocaiuva | Av. Braz de Aguiar e Av. Nazaré | Nazaré | 75 | C.A |
| Av.Alcindo Cacela | Frente a UNAMA | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Av. Generalissimo Deodoro | Rua Diogo Moia e Rua Antonio Barreto | Umarizal | 75 | P.V.C |
| Rua D. Romualdo de Seixas | Av. Sem. Lemos e Rua Jerônimo Pimentel | Umarizal | 150 | C.A |

No mês de abril a maior ocorrência de vazamento no 3º setor foi na rede de distribuição de água de diâmetro 75(setenta e cinco) milímetro, similar ao que ocorreu nos meses anteriores, sendo identificado 17(dezessete) vazamento na rede de diâmetro 75 milímetro, 2(dois) na rede de 50 milímetro e 1(um) na rede de 100 milímetro e 2(dois) na rede 150 milímetro , conforme mostrado no Gráfico 12.

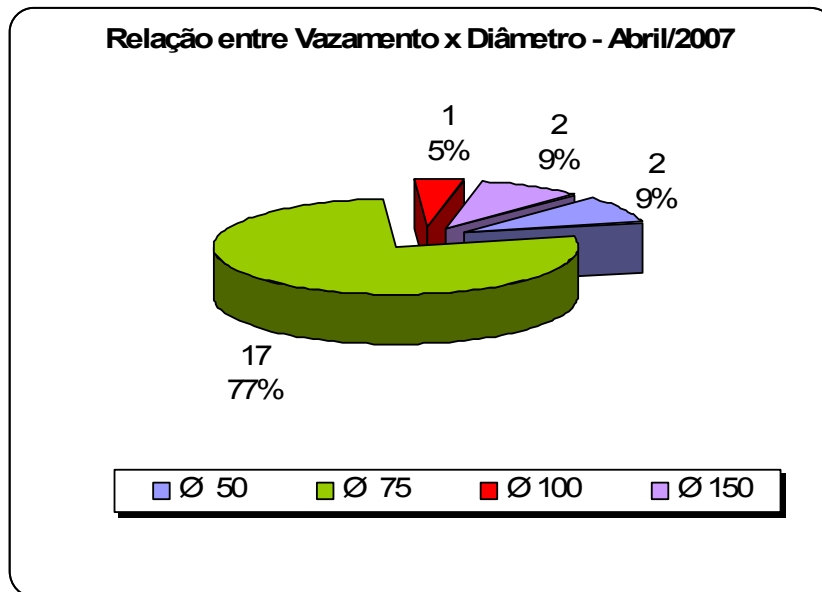


Gráfico 12 - Relação de vazamento x Diâmetro - Abril/2007

De acordo com o levantamento mensal realizada no período de maio de 2006 a abril de 2007 foi identificado que o mês de novembro de 2006 ocorreu a maior incidência de vazamento e os meses de outubro e dezembro a menor incidência de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor de abastecimento, conforme mostrado na Tabela 17.

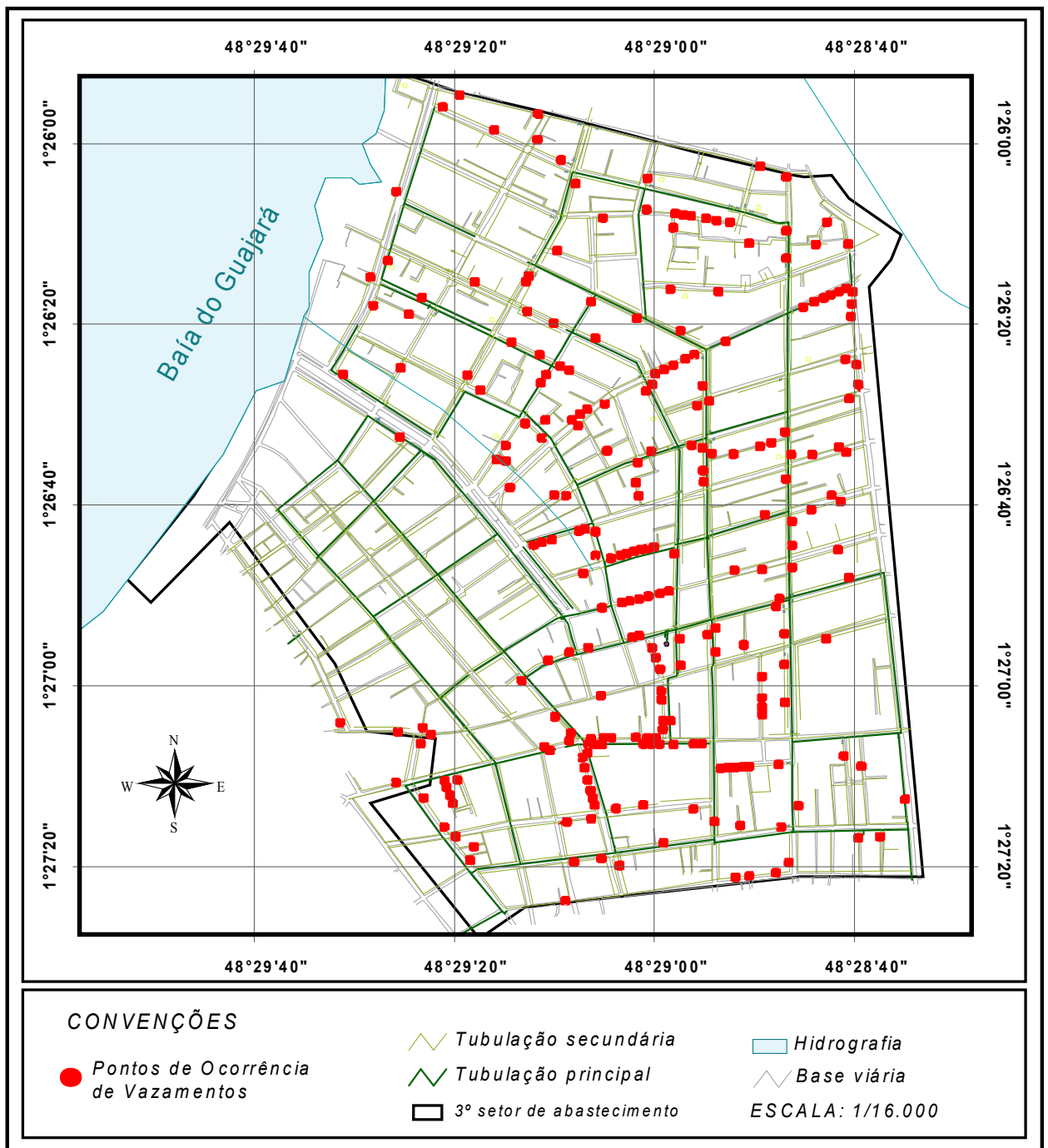
Tabela 17 - Identificação mensal de ocorrência de vazamento no 3º setor.

| MÊS/ANO | QUANTIDADE |
|----------------|------------|
| Maio/2006 | 22 |
| Junho/2006 | 19 |
| Julho/2006 | 23 |
| Agosto/2006 | 26 |
| Setembro/2006 | 24 |
| Outubro/2006 | 13 |
| Novembro | 36 |
| Dezembro/2006 | 13 |
| Janeiro/2007 | 22 |
| Fevereiro/2007 | 15 |
| Março/2007 | 18 |
| Abril/2007 | 22 |
| TOTAL | 253 |

Vale ressaltar que total de 253 vazamentos registrado no período de maio de 2006 a abril no 3º setor 72,33% foi registrado na rede de diâmetro 75

milímetro, tal fato possivelmente ocorreu devido o 3º setor possui 132.885 metro de rede de 75 milímetro do total de 233.175 metro de rede no 3º setor.

No Mapa 3 é apresentado os 253 pontos de ocorrência de vazamentos na rede de distribuição de água no 3º setor de abastecimento no período de maio 2006 a abril 2007.



Mapa 3 - Ponto de ocorrência de vazamento e a rede de distribuição do 3º setor de abastecimento de água no período de a maio 2006 a abril de 2007
Fonte: Companhia de Saneamento do Pará (2007a, 2007b).

No Gráfico 13 é apresentado a frequência de vazamento mensal ocorrido no período de maio de 2006 a abril no 3º setor, sendo constatado que o mês de novembro ocorreu a maior incidência de vazamento e os meses de outubro e novembro a menor incidência de vazamento no 3º setor.

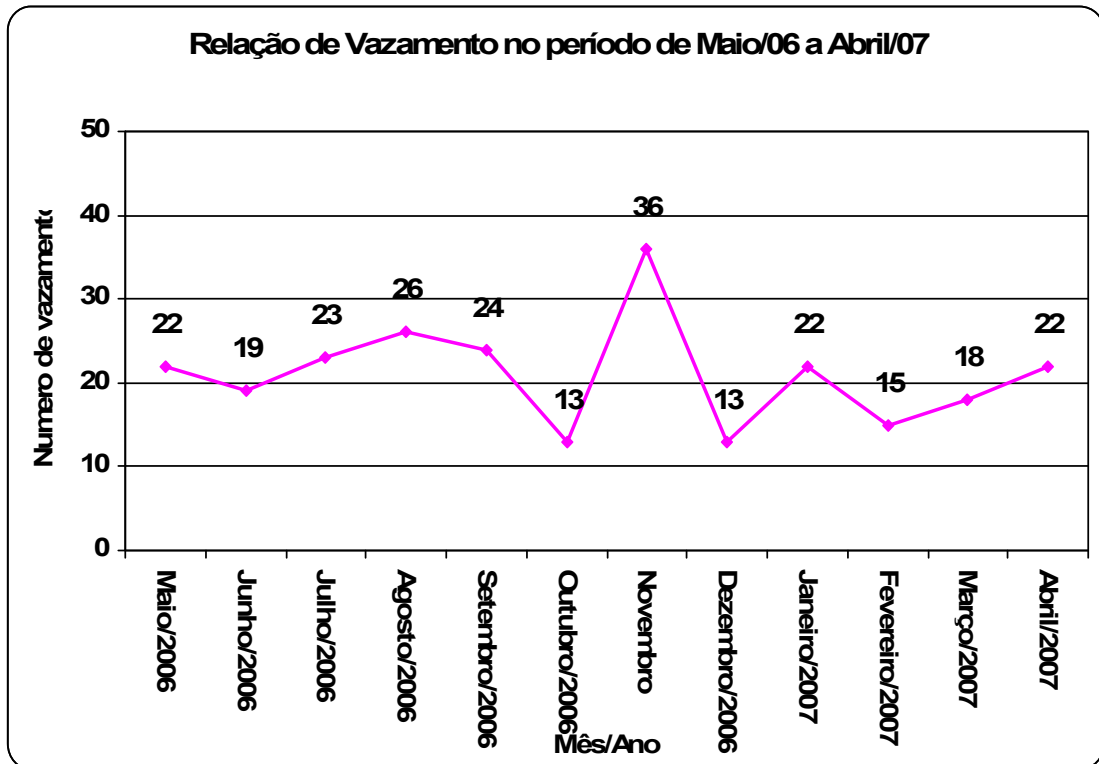



Gráfico 13 - Relação de vazamento no período de Maio/06 a Abril/2007

5.2 DETALHAMENTO DAS INFORMAÇÕES DO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO.

A partir da identificação no período de maio de 2006 a abril de 2007 do mês de maior ocorrência de vazamento obtido na fase 1, foi especificado um a um o diâmetro, material, localização da rede e o período da solicitação (abertura) e data limite para execução onde ocorreu os vazamentos, conforme mostrado na Figura 8.

Modelo de Ordem de Serviço gerada pela COSANPA.

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|----------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|
|  ORDEM DE SERVIÇO | | Nº OS. 6010423901 | ORIGEM M02 | DESTINO R001 | Nº ORD 0 | EQUIPE | DATA GERAÇÃO 01/11/2006 | DATA LIM. EXECUÇÃO 01/11/2006 |
| DESCRIÇÃO SERVIÇO RFT. VAZAM. RFDI | | | | | | EXTENSÃO 0,00 | DATA LIM. EXECUÇÃO 01/11/2006 | |
| CLIENTE | SOLICITANTE UNISUL | TELEFONE X | MATRICULA | LOCALIZADOR 00 00 00 000 | LOCALIDADE | Data limite execução | | |
| NOME DO LOGRADOURO RU JOAO BALBY | | Nº DO IMÓVEL | COMPLEMENTO | QUANTIDADE ECO. RES. COM | CLASS. CATEGORIAS IND. PUB. | SITUAÇÃO COD. MOT. | RAMO DE ATIV. QUANT. DESCRIC. | |
| Nº IM. ANTERIOR | | Nº IM. POSTERIOR | BAIRRO NAZARE | Abertura da Ordem Serviço | | MÊS/ANO / DATA LEITURA /CF/ VOL. FATURADO | | |
| ENTRE RUAS / REFERENCIA D. RIZUALIXO DE SETXAS F. ALMTRANTE WANDENKOLK | | | | | | | | |
| TPE. QUANT. PONTO SERVIÇO | | Nº PIS PARA EXECUÇÃO | NÚMERO DO HIDRÔMETRO CAP. ANO MAR. Nº SEQUENCIA | | | | | |
| Informações adicionais: 1.600X1.00 BASE PARA ASFALTO Dados complementares: FECHOU REGISTRO (S/N) N HORA DO FECHAMENTO DO REGISTRO N HORA PREVISTA DE ABERTURA DO REG. N HORA REAL DE ABERTURA DO REG. N LOCALIZAÇÃO DA REDE (RUA OU PASSO) | | | NÃO EXECUTADA/MOTIVO N RECOMPOS. EXECUT(TOTAL./PARC./MAD) N INFORME DADOS DA RECOMPOSIÇÃO BASE PARA ASFALTO RETROIL. ENTUB. (S/N) S INFORMAÇÕES ADICIONAIS SERVIÇO EXECUTADO | | | | | |
| BOMBA DATA DIÂMETRO DA REDE 300 | | VISTO OPERADOR | | | MATRICULA | | | |
| DESCRIÇÃO DO MATERIAL | UNID. | QTDE. GASTA | QTDE. RECOLHIDA | DESCRIÇÃO DO MATERIAL | UNID. | QTDE. GASTA | QTDE. RECOLHIDA | |
| DESCARGA NA REDE EXECUT. ? (S/N) | | | | | | | | |
| Diâmetro da Tubulação | | | | | | | | |
| EQUIPE | DATA | Nº OS | COD. SERVIÇO | VISTO ALMOXARIFE | DATA | | | |

6010423901 1480009

Figura 8 - Modelo de Ordem de serviço gerada pela COSANPA

A Tabela 18 é apresentado o diâmetro, material e a localização da rede onde ocorreu o vazamentos e tempo do vazamento, sendo que foi contabilizado 36(trinta e seis) vazamentos na rede de distribuição do 3º setor entre o início e o final do mês de novembro de 2006, sendo contabilizado 30(trinta) vazamentos na rede de 75 milímetro, 5(cinco) na rede de 50 milímetro e 1(um) na rede de 300 milímetro.Sendo que do total de 36(trinta e seis) vazamentos na rede 33(trinta e três) vazamentos foi localizado na rede situada no passeio(calçada).

Do total de 30(trinta) vazamentos na rede de 75 milímetro foi identificado que 27(vinte e sete) estão localizado no passeio(calçada) e 3(três) na rua. Também se encontra especificado na Tabela 18 a data da solicitação(abertura) e o cancelamento(baixa) das ordens de serviços de vazamento, assim como o tempo que ficou .

Tabela 18 - Vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006

(continua)

| MÊS | TUBULAÇÃO | | LOCALIZAÇÃO | PERÍODO | | TEMPO |
|----------|--------------|----------|-------------|------------|--------------|--------|
| | Diâmetro(mm) | Material | Rede | Abertura | Cancelamento | (Hora) |
| NOVEMBRO | 50 | P.V.C | Passeio | 1/11/2006 | 3/11/2006 | 48 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 1/11/2006 | 3/11/2006 | 48 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 1/11/2006 | 3/11/2006 | 48 |
| | 300 | C.A | Passeio | 1/11/2006 | 3/11/2006 | 48 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 3/11/2006 | 7/11/2006 | 96 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 6/11/2006 | 9/11/2006 | 72 |
| | 50 | P.V.C | Passeio | 7/11/2006 | 8/11/2006 | 24 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 7/11/2006 | 8/11/2006 | 24 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 7/11/2006 | 7/11/2006 | 6 |
| | 50 | P.V.C | Passeio | 8/11/2006 | 8/11/2006 | 6 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 8/11/2006 | 8/11/2006 | 6 |
| | 75 | C.A | Passeio | 8/11/2006 | 8/11/2006 | 6 |
| | 75 | C.A | Rua | 9/11/2006 | 10/11/2006 | 24 |
| | 75 | C.A | Rua | 9/11/2006 | 10/11/2006 | 24 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 9/11/2006 | 10/11/2006 | 24 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 9/11/2006 | 24/11/2006 | 360 |
| | 50 | P.V.C | Passeio | 10/11/2006 | 13/11/2006 | 72 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 10/11/2006 | 14/11/2006 | 96 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 10/11/2006 | 10/11/2006 | 6 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 14/11/2006 | 17/11/2006 | 72 |
| 75 | C.A | Passeio | 16/11/2006 | 20/11/2006 | 96 | |
| 75 | C.A | Passeio | 16/11/2006 | 22/11/2006 | 144 | |
| 75 | P.V.C | Passeio | 17/11/2006 | 20/11/2006 | 72 | |

(conclusão)

| | | | | | | |
|-----------------|----|-------|---------|----------------------|------------|-----|
| NOVEMBRO | 75 | P.V.C | Passeio | 17/11/2006 | 1/12/2006 | 384 |
| | 50 | P.V.C | Passeio | 20/11/2006 | 21/11/2006 | 24 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 21/11/2006 | 21/11/2006 | 6 |
| | 75 | C.A | Rua | 21/11/2006 | 26/11/2006 | 120 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 21/11/2006 | 27/11/2006 | 144 |
| | 75 | C.A | Passeio | 22/11/2006 | 28/11/2006 | 144 |
| | 75 | C.A | Passeio | 22/11/2006 | 22/11/2006 | 6 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 23/11/2006 | 1/12/2006 | 192 |
| | 75 | C.A | Passeio | 24/11/2006 | 4/12/2006 | 240 |
| | 75 | C.A | Passeio | 27/11/2006 | 29/11/2006 | 48 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 27/11/2006 | 27/11/2006 | 6 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 28/11/2006 | 29/11/2006 | 24 |
| | 75 | P.V.C | Passeio | 30/11/2006 | 1/12/2006 | 24 |
| TOTAL | | | | 36 VAZAMENTOS | | |

No Gráfico 14 é mostrado que o maior número de solicitação de recuperação de vazamento foi quatro vazamentos/dia, o que ocorreu no 1º e 9º dia e menor número foi um vazamento/dia que ocorreu no 3º,6º,14º,20º, 23º,24º, 28º e 30º dias do mês de novembro de 2006. Vale observar que no 2º,4º,5º,11º,12º,13º,15º,18º,19º,25º,26º e 29º não foram realizadas nenhuma solicitação de serviço, a inexistência de solicitação de recuperação de vazamento nesses dias decorreu da ocorrência de feriados(2º dia finados e 15º proclamação republica) e dos finais de semana, pois as solicitações são direcionadas ao Call Center da COSANPA(0800 70 71 195) nos feriados e finais de semanas.

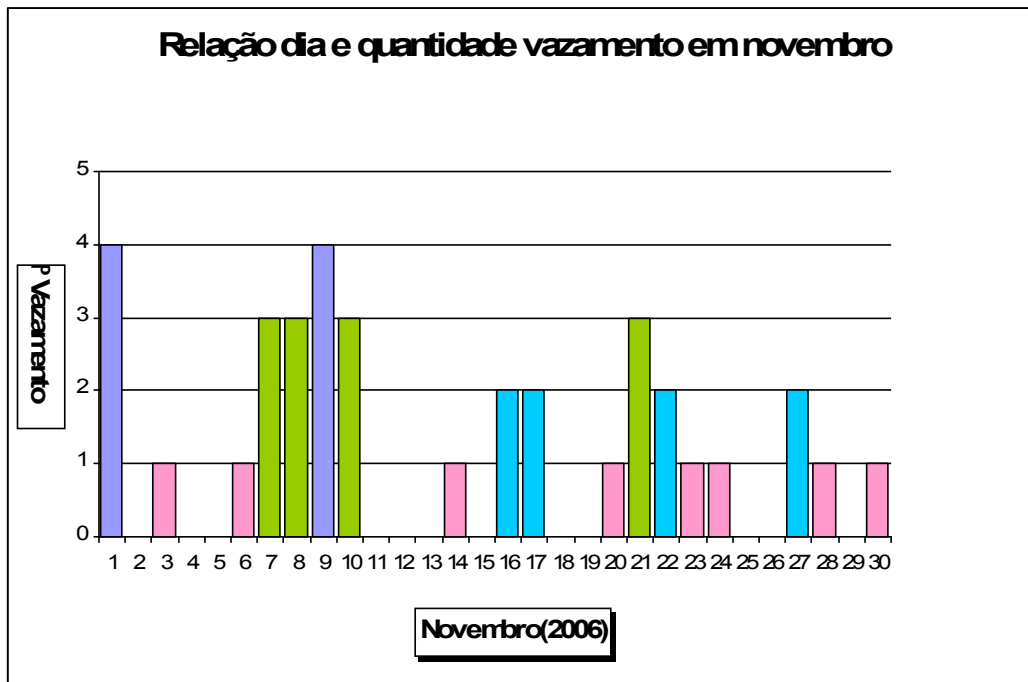


Gráfico 14 - Relação dia e quantidade de vazamento no 3º setor.

5.3 ESTIMAR A VAZÃO DE ÁGUA PERDIDA NOS VAZAMENTOS OCORRIDOS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO NO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO

Nessa fase foi estimada a vazão perdida em cada vazamento no mês de novembro, o qual foi identificado como o mês de maior ocorrência de vazamento obtido na fase 2. Essas vazões foram estimadas considerando que a vazão na ruptura onde ocorreu o vazamento é 35% da vazão do tubo.

Para calcular a vazão no tubo foi utilizada a equação da continuidade e adotado as seguintes velocidade, conforme mostrado Quadro 6

| DIÂMETRO (m) | VELOCIDADE (m/s) |
|-------------------------|-----------------------------|
| 0,050 | 0,68 |
| 0,075 | 0,71 |
| 0,100 | 0,75 |
| 0,150 | 0,83 |
| 0,200 | 0,90 |
| 0,300 | 1,05 |

Quadro 6 - Relação de diâmetro e velocidade na rede de distribuição de água

5.3.1 Pressões instantânea medida da rede de distribuição de água do 3º setor onde ocorreram os vazamentos no mês novembro de 2006

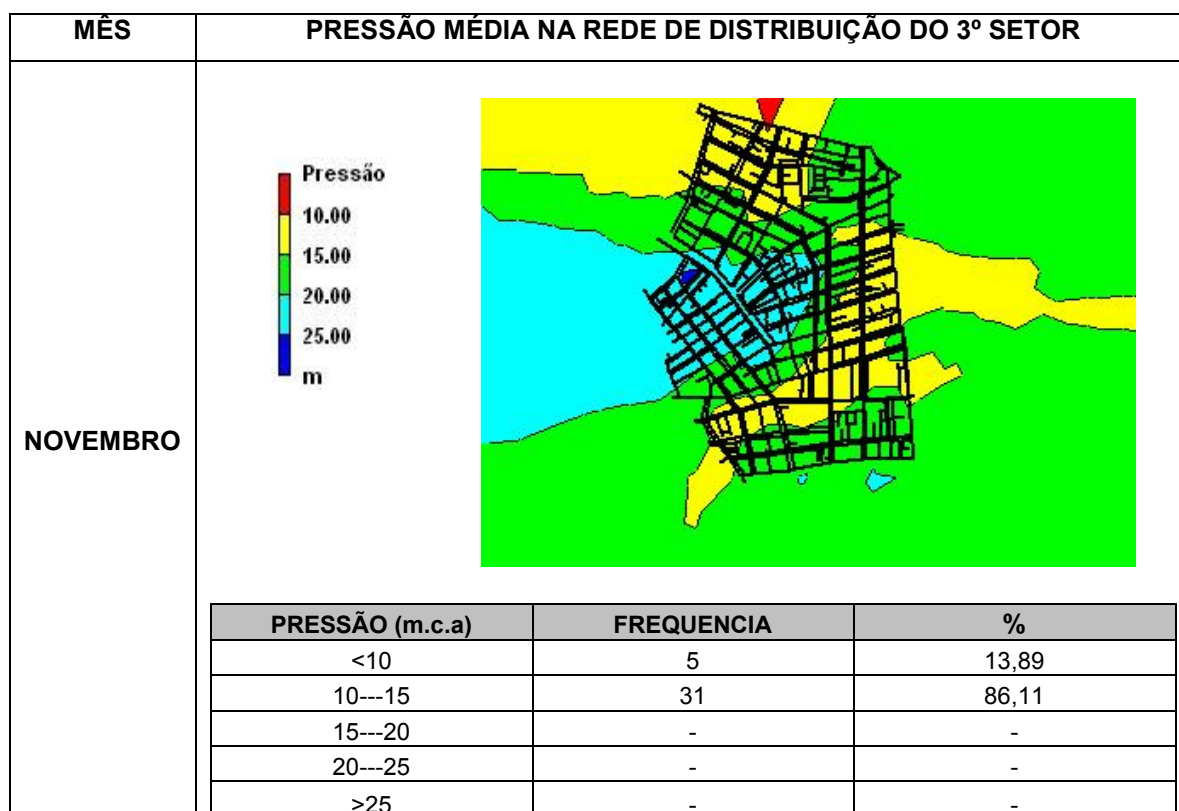
A rede de distribuição do 3º setor de abastecimento possui extensão de 233.175,00 metros, sendo que deste total 56,99% é rede de diâmetro 75 milímetro e 4,25% rede de 50 milímetro. A Tabela 19 demonstra que no mês de novembro de 2006, 86,11% das pressões instantânea foram medida em rede de 75 milímetro, 11,11% em rede de 50 milímetro e 2,78% em rede de 300 milímetro.

A Tabela 19 demonstrada os valores das pressões instantâneas que foram medidas em ligações prediais nos principais logradouros da rede de distribuição do 3º setor de abastecimento.

Tabela 19 - Logradouros e valores médios das pressões instantânea no 3º setor.

| ORDEM | ENDEREÇO | BAIRRO | TUBULAÇÃO Diâmetro(mm) | PRESSÃO MÉDIA m.c.a |
|----------------------|---------------------------------|----------|---------------------------|------------------------|
| 1 | Vila Alda Maria, Rua João Balbi | Nazaré | 50 | 13,0 |
| 2 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 75 | 14,0 |
| 3 | Tv. Manoel Evaristo | Umarizal | 75 | 11,5 |
| 4 | Rua João Balby | Nazaré | 300 | 15,0 |
| 5 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 75 | 13,0 |
| 6 | Rua Dom Pedro I | Umarizal | 75 | 12,0 |
| 7 | Tv. Ferreira Pena | Umarizal | 50 | 11,0 |
| 8 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 75 | 13,5 |
| 9 | Av. Pedro Alvares Cabral | Umarizal | 75 | 10,0 |
| 10 | Tv. Ferreira Pena | Umarizal | 50 | 11,0 |
| 11 | Pss. Belém | Umarizal | 75 | 12,0 |
| 12 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 75 | 10,0 |
| 13 | Rua Boaventura da Silva | Umarizal | 75 | 13,0 |
| 14 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 75 | 12,5 |
| 15 | Tv. Jose Pio | Umarizal | 75 | 9,0 |
| 16 | Rua Dom Rom. de Seixas | Umarizal | 75 | 15,0 |
| 17 | Pss. Natal | Nazaré | 50 | 8,0 |
| 18 | Rua Soares Carneiro | Umarizal | 75 | 12,5 |
| 19 | Rua Dom Rom. de Seixas | Umarizal | 75 | 11,0 |
| 20 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 75 | 13,0 |
| 21 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 75 | 9,0 |
| 22 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 75 | 13,0 |
| 23 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 75 | 15,0 |
| 24 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 75 | 14,5 |
| 25 | Pss. Alegre | Nazaré | 50 | 9,0 |
| 26 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 75 | 14,0 |
| 27 | Rua Boaventura da Silva | Umarizal | 75 | 12,0 |
| 28 | Tv. 14 de Março | Nazaré | 75 | 13,0 |
| 29 | Rua Drº Moraes | Nazaré | 75 | 7,0 |
| 30 | Pss. Leopoldina | Nazaré | 75 | 10,0 |
| 31 | Tv. 14 de Março | Umarizal | 75 | 15,0 |
| 32 | Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 75 | 12,0 |
| 33 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 75 | 13,0 |
| 34 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 75 | 13,0 |
| 35 | Tv. Benjamim Constant | Nazaré | 75 | 13,0 |
| 36 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 75 | 14,0 |
| PRESSÃO MÉDIA | | | | 12,0 |

O Quadro 7 demonstra que foi medida 5(cinco) logradouros com pressão instantânea abaixo de 10m.c.a e 31(trinta e uma) pressões instantânea foram medidas entre o intervalo de 10 e 15m.c.a, no mês onde ocorreu a maior incidência na rede de distribuição do 3º setor.



Quadro 7 - Frequência e Valores médios de pressão na rede do 3º setor

Vale ressaltar que Associação Brasileira de Norma técnica estabelece na NBR 12.218/1994 que a pressão mínima na rede de distribuição de água é de 10 m.c.a, portanto observou-se que apenas 13,89% das pressões instantânea que foi medida na rede de distribuição do 3º setor no mês de novembro de 2006 encontra-se fora dos padrões, enquanto 86,11% estão acima do mínimo permitido.

É importante observar que o 3º setor possui em totalidade pressão acima do recomendado na NBR 12.218/1994, o que pressão demonstra que sua rede de distribuição é bastante pressurizada.

5.3.2 Estimativa da vazão em cada vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006

No cálculo da estimativa da vazão em cada vazamento no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição de água do 3º setor foi utilizada a equação da continuidade e estimado 35% da vazão do tubo como sendo a vazão perdida no vazamento : $Q = v \cdot A$, sendo:

Onde:

Q = Vazão do tubo (m^3/s)

A = Área do tubo (m^2)

v = Velocidade (m/s)

No Quadro 8 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de $4,77 m^3/h$ e a vazão perdida no vazamento foi de $1,67 m^3/h$ ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

1. Vazamento na Vila Alda Maria, Rua João Balbi – Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|---------|
| Diâmetro do tubo | 0,050 | m |
| Área do tubo | 0,002 | m^2 |
| Velocidade | 0,675 | m/s |
| Vazão tubo | 4,77 | m^3/h |
| VAZÃO PERDIDA | 1,67 | m^3/h |

Quadro 8 - Cálculo da vazão do 1º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 9 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de $11,33 m^3/h$ e a vazão perdida no vazamento foi de $3,96 m^3/h$ ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

2, Vazamento na Rua Domingos Marreiros - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 9 - Cálculo da vazão do 2º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 10 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

3. Vazamento na Tv. Manoel Evaristo - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 10 - Cálculo da vazão do 3º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 11 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 267,06 m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 93,47 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

4. Vazamento na Rua João Balby - Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|--------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,300 | m |
| Área do tubo | 0,071 | m ² |
| Velocidade | 1,050 | m/s |
| Vazão tubo | 267,06 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 93,47 | m ³ /h |

Quadro 11 - Cálculo da vazão do 4º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 12 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

5. Vazamento na Rua Bernal do Couto - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 12 - Cálculo da vazão do 5º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 13 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

6. Vazamento na Rua Dom Pedro I – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 13 - Cálculo da vazão do 6º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 14 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 4,77 m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 1,67m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

7. Vazamento na Tv. Ferreira Pena – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,050 | m |
| Área do tubo | 0,002 | m ² |
| Velocidade | 0,675 | m/s |
| Vazão tubo | 4,77 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 1,67 | m ³ /h |

Quadro 14 - Cálculo da vazão do 7º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 15 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

8. Vazamento na Rua Domingos Marreiros - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 15 - Cálculo da vazão do 8º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 16 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

9. Vazamento na Av. Pedro Álvares Cabral - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 16 - Cálculo da vazão do 9º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 17 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 4,77m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 1,67 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

10. Vazamento na Tv. Ferreira Pena – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,050 | m |
| Área do tubo | 0,002 | m ² |
| Velocidade | 0,675 | m/s |
| Vazão tubo | 4,77 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 1,67 | m ³ /h |

Quadro 17 - Cálculo da vazão do 10º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 18 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

11. Vazamento na Pss. Belém - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 18 - Cálculo da vazão do 11º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 19 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

12. Vazamento na Tv. Quintino Bocaiúva – Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|--------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,326 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 19 - Cálculo da vazão do 12º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 20 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 20 - Cálculo da vazão do 13º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 21 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

14. Vazamento na Rua Bernal do Couto – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 21 - Cálculo da vazão do 14º vazamento em novembro de 2006

No Quadro 22 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

15. Vazamento na Rua Tv. Jose Pio – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 22 - Cálculo da vazão do 15º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 23 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

16. Vazamento na Rua Dom Romualdo de Seixas – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 23 - Cálculo da vazão do 16º vazamento em novembro de 2006

No Quadro 24 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 4,77m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 1,67 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

17. Vazamento na Pss. Natal – Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,050 | m |
| Área do tubo | 0,002 | m ² |
| Velocidade | 0,675 | m/s |
| Vazão tubo | 4,77 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 1,67 | m ³ /h |

Quadro 24 - Cálculo da vazão do 17º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 25 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

18. Vazamento na Rua Soares Carneiro – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 25 - Cálculo da vazão do 18º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 26 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

19. Vazamento na Rua Dom Romualdo de Seixas – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 26 - Cálculo da vazão do 19º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 27 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

20. Vazamento na Rua Antonio Barreto – Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 27 - Cálculo da vazão do 20º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 28 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

21. Vazamento na Tv. Quintino Bocáiuva – Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 28 - Cálculo da vazão do 21º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 29 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

22. Vazamento na Rua Domingos Marreiros - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 29 - Cálculo da vazão do 22º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 30 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

23. Vazamento na Rua Antonio Barreto - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|--------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,326 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 30 - Cálculo da vazão do 23º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 31 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

24. Vazamento na Rua Antonio Barreto - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 31 - Cálculo da vazão do 24º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 32 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 4,77m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 1,67 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

25. Vazamento na Ps Alegre - Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,050 | m |
| Área do tubo | 0,002 | m ² |
| Velocidade | 0,675 | m/s |
| Vazão tubo | 4,77 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 1,67 | m ³ /h |

Quadro 32 - Cálculo da vazão do 25º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 33 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

26. Vazamento na Rua Domingos Marreiros - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 33 - Cálculo da vazão do 26º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 34 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

27. Vazamento na Rua Boaventura da Silva - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|--------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,326 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 34 - Cálculo da vazão do 27º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 35 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

28. Vazamento na Tv. 14 de Março - Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 35 - Cálculo da vazão do 28º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 36 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

29. Vazamento na Rua Drº Moraes - Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 36 - Cálculo da vazão do 29º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 37 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

30. Vazamento na Pss. Leopoldina - Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 37 - Cálculo da vazão do 30º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 38 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

31. Vazamento na Tv. 14 de Março - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 38 - Cálculo da vazão do 31º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 39 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33 m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

32. Vazamento na Av. Alm. Wandenkolk - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 39 - Cálculo da vazão do 32º vazamento no mês novembro de 2006

No Quadro 40 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

33. Vazamento na Rua Domingos Marreiros - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 40 - Cálculo da vazão do 33º vazamento no mês novembro de 2006

No Quadro 40 é apresentado o memorial de cálculo da estimativa da vazão do trigésimo quarto vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição de 75 milímetro do 3º setor.

34. Vazamento na Rua Bernal do Couto - Umarizal

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 41 - Cálculo da vazão do 34º vazamento no mês de novembro de 2006

No Quadro 42 é apresentado o memorial de cálculo, sendo que a vazão do tudo foi de 11,33m³/h e a vazão perdida no vazamento foi de 3,96 m³/h ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição do 3º setor.

35. Vazamento na Tv. Benjamim Constant - Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 42 - Cálculo da vazão do 35º vazamento em novembro de 2006

No Quadro 43 é apresentado o memorial de cálculo da estimativa da vazão do trigésimo sexto vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006, na rede de distribuição de 75 milímetro do 3º setor.

36. Vazamento Tv. Quintino Bocáiuva - Nazaré

| MEMORIAL DE CÁLCULO | | UNIDADE |
|----------------------|-------|-------------------|
| Diâmetro do tubo | 0,075 | m |
| Área do tubo | 0,004 | m ² |
| Velocidade | 0,713 | m/s |
| Vazão tubo | 11,33 | m ³ /h |
| VAZÃO PERDIDA | 3,96 | m ³ /h |

Quadro 43 - Cálculo da vazão do 36º vazamento em novembro de 2006

Vale ressaltar que a vazão perdida em vazamento no mês novembro de 2006, foi de 220,74 m³/h, sendo que nesse mês foi distribuído no 3º setor 1.426,00 m³/h. Por tanto 15,48% da vazão distribuída no mês de novembro de 2006 foi perdida em vazamento na rede de distribuição do 3º setor, conforme mostrado no Quadro 44.

| NOVEMBRO/2006 | | |
|---------------------------|----------------------|-------------------|
| VAZÃO | | UNIDADE |
| Distribuição no 3º setor | Perdida em vazamento | |
| 1.426,00 | 220,74 | m ³ /h |
| PERDA EM VAZAMENTO | | |
| 15,48% | | |

Quadro 44 - Relação entre vazão distribuída e vazão perdida em vazamento no mês de novembro de 2006

5.4 ESTIMAR O VOLUME DE ÁGUA PERDIDO ENTRE A ABERTURA E CANCELAMENTO DA ORDEM DE SERVIÇO DE RETIRADA DE VAZAMENTO NO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO.

Para estimar a o volume perdido em vazamento foi utilizado o mês de maior ocorrência de vazamento identificado na fase 2 e a vazão perdida em cada vazamento estimada na fase 3, também foi considerado o tempo entre a abertura da ordem de serviço e o seu cancelamento. O local onde ocorreu o vazamento e tempo entre a abertura e o cancelamento da ordem de serviço é mostrado no Quadro 45

O Quadro 45 demonstra a localização do vazamento no mês de novembro de 2006, o período entre abertura e cancelamento da ordem de serviço e o tempo em horas entre a abertura e cancelamento.

| ORDEM | ENDEREÇO | BAIRRO | PERÍODO | | TEMPO (horas) |
|-------|---------------------------------|----------|-------------|-------------|------------------|
| | | | Solicitação | Atendimento | |
| 1 | Vila Alda Maria, Rua João Balbi | Nazaré | 1/11/2006 | 3/11/2006 | 48 |
| 2 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 1/11/2006 | 3/11/2006 | 48 |
| 3 | Tv. Manoel Evaristo | Umarizal | 1/11/2006 | 3/11/2006 | 48 |
| 4 | Rua João Balby | Nazaré | 1/11/2006 | 3/11/2006 | 48 |
| 5 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 3/11/2006 | 7/11/2006 | 96 |
| 6 | Rua Dom Pedro I | Umarizal | 6/11/2006 | 9/11/2006 | 72 |
| 7 | Tv. Ferreira Pena | Umarizal | 7/11/2006 | 8/11/2006 | 24 |
| 8 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 7/11/2006 | 8/11/2006 | 24 |
| 9 | Av. Pedro Álvares Cabral | Umarizal | 7/11/2006 | 7/11/2006 | 6 |
| 10 | Tv. Ferreira Pena | Umarizal | 8/11/2006 | 8/11/2006 | 6 |
| 11 | Pss. Belém | Umarizal | 8/11/2006 | 8/11/2006 | 6 |
| 12 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 8/11/2006 | 8/11/2006 | 6 |
| 13 | Rua Boaventura da Silva | Umarizal | 9/11/2006 | 10/11/2006 | 24 |
| 14 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 9/11/2006 | 10/11/2006 | 24 |
| 15 | Tv. Jose Pio | Umarizal | 9/11/2006 | 10/11/2006 | 24 |
| 16 | Rua Dom Rom. de Seixas | Umarizal | 9/11/2006 | 24/11/2006 | 360 |
| 17 | Pss. Natal | Nazaré | 10/11/2006 | 13/11/2006 | 72 |
| 18 | Rua Soares Carneiro | Umarizal | 10/11/2006 | 14/11/2006 | 96 |
| 19 | Rua Dom Rom. de Seixas | Umarizal | 10/11/2006 | 10/11/2006 | 6 |
| 20 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 14/11/2006 | 17/11/2006 | 72 |
| 21 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 16/11/2006 | 20/11/2006 | 96 |
| 22 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 16/11/2006 | 22/11/2006 | 144 |
| 23 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 17/11/2006 | 20/11/2006 | 72 |
| 24 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 17/11/2006 | 1/12/2006 | 384 |
| 25 | Pss. Alegre | Nazaré | 20/11/2006 | 21/11/2006 | 24 |
| 26 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 21/11/2006 | 21/11/2006 | 6 |
| 27 | Rua Boaventura da Silva | Umarizal | 21/11/2006 | 26/11/2006 | 120 |
| 28 | Tv. 14 de Março | Nazaré | 21/11/2006 | 27/11/2006 | 144 |
| 29 | Rua Drº Moraes | Nazaré | 22/11/2006 | 28/11/2006 | 144 |
| 30 | Pss. Leopoldina | Nazaré | 22/11/2006 | 22/11/2006 | 6 |
| 31 | Tv. 14 de Março | Umarizal | 23/11/2006 | 1/12/2006 | 192 |
| 32 | Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 24/11/2006 | 4/12/2006 | 240 |
| 33 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 27/11/2006 | 29/11/2006 | 48 |
| 34 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 27/11/2006 | 27/11/2006 | 6 |
| 35 | Tv. Benjamim Constant | Nazaré | 28/11/2006 | 29/11/2006 | 24 |
| 36 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 30/11/2006 | 1/12/2006 | 24 |

Quadro 45 – Localização e o tempo entre abertura e o cancelamento de ordem de serviço de vazamento no mês de novembro de 2006

Vale ressaltar, que a COSANPA usa em seu sistema comercial – SICOM como tempo limite para execução da retirada do vazamento 24 horas, sendo especificada na ordem de serviço detalhada na fase 2. No entanto foi observado que 55,56% dos vazamentos no mês de novembro 2006 estão com o tempo limite fora do prazo estabelecido no sistema comercial pela COSANPA, conforme mostrado no Quadro 45.

5.4.1 Estimativa do volume perdido em vazamento ocorrido no mês de novembro de 2006

No cálculo da estimativa do volume perdido em cada vazamento no mês de novembro de 2006 na rede de distribuição de água do 3º setor foi utilizada a seguinte equação da vazão transformada: $V_{pv} = Q_T \times (T_2 - T_1)$, sendo:

V_{pv} = Volume perdido em vazamento (m^3)

Q = Vazão (m^3/h)

T_1 = Informação da ocorrência de vazamento na rede de distribuição de água (abertura da ordem de serviço);

T_2 = Informação de conclusão do serviço de recuperação do vazamento (cancelamento da ordem de serviço).

O Quadro 46 é apresentado os valores calculados dos volumes perdido em cada vazamento, onde foi considerado a vazão perdida em cada vazamento estimada na fase 3 em metro cúbico por hora e o tempo entre a abertura e o cancelamento da ordem de serviço no mês de novembro de 2006.

| ORDEM | ENDEREÇO | BAIRRO | TEMPO (hora) | VAZÃO PERDIDA m ³ /h | VOLUME m ³ |
|--|---------------------------------|----------|-----------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Vila Alda Maria, Rua João Balbi | Nazaré | 48 | 1,67 | 80,12 |
| 2 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 48 | 3,96 | 190,28 |
| 3 | Tv. Manoel Evaristo | Umarizal | 48 | 3,96 | 190,28 |
| 4 | Rua João Balby | Nazaré | 48 | 93,47 | 4486,56 |
| 5 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 96 | 3,96 | 380,56 |
| 6 | Rua Dom Pedro I | Umarizal | 72 | 3,96 | 285,42 |
| 7 | Tv. Ferreira Pena | Umarizal | 24 | 1,67 | 40,06 |
| 8 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 24 | 3,96 | 95,14 |
| 9 | Av. Pedro Álvares Cabral | Umarizal | 6 | 3,96 | 23,78 |
| 10 | Tv. Ferreira Pena | Umarizal | 6 | 1,67 | 10,01 |
| 11 | Pss. Belém | Umarizal | 6 | 3,96 | 23,78 |
| 12 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 6 | 3,96 | 23,78 |
| 13 | Rua Boaventura da Silva | Umarizal | 24 | 3,96 | 95,14 |
| 14 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 24 | 3,96 | 95,14 |
| 15 | Tv. Jose Pio | Umarizal | 24 | 3,96 | 95,14 |
| 16 | Rua Dom Rom. de Seixas | Umarizal | 360 | 3,96 | 1427,09 |
| 17 | Pss. Natal | Nazaré | 72 | 1,67 | 120,18 |
| 18 | Rua Soares Carneiro | Umarizal | 96 | 3,96 | 380,56 |
| 19 | Rua Dom Rom. de Seixas | Umarizal | 6 | 3,96 | 23,78 |
| 20 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 72 | 3,96 | 285,42 |
| 21 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 96 | 3,96 | 380,56 |
| 22 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 144 | 3,96 | 570,83 |
| 23 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 72 | 3,96 | 285,42 |
| 24 | Rua Antonio Barreto | Umarizal | 384 | 3,96 | 1522,22 |
| 25 | Pss. Alegre | Nazaré | 24 | 1,67 | 40,06 |
| 26 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 6 | 3,96 | 23,78 |
| 27 | Rua Boaventura da Silva | Umarizal | 120 | 3,96 | 475,70 |
| 28 | Tv. 14 de Março | Nazaré | 144 | 3,96 | 570,83 |
| 29 | Rua Drº Moraes | Nazaré | 144 | 3,96 | 570,83 |
| 30 | Pss. Leopoldina | Nazaré | 6 | 3,96 | 23,78 |
| 31 | Tv. 14 de Março | Umarizal | 192 | 3,96 | 761,11 |
| 32 | Av. Alm. Wandenkolk | Umarizal | 240 | 3,96 | 951,39 |
| 33 | Rua Domingos Marreiros | Umarizal | 48 | 3,96 | 190,28 |
| 34 | Rua Bernal do Couto | Umarizal | 6 | 3,96 | 23,78 |
| 35 | Tv. Benjamim Constant | Nazaré | 24 | 3,96 | 95,14 |
| 36 | Tv. Quintino Bocáiuva | Nazaré | 24 | 3,96 | 95,14 |
| VOLUME TOTAL PERDIDO EM VAZAMENTO NO MÊS NOVEMBRO | | | | | 14.933,08 |

Quadro 46 – Valores dos volumes perdido em cada vazamento e volume perdido mês de novembro de 2006

O volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006 foi de 14.933,08 m³/mês, sendo observado que os vazamentos 1,2,3,4,5,6,16,17,18,20,21,22,23,24,27,28,29,31,32 e 33 estão com tempo superior ao determinada pela COSANPA(24horas). É importante observar que a demora na manutenção do vazamento causa um acréscimo significativo no volume perdido em vazamento devido ao tempo em que foi realizado a manutenção do mesmo.

Ressalta ainda que volume distribuído no mês de novembro 2006 no 3º setor foi de 952.870,00 m³/mês e o volume perdido em vazamento 14.933,08 m³/mês, sendo assim o volume perdido em vazamento no mês de novembro representa uma perda de 1,57% do volume distribuído, conforme mostrado no Quadro 47.

| NOVEMBRO/2006 | | |
|---------------------------|----------------------|---------------------|
| VOLUME | | UNIDADE |
| Distribuição no 3º setor | Perdida em vazamento | |
| 952.870,00 | 14.933,08 | m ³ /mês |
| PERDA EM VAZAMENTO | | |
| 1,57% | | |

Quadro 47 - Relação entre volume distribuído e volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006

5.5 ESTIMATIVA DA PERDA DE FATURAMENTO E ENERGIA ELÉTRICA, NO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO, ESTABELECIDO PERCENTUAL EM RELAÇÃO AO VOLUME FATURADO PELA COSANPA NO MÊS DE MAIOR OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO.

A falta de uma política rigorosa para redução de perdas na Companhia de Saneamento no Pará, na qual inclui as reduções de ligações clandestinas e os vazamentos na rede de distribuição de água causam grandes impactos no

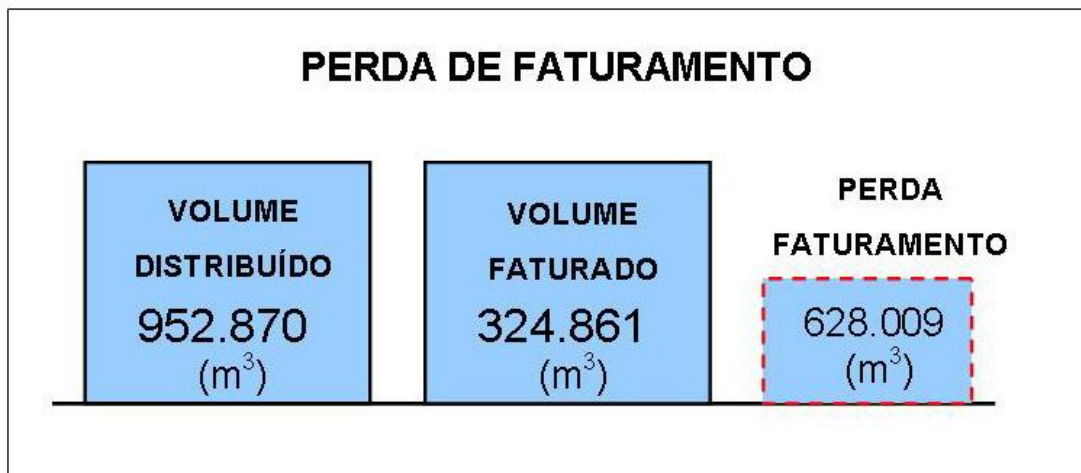
faturamento e arrecadação, além de afetar negativamente a relação entre as despesas por exploração e o metro cúbico de água faturado/arrecadado no 3º Setor.

A Tabela 20 demonstra a relação entre o volume distribuído e o volume faturado pela COSANPA no período de maio de 2006 a abril de 2007, sendo que para esse estudo foi considerado o mês de novembro de 2006, com sendo o de maior ocorrência de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor.

Tabela 20 - Volume distribuído e faturado pela COSANPA, no período de maio de 2006 a abril 2007.

| MÊS/ANO | VOLUME DISTRIBUÍDO m³ | VOLUME FATURADO m³ |
|----------------|---|--|
| maio-06 | 954.782 | 312.095 |
| junho-06 | 1.015.772 | 317.673 |
| julho-06 | 994.711 | 305.747 |
| agosto-06 | 1.010.532 | 308.400 |
| setembro-06 | 913.005 | 318.931 |
| outubro-06 | 1.019.151 | 324.026 |
| novembro-06 | 952.870 | 324.861 |
| dezembro-06 | 975.809 | 312.667 |
| janeiro-07 | 943.891 | 323.140 |
| fevereiro-07 | 996.168 | 315.912 |
| março-07 | 1.019.402 | 319.334 |
| abril-07 | 906.135 | 322.540 |

Com base nos relatório operacional e comercial da COSANPA, o volume de distribuição no mês de novembro 2006 foi de 952.870 m³/mês e o volume faturado foi de 324.861 m³/mês, tendo perda no faturamento de 628.009 m³/mês, conforme mostrado no Esquema 3.

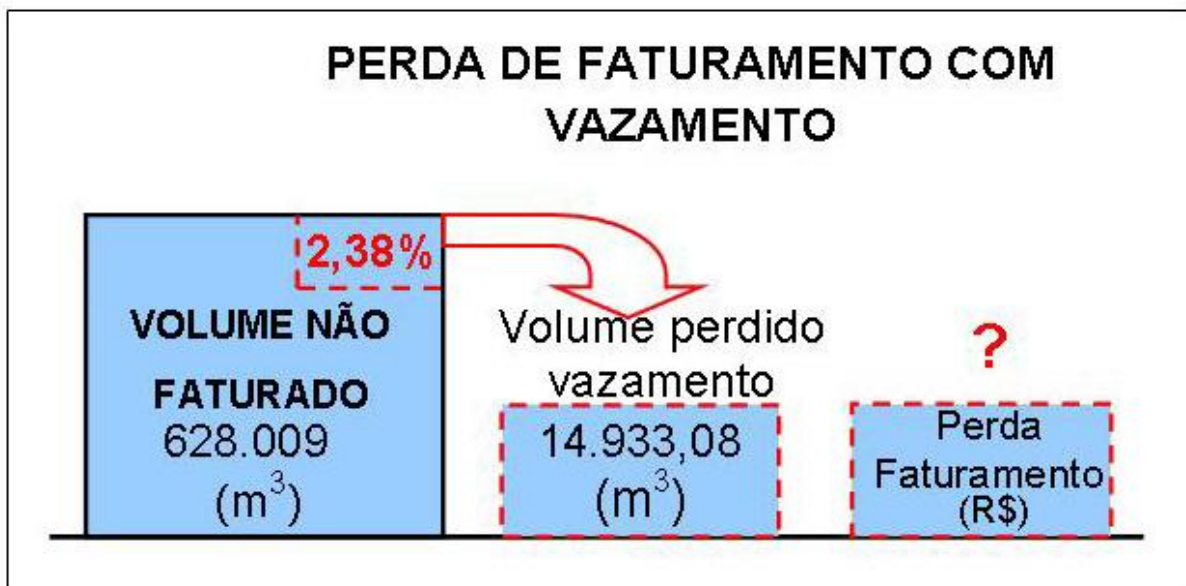


Esquema 3 - Perda de faturamento no 3º setor no mês de novembro 2006.

Vale ressaltar que a perda de faturamento da COSANPA no mês de novembro de 2006 foi 628.009 m³/mês, correspondendo ao percentual de 65,91% do volume distribuído no mês de novembro de 2006 no 3º setor.

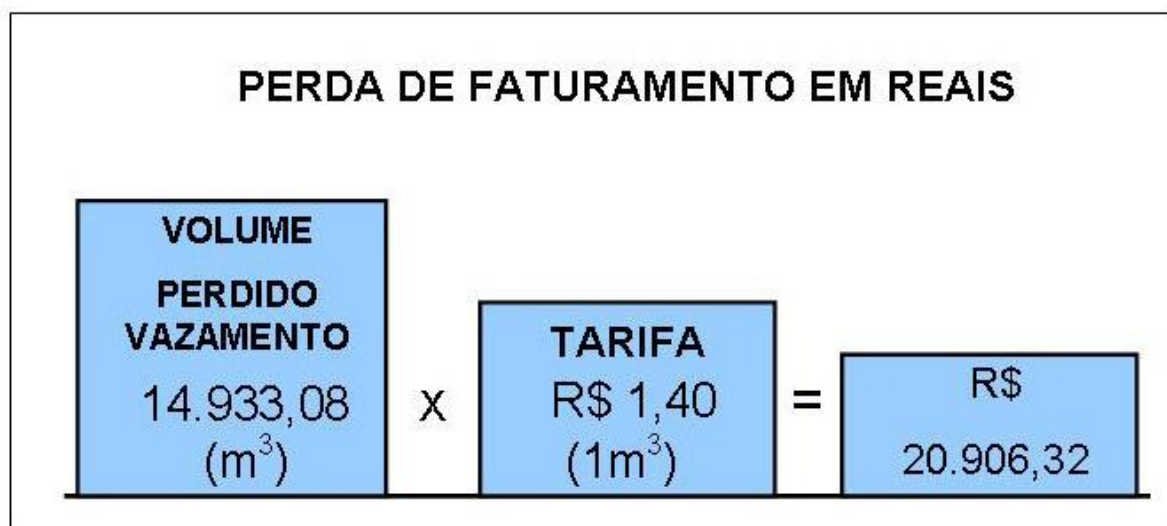
5.5.1 Estimativa da perda de faturamento em reais do volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006

A perda de faturamento no mês de novembro de 2006 no 3º setor foi de 628.009 m³/mês, sendo que desse volume não faturado 14.933,08 m³/mês foi causado por vazamento no mês de novembro de 2006 na rede de distribuição do 3º setor. Esse volume perdido em vazamento corresponde a uma de faturamento de 2,38% do volume não faturado, conforme mostrado no Esquema 4



Esquema 4 - Perda de faturamento causado por vazamento no mês de novembro 2006.

Para estimar a perda de faturamento em reais causado por vazamento no mês de novembro 2006 foi utilizado o menor valor da tarifa por metro cúbico residencial praticado pela COSANPA no Estado do Pará, esse valor corresponde a R\$1,40, sendo multiplicado pelo volume perdido em vazamento no mês de novembro que foi de 14.933,08 m³/mês, conforme mostrado no Esquema 5



Esquema 5 - Perda de faturamento em reais causado por vazamento no mês de novembro 2006.

É importante observar que a perda de faturamento em reais causada por vazamento foi na ordem de R\$ 20.906,32, sendo esse valor correspondente apenas ao volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006.

5.5.2 Estimativa da perda de energia elétrica em reais do volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006

A Tabela 21 demonstra o volume de água distribuído, consumo de energia elétrica e custos com energia elétrica no 3º Setor no período de maio de 2006 a abril de 2007, sendo que para estimar a perda de energia elétrica foi utilizado os valores do mês de novembro onde ocorreu a maior incidência de vazamento no 3º setor.

Tabela 21 - Volume de água distribuído, consumo e custos com energia elétrica no 3º Setor, no período de maio de 2006 a abril de 2007.

| MÊS/ANO | VOLUME DISTRIBUIDO (m ³) | CONSUMO (kWh) | CUSTOS (R\$) | R\$/kWh | kWh/m ³ |
|--------------|---|------------------|-------------------|---------|--------------------|
| mai/06 | 954.782 | 155.816 | 28.454,71 | 0,18 | 0,16 |
| jun/06 | 1.015.772 | 153.468 | 30.832,71 | 0,20 | 0,15 |
| jul/06 | 994.711 | 143.340 | 28.166,68 | 0,19 | 0,14 |
| ago/06 | 1.010.532 | 155.725 | 29.406,52 | 0,18 | 0,15 |
| set/06 | 913.005 | 151.231 | 28.646,75 | 0,19 | 0,17 |
| out/06 | 1.019.151 | 144.942 | 28.241,83 | 0,19 | 0,14 |
| nov/06 | 952.870 | 152.054 | 29.662,99 | 0,20 | 0,16 |
| dez/06 | 975.809 | 164.929 | 29.282,56 | 0,18 | 0,17 |
| jan/07 | 906.135 | 144.122 | 26.106,80 | 0,18 | 0,16 |
| fev/07 | 996.168 | 150.884 | 28.306,36 | 0,19 | 0,15 |
| mar/07 | 1.019.402 | 137.899 | 25.487,91 | 0,18 | 0,15 |
| abr/07 | 906.135 | 167.591 | 31.306,20 | 0,19 | 0,18 |
| TOTAL | 11.664.472 | 1.822.001 | 343.902,00 | - | - |

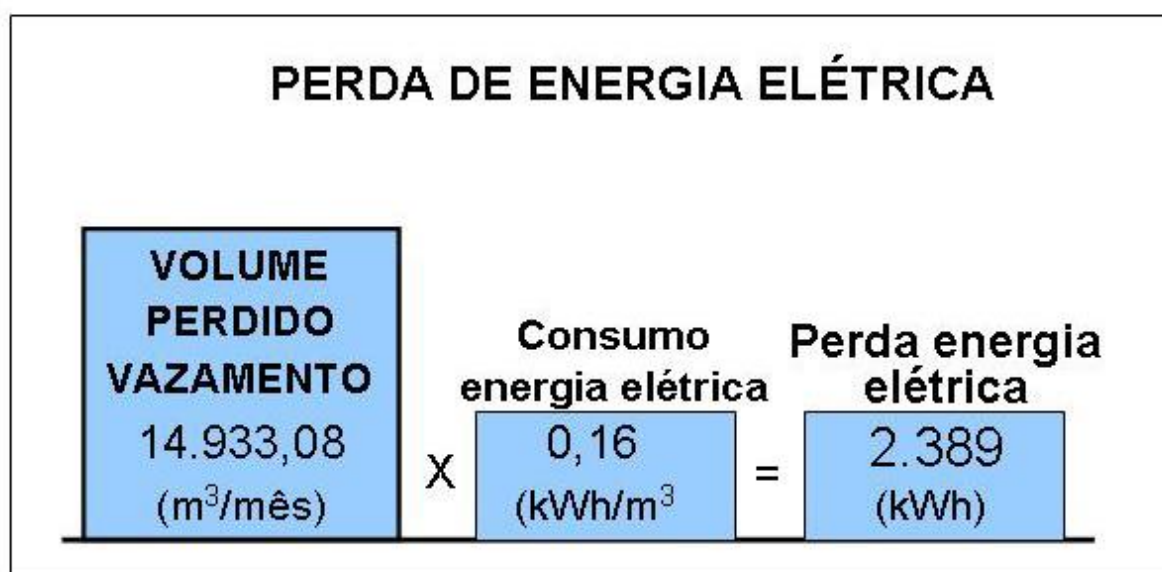
Assim sendo, para estimar a perda de energia elétrica causada por vazamento na rede de distribuição do 3º setor foi considerado o volume perdido em vazamento no mês de novembro estimado na fase 4 de 14.933,08 m³/mês , e multiplicado pelo consumo de energia por metro cúbico no mês de novembro de 2006 no 3ºsetor que foi de 0,16kWh/m³.

$$P_{EE} = (\text{volume perdido em vazamento/mês}) \times (\text{consumo de energia})$$

$$P_{EE} = 14.933,08 \text{ m}^3/\text{mês} \times 0,16\text{kWh}/\text{m}^3$$

$$P_{EE} = 2.389,93\text{kWh}/\text{mês}$$

A perda de energia elétrica estimada no mês de novembro de 2006, proveniente de vazamento na rede de distribuição do 3º setor foi de 2.389,93kWh, conforme mostrado no Esquema 6.



Esquema 6 - Perda de energia elétrica causado por vazamento no mês de novembro 2006.

Vale ressaltar que a perda de energia elétrica causada por vazamento no mês de novembro de 2006 no 3º setor representa um percentual de 1,57% em relação ao consumo mensal de energia elétrica do 3º setor.

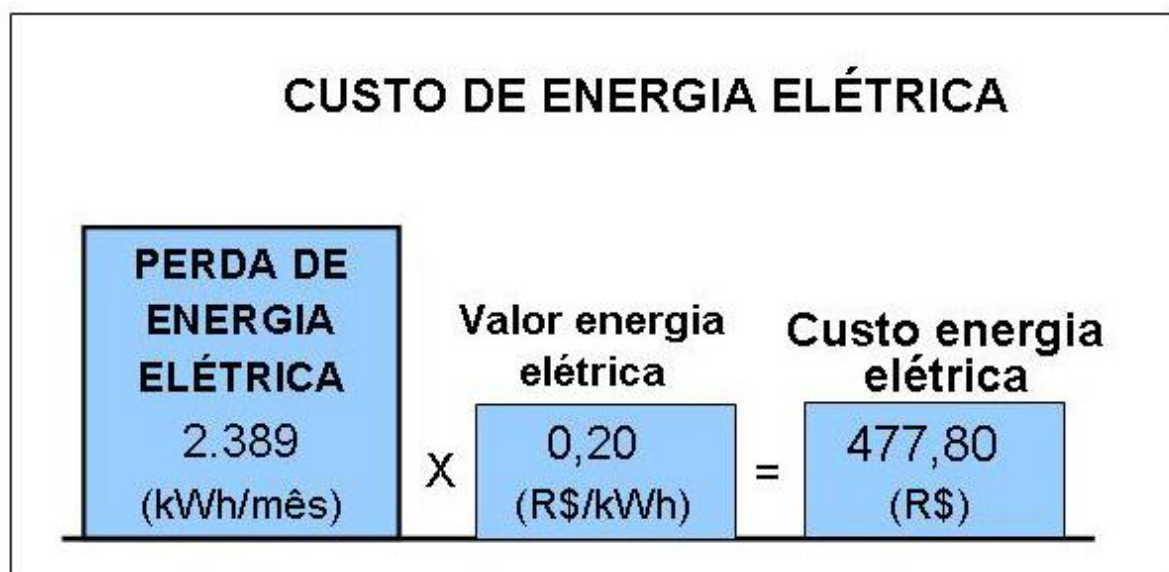
Para estimar a custo com a perda de energia elétrica na rede de distribuição do 3º setor foi considerado a perda de energia elétrica estimado na etapa 1 da fase 5, que foi de 2.389,00 kWh/mês, e multiplicado pelo custo unitário energia de 0,20R\$/kWh no 3º setor de abastecimento.

$$C_{EE} = (\text{Perda de energia elétrica kWh /mês}) \times (\text{custo unitário de energia})$$

$$C_{EE} = 2.389,00 \text{ kWh/mês} \times 0,20\text{R\$/kWh}$$

$$C_{EE} = \text{R\$ } 477,80/\text{mês}$$

O custo com a perda de energia elétrica estimada no mês de maior ocorrência de vazamento no 3º setor foi de R\$ 477,80 por mês, conforme mostrado no Esquema 7.



Esquema 7 – Custo com Perda de energia elétrica causado por vazamento no mês de novembro 2006.

É importante ressaltar que o consumo e custo com energia elétrica variam ao longo do dia. Por exemplo, a energia que é consumida no horário de ponta (das 18h30min às 21h00min) é três vezes superior ao custo da energia nas demais horas do dia.

O custo com energia elétrica, relativo a perda de energia elétrica ocasionada por vazamento no mês de novembro de 2006 na rede de distribuição de água do 3º setor no valor mensal de R\$477,80 não representa um valor significativo se analisado em relação ao custo mensal do 3º setor(R\$29.662,99).

No entanto vale ressaltar que valor de R\$477,80 representa a estimativa do custo de energia elétrica do mês de novembro e de apenas um setor da COSANPA, porém se for realizado uma projeção para um ano e envolvendo os nove setores da zona central da COSANPA, o cenário se torna preocupante.

6 CONCLUSÕES

Com a realização do trabalho, foi possível observar que a rede de distribuição de água do 3º setor possui grande quantidade de vazamento mensal e a falta de uma atuação corretiva imediata na manutenção desses vazamentos tem contribuído de forma significativa com as perdas reais ocasionada por vazamento e a perda de energia elétrica no 3º setor de distribuição da COSANPA.

No 3º Setor anualmente são distribuídos em média 975.185 m³/mês de água. Desse volume em média, 32,52 % (317.111 m³) é efetivamente faturado atendendo a atual demanda de água dos 89.484 habitantes atendidos. Os 67,48 % (658.075 m³) restantes são considerados perdas de água na distribuição. Sendo que para esse estudo foi considerado o volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006, nesse mês foi distribuído no 3º setor 952.870 m³ e efetivamente faturado 324.861 m³, o restante foi considerado perda de água (628.009 m³).

Desse volume perdido e não faturado foi estimado como perda causado por vazamento no mês de novembro de 2006 o volume de 14.933,08 m³, representando percentual mensal de 1,57% do volume distribuído na rede de distribuição de água do 3º setor. Essa água perdida em vazamento implica em uma perda de energia elétrica estimada de 2.389,93 kWh/mês.

A perda de água no mês de novembro de 2006 foi de 628.009 m³ e o volume perdido em vazamento de 14.933,08 m³. Se considerarmos R\$ 1,40 o valor que deveria ser arrecadado para cada metro cúbico de água distribuído, de acordo com a política tarifária praticada no Estado do Pará, pode-se estimar que a perda de arrecadação referente ao volume perdido de água no 3º Setor é da ordem de R\$ 879.212,60 ao mês e que o a perda de arrecadação referente ao volume perdido em vazamento é da ordem de R\$ 20.906,32.

O volume de água perdido no mês de novembro de 2006, é referente à perda de água por vazamento na rede de distribuição, ligações clandestinas e problemas de faturamento no 3º setor.

Em relação ao volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006 de 14.933,08 m³ é importante observar que esse volume representa um mês de água perdida na rede de distribuição do 3º setor, sendo que a COSANPA possui nove setores de abastecimento na zona central, segundo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ E COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ, 2006).

Vale ressaltar que o volume de 14.933,08 m³ perdido em vazamento no 3º setor representa um mês, se realizar uma projeção anual esse volume em média passaria a 179.196 m³/ano, ou seja, o cenário passa a se preocupante em relação a perda de água por vazamento na rede de distribuição do 3º setor.

É importante observar que o volume de água perdido no mês de novembro de 2006, foi de 14.933,08 m³/mês, esse volume daria para abastecer uma população de 2.489 habitantes por um dia, com per capita de 200 L/hab.dia, se considerar a projeto anual de 179.196,00 m³ essa população passaria a 29.866 habitantes/dia considerando a mesma per capita anterior.

Em relação a perda de faturamento, é importante observar que o volume perdido em vazamento no mês de novembro de 2006 de 14.933,08 m³/mês representa um percentual de 2,38% do volume não faturado do 3º setor(624.009 m³, pois o volume perdido em vazamento não foi contabilizado pela COSANPA, sendo que esse valor representa em reais aproximadamente R\$ 20.906,32/mês que COSANPA deixa de faturar. No entanto se considerar a projeção anual de 179.196,00 m³ o valor em reais passaria a R\$250.874,40, o que acarretaria sérios prejuízos ao faturamento da COSANPA.

Em relação a perda de energia elétrica decorrente do volume perdido de vazamento foi de 2.389 kWh/mês representando percentual de 1,57% do consumo mensal de energia elétrica do 3º setor(152.054 kWh/mês), se considerar a projeção anual essa perda de energia elétrica passa a 28.668kWh/ano afetando a despesa de exploração da COSANPA.

Como observado, o atual cenário em relação a perda de água causada por vazamento na rede de distribuição do 3º setor da Região Metropolitana de Belém demonstra a necessidade da implantação de Programa de Redução de Perda eficiente que vise reduzir sistematicamente o tempo para a execução dos serviços de manutenção de rede de distribuição do 3º setor, visto que a redução desse tempo reduz a perda real na rede de distribuição.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, Alexandre de Oliveira. **Saneamento, saúde e ambiente**: 2005 [s/n];

ALLIANCE. Água e Energia: Aproveitando as oportunidades de Eficientização de água e energia não exploradas nos sistemas municipais. Aliança para conservação de energia, 2002.

ALVES, W.C et al. **Macromedição**. Versão preliminar. Brasília: SEPURB, 1999, 96p;

ALVIM, Paulo Roberto Ambrósio; GONÇALVES, Elton. **Guia prático para pesquisa e combate a vazamentos não visíveis**. Brasília: [n/s], 2005.

AZEVEDO NETTO, J. M., et al. - **Manual de Hidráulica**, Ed. Edgard Blucher Ltda, 8ª Edição, São Paulo, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), Rio de Janeiro. NBR – 12.218 ; Elaboração de projetos hidráulicos de redes de distribuição de água potável para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

BAHIA, S.R. et al (Org.). **Eficiência energética nos sistemas de saneamento**. Rio de Janeiro: IBAM/DUMJA, 1998;

BAPTISTA, M. B; LARA M.M. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**. 2.ed.rev. Belo Horizonte – MG : Escola de Engenharia de Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

BARRETO, Gilberto Caldeira. **Avaliação da Operação e Determinação das Perdas de Água e de Energia Elétrica no 3º Setor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Pará (UFPA), 2007.

BARROSO, Lidiane Bittencourt. **Estudo da minimização das perdas físicas em sistema de distribuição de água utilizando o modelo Epanet**. 2005. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2003.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgoto – série histórica 1995 a 2004. Brasília: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental/Programa de Modernização do Setor Saneamento, 2005. (CD-ROM);

BRASIL. **Curso de capacitação à distância em gestão eficiente de água e energia elétrica em saneamento**. Rio de Janeiro: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental/ Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2006;

BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano/ Secretaria de Política Urbana. **Programa nacional de combate ao desperdício de água: DTA A2 Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água**. Brasília, 2004.

_____. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água: documento técnico de apoio: DTA D1 controle de pressão na rede**. Brasília: M Cidades/SNS, 1999a.

_____. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água: documento técnico de apoio: DTA D2 macromedicação**. Brasília: M Cidades/SNS, 2004a.

_____. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água: documento técnico de apoio: DTA D3 micromedicação**. Brasília: M Cidades/SNS, 2004b.

_____. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água: documento técnico de apoio: DTA C3 medidas de redução de perdas elementos para planejamento**. Brasília: M Cidades/SNS, 1999.

CARRO NA URCA Disponível em:
http://s3.amazonaws.com/redeprod/assets/0044/4791/carro_urca_trumb.jpg. Acesso em: 14. abril, 2009.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. **Eficiência energética em sistemas de bombeamento**: manual prático. Rio de Janeiro: Procel-Sanear/Eletróbrás, 2005;

CHEUNG, P.B.; REIS, L.F.R. **Estudo de objetivos múltiplos para reabilitação otimizada de sistemas de distribuição de água**. In: VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa (Brasil), 2006;

COELHO, A.C. **Manual de economia de água**: conservação de água. Recife: Ed. do autor, 2001. 264p;

COELHO, A.C. **Medição de água individualizada**: manual do condomínio. Recife: Ed. do autor, 2004. 174p.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Manual de Eficiência Energética na Indústria**. Curitiba -PR, 2005.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ. **Base cartográfica da rede de distribuição de água do 3º Setor de Abastecimento**. Belém, 2007b. 1 CD-ROM.

CONDURÚ, M.T.; PEREIRA, J.A.R. **Elaboração de trabalhos acadêmicos**: normas, critérios e procedimentos. 3 ed. Belém: NUMA/UFPA-EDUFPA, 2007

CORRELACIONADOR de ruídos Disponível em:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/78/Correlacionador.JPG>. Acesso em: 15. março, 2009.

DANTAS M.P.; GONÇALVES E.; MACHADO M. R. **Setorização de redes de distribuição de água e controle de pressão voltados para controle de perdas**. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408p;

GEOFONE Disponível em: <http://www.localizavazamentos.com.br/deteccao.html>
. Acesso em: 15. março, 2009.

GOMES, H.P. **Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias**. ed. 2. João Pessoa: Editora Universitária, 2004;

GOMES, HP. **Eficiência hidráulica e energética em saneamento**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 114p.

GONÇALVES, E. et al. **Metodologias para controle de perdas em sistema de distribuição de água**. Anais do VIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa-PB. Abril de 1998.

HASTE de escuta Disponível em: <http://www.restor.com.br/Foto1v.jpg>
. Acesso em: 15. março, 2009.

INCONTROL. **Manual de operação e instalação**: medidor e transmissor de vazão. São Paulo: [s.n.], 2002.

INSTITUTE OF INTERNATIONAL EDUCATION. **Água e Energia** (S.l.:s.n.), Apostila.2007.

ITONAGA, L.C.H; KOIDE, S. **Estudo de perdas em rede de água do Distrito Federal**. In: 23 Congresso Nacional de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

MAGALHÃES, P. C. O custo da água gratuita. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 36 n. 211. p. 45-49, dez. 2004. MUKAI, T. Concessões, permissões e privatizações de serviços públicos. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 1998. 126 p

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

ORELLANA, A. et al. **Eficiência energética e redução de perdas no sistema de distribuição de água tratada**. In: 23 Congresso Nacional de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

PANTOJA FILHO, J.L.R. **Comparação Hidráulica e Econômica entre os métodos do seccionamento fictício e de Hardy-Cross no Dimensionamento de redes de abastecimento de água em setores de pequeno porte. Belém –PA**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Sanitária. Universidade Federal do Pará, 2006. 100 p.

PEREIRA, B.E.B. et al. **Técnica de abastecimento de água: abastecimento de água**. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987.

PORTO, R.M. **Hidráulica básica**. 3ª edição revisada. Projeto Reenge. São Carlos: EESC-USP:2004

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR SANEAMENTO. **Guia prático para controle de pressões na rede e operação de válvulas reguladoras**. Brasília [s.n.], 2005.

RECH, A.L. **Água micromedição e perdas**. São Paulo: Scortecci, 1999.

REIS, L.F.R; PORTO, R.M. **Redução de perdas de água em redes de abastecimento**. Avaliação da metodologia. Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental . Natal –RN. 19 a 23 de setembro de 1993.

SANTOS, F.I et al. **Avaliação do desempenho de hidrômetros em sistemas de abastecimento de água**. In: 20º Congresso de Engenharia Sanitário e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999.

SATO, M.Y. **Controle de perdas de água no sistema público de distribuição de água**. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 2000, 246p.

SILVA, R.T et al. **Indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água**. 2. ed. Brasília: SEPURB, 1999.

SISTEMA, de abastecimento de água. Disponível em: www.saneamento10.hpg.ig.br. Acesso em: 28 março. 2007.

SISTEMA, de abastecimento público de água. Disponível em: <<http://www.saneamento10.hpg.ig.com.br/A61.html>>. Acesso em: 29 março. 2007.

TARIFA DE ÁGUA Disponível em: <http://www.cosanpa.pa.gov.br>. Acesso em: 17. maio, 2009

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água**. São Paulo: editora Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

VAZAMENTO DE ÁGUA Disponível em: <http://www.cacavazamentodeagua.com.br/Foto1v.jpg>. Acesso em: 14. abril, 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento. COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ. Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém. Belém, 2006. 2v.