



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
(UFPI)
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste
(TROPEN)
Programa Regional de Pós- Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA)
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(MDMA)

**QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS NUM SETOR TÍPICO NA REDE DE
DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE TERESINA
- PIAUÍ**

FLÁVIO JORGE DE OLIVEIRA

TERESINA

2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)

Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste(TROPEN)

Programa Regional de Pós- Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente(PRODEMA)

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (MDMA)

FLÁVIO JORGE DE OLIVEIRA

**QUANTIFICACAO DAS PERDAS NUM SETOR TÍPICO NA REDE DE
DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE TERESINA -
PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Wellington Gonçalves do Nascimento Teixeira .

TERESINA

2005

FLÁVIO JORGE DE OLIVEIRA

**QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS NUM SETOR TÍPICO NA REDE DE
DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE TERESINA -
PIAUÍ**

Dissertação aprovada pelo Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Teresina, 27 de outubro de 2005.

Prof. Dr. Pedro Wellington Gonçalves do Nascimento Teixeira
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

Profa. Dra. Artemária Coêlho de Andrade
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Prof. Dr. João Batista Lopes
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, Mário (*in memoriam*) e Djanira; aos meus irmãos, Mário e Rômulo, com quem reparto minhas vitórias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Agespisa e a seus funcionários, aos professores do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, aos colegas de turma do mestrado, aos funcionários do Tropen e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram com a orientação, amizade, contribuição, dedicação, incentivo, confiança e apoio.

Desejo registrar meu agradecimento especial às seguintes pessoas:

Albérico Benvindo Rosal
Alcides Eulálio Nunes
André Luis de Paula Marques
Antonio da Costa Neto
Cleto Augusto Barata
Elias de Moura
Francisco de Assis Veloso Filho
Francisco Prancácio de Araújo Carvalho
Gerson Albuquerque de Araújo
Janaína Martins Vasconcelos
João Batista Lopes
José Maria de Carvalho Freitas
Liséte Costa de Oliveira
Lourival Alves de Lima
Marcos Venícius Medeiros
Maria do Socorro Teixeira Mello Sales
Maridete de Alcobaça Brito
Paulo Feitosa
Pedro Wellington G. do Nascimento
Robert Gualber de Sousa
Rui Araújo Azevedo
Wilson Batista dos Santos

RESUMO

Os sistemas de abastecimento de água operam com perdas de até 60% do volume de água tratada, com propósito de abastecimento público. Profissionais da área vêm se preocupando em quantificá-la e propor soluções para minimizar esse problema. Extrema importância deve ser dada quanto à conservação de recursos, pois quanto menos volume se perde no sistema, menor é a necessidade de explorar ou ampliar as captações de água, acarretando menor impacto ambiental. Este trabalho tem como objetivo geral quantificar as perdas de água num setor típico de abastecimento na rede de distribuição do sistema de Teresina – Piauí. As especificidades se desenvolvem em quantificar o consumo per capita de água e os indicadores básicos: índice de perdas na distribuição e índice de perdas de faturamento deste setor. Descreve-se detalhadamente a metodologia utilizada quanto à aquisição do valor do consumo per capita de água, dos volumes disponibilizado e utilizado, e dos indicadores, que são apresentados e discutidos. Conclui-se que os usuários da amostra, submetidos a uma maior pressão de serviço na rede de distribuição, ao contrário do que se esperava, não tiveram valores aumentados, como aponta a literatura, e que o consumo per capita de água e os indicadores não são elevados em função da intermitência do fornecimento de água, ocasionada pela limitação da capacidade de produção desse sistema. Os valores encontrados dos índices de perdas na distribuição e de faturamento foram respectivamente 13,75% e 35,30%. Destaca-se a importância deste trabalho, por se tratar de estudo inédito no estado do Piauí, contribuindo para a gestão de projetos e para o serviço de abastecimento de água de Teresina.

Palavras-chave: Consumo per capita, índice de perdas na distribuição, índice de perdas de faturamento.

ABSTRACT

Water supply systems aiming public consumption operate with losses up to 60% in volume of the treated water. Professionals of the area have been concerned in quantifying them and proposing solutions for minimizing this problem. Extreme importance must be directed to resources conservation, since the least the loss of volume in the system, the smaller the need for exploration or amplifying water resources, leading to small environmental impact. This work has as general objective to quantify water losses in a typical sector of supply in the distribution network of the system of Teresina –Piauí. Particularities are developed in quantifying *per capita* consumption and basic indicators: loss rate at the distribution and loss rate of collecting in the sector. We describe in detail the methodology used concerning the acquisition of the value of per capita consumption, the available and utilized volumes, and the indicators, where they are presented and discussed. We conclude that a sample of users of a network under high service pressure, contrary to expected, didn't present increased values as show the papers, and that the water per capita consumption and indicators are not high as a function of the intermittence of the water supply, due to limitation of the capacity of production of this system. The values obtained of loss rate in distribution and collecting were respectively 13,75% and 35,30%. We highlight the importance of this paper, for it deals with a yet unseen study in State of Piauí, contributing for the management of projects and the water supply service in Teresina.

Key words: Per capita consumption, loss rate in distribution, loss rate in collecting.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	ESQUEMA DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	22
FIGURA 02	PERDAS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (MAIOR OCORRÊNCIA).....	23
FIGURA 03	PERDAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	33
FIGURA 04	VISÃO GERAL DA ETA (1 e 4).....	46
FIGURA 05	RESERVATÓRIO ELEVADO R7.....	47
FIGURA 06	RESERVATÓRIO RN 1 A	48
FIGURA 07	HABITAÇÕES TÍPICAS DO CONJUNTO DEUS QUER.....	51
FIGURA 08	LOCALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO DA VAZÃO.....	54
FIGURA 09	TÉCNICO DA AGESPISA EFETUANDO AS MEDIÇÕES.....	54
FIGURA 10	HORÍMETRO INSTALADO NO POÇO.....	55
FIGURA 11	VARIAÇÃO TEMPORAL DE FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO DE RECALQUE.....	55
FIGURA 12	INSTALAÇÃO DOS HIDRÔMETROS DA AMOSTRA.....	57
FIGURA 13	PERFIL DO RESERVATÓRIO COM OS GRUPOS G1,G2 e G3.....	59
FIGURA 14	ANÁLISE GRÁFICO-COMPARATIVA DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA DOS USUÁRIOS DO GRUPO G1.....	61
FIGURA 15	ANÁLISE GRÁFICO-COMPARATIVA DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA DOS USUÁRIOS DO GRUPO G2.....	62
FIGURA 16	ANÁLISE GRÁFICO-COMPARATIVA DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA DOS USUÁRIOS DO GRUPO G3.....	62
FIGURA 17	ANÁLISE GRÁFICO-COMPARATIVA DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA ENTRE OS GRUPOS G1,G2 e G3.....	63

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 2.1	CONSUMO DE ÁGUA EM ALGUMAS CIDADES.....	26
QUADRO 2.2	PERDAS FÍSICAS POR SUBSISTEMA ORIGEM E MAGNITUDE.....	28
TABELA 2.1	CONSUMOS PER CAPITA.....	25
TABELA 2.2	REDUÇÕES DE PERDAS FÍSICAS POR REDUÇÃO DE PRESSÃO.....	31
TABELA 2.3	CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA POR ÍNDICES PERCENTUAIS DE PERDAS.....	38
TABELA 3.1	CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS DO CONJUNTO DEUS QUER.....	52
TABELA 3.2	COMPOSIÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO SETOR EM ESTUDO.....	52
TABELA 4.1	PRESSÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO SETOR EM ESTUDO.....	56
TABELA 4.2	CONSUMO MÉDIO MENSAL PER CAPITA E VOLUME MÉDIO CONSUMIDO POR ECONOMIA DOS GRUPOS G1,G2 e G3.....	60

SIGLAS, INSTITUIÇÕES E SÍMBOLOS

AGESPISA	- Águas e Esgotos do Piauí S.A.
CAEMA	- Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão
CAER	- Companhia de Águas e Esgotos de Roraima
CAERD	- Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia
CAERN	- Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAESA	- Companhia de Água e Esgoto do Amapá
CAESB	- Companhia de Saneamento do Distrito Federal
CAGECE	- Companhia de Água e Esgotos do Ceará
CAGEPA	- Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba
CASAL	- Companhia de Abastecimento de Água e Saneamento do Estado de Alagoas
CASAN	- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
COMPESA	- Companhia Pernambucana de Saneamento
COPASA	- Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CORSAN	- Companhia Rio Grandense de Saneamento
COSANPA	- Companhia de Saneamento do Pará
DEAS	- Departamento Estadual de Água e Saneamento
DESO	- Companhia de Saneamento de Sergipe
DN	- Diâmetro Nominal
DNOCS	- Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
DTA	- Documento Técnico de Apoio
EMBASA	- Empresa Baiana de Águas e Saneamento
ETA	- Estação de Tratamento de Água
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Km	- Quilômetro(s)
L/habxdia	- litros, habitantes, dia
m³	- metro cúbico
mm	- milímetro
PMSS	- Programa de Modernização do Setor de Saneamento

PNCDA	- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
Qn	- Vazão
SABESP	- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEAGO	- Saneamento de Goiás S/A
SANEATINS	- Companhia de Saneamento do Tocantins
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
SANESUL	- Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul S.A
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	- Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Generalidades.....	15
1.2	Objetivos.....	19
1.2.1	Geral.....	19
1.2.2	Específicos.....	19
1.3	Metodologia.....	19
1.4	Apresentação do trabalho.....	19
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	Conceito de perdas de água.....	21
2.2	As perdas em um sistema de abastecimento de água.....	22
2.3	Consumo per capita de água.....	24
2.4	Perdas de água na rede de distribuição.....	27
2.4.1	Caracterização funcional das perdas.....	27
2.4.1.1	Perdas físicas e suas causas.....	27
2.4.1.2	Perdas não físicas e suas causas.....	28
2.4.2	Fatores que interferem nas perdas.....	29
2.5	Perdas nos ramais prediais.....	33
2.6	Perdas no usuário final.....	33
2.7	Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água.....	36
2.7.1	Indicadores básicos de desempenho.....	37
2.8	Projetos destinados à construção de uma estrutura de avaliação e controle gerencial.....	40
2.8.1	Projeto de macromedição.....	40
2.8.2	Projeto de micromedição.....	40
2.8.3	Projeto de setorização.....	41
2.8.4	Projeto de cadastro de consumidores.....	41
2.8.5	Projeto de cadastro de redes.....	41
2.8.6	Projeto de controle operacional.....	42
2.9	Ações para redução de perdas.....	42

2.9.1	Redução de perdas físicas.....	42
2.9.1.1	Redução de pressões na rede.....	42
2.9.1.2	Substituição e recuperação de redes.....	43
2.9.1.3	Pesquisa de vazamentos.....	43
2.9.1.4	Melhorias operacionais.....	43
2.9.2	Redução de perdas não físicas.....	43
3.	AS PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE TERESINA.....	44
3.1	Descrição geral do sistema existente.....	44
3.2	Estudos já realizados.....	49
3.3	O setor escolhido para estudo.....	50
4.	RESULTADOS DO ESTUDO DO SETOR TÍPICO ESCOLHIDO.....	53
4.1	Descrição detalhada da metodologia.....	53
4.2	Resultados.....	58
4.2.1	Apresentação dos resultados.....	58
4.2.2	Discussão sobre os resultados.....	65
4.2.2.1	Consumo per capita de água.....	65
4.2.2.2	Volume médio de água consumido por economia.....	67
4.2.2.3	Indicadores de perdas.....	67
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	68
5.1	Conclusões.....	68
5.2	Recomendações.....	69
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

Apêndice

A - Panorama da prestação dos serviços de água no Brasil

B- Programas de controle de perdas nas empresas estaduais de saneamento.

ANEXOS

ANEXO A	TABELA 1- PERDAS DE FATURAMENTO DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO EM 1998, 2002 E 2003.
ANEXO B	RELAÇÃO DOS POÇOS DA AGESPISA NO SAA DE TERESINA.
ANEXO C	RELAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DO SAA DE TERESINA .
ANEXO D	ESPECIFICAÇÃO DO MEDIDOR DE VAZÃO ULTRA-SÔNICO.
ANEXO E	ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO DE USUÁRIOS DA ÁREA EM ESTUDO
ANEXO F	CROQUI ESQUEMÁTICO DO SAA DE TERESINA.
ANEXO G	ACOMPANHAMENTO DIARIO DO CONSUMO DOS TRINTA USUARIOS NO CONJUNTO DEUS QUER EM TERESINA – PI
ANEXO H	PLANTA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO CONJ. DEUS QUER E LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE PRESSÃO.
ANEXO I	ESQUEMA DO PERFIL DO SETOR EM ESTUDO
ANEXO J	PLANTA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO SAA DE TERESINA E LOCALIZAÇÃO DO SETOR EM ESTUDO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

A água é um elemento vital para os seres humanos e para o ambiente, importante econômica e culturalmente. Os recursos hídricos são finitos, e a sua distribuição ao longo do tempo e de região para região é bastante irregular na crosta terrestre. No Brasil, pode-se constatar a irregularidade, pois 3,3% está no Nordeste, 6% na região Sudeste, 6,5% na região Sul, 15,7% na região Centro-Oeste e 68,5% na região Norte (COÊLHO, 2001). Ainda de acordo com este autor, a distribuição de água no planeta mostra o quanto é importante a preservação dos recursos hídricos, visto que 97,5% da água existente compõem os oceanos (logo, é salgada) 2,21% estão nas geleiras, 0,589% nos rios, lagos e lençóis subterrâneos e 0,001% nas nuvens.

O fato de o Brasil possuir grandes bacias hidrográficas, mesmo que desigualmente distribuídas e com regiões apresentando graves crises de abastecimento, pode ter induzido a população a criar um falso cenário onde a racionalização de água não tenha caráter prioritário. A necessidade de conservação de água de abastecimento público não se manifesta apenas em períodos críticos de estiagem ou em áreas de baixa disponibilidade hídrica, seja crônica ou sazonal.

Como aponta o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA),

a adoção de programas de conservação de água de abastecimento público impõe-se como medida complementar ou como alternativa à ampliação da oferta via aumento da produção (captação, tratamento e adução) para atender ao crescimento da demanda urbana a médio e longo prazo, tratando-se de um caminho ecologicamente sustentável. (DTA, 2003 A5,p.10)

O setor de saneamento não atinge as metas de universalização de atendimento e da qualidade na prestação dos serviços. A crise revela a ineficácia social e ambiental do modelo de gestão até agora adotado, no qual se percebe que há uma contradição entre os objetivos sociais do saneamento e a gestão econômica das empresas de saneamento, em muitos casos prevalecendo o segundo aspecto. No Brasil, 88% da população urbana do país são atendidos por serviços de abastecimento de água; já na Região Nordeste é de 78% (COÊLHO, 2001)

Para Granziera (2001) “é árdua a tarefa de distinguir o termo água da expressão recurso hídrico”. O autor aponta, que a água constitui um elemento natural de nosso planeta, assim como o petróleo. Como elemento natural, ela não é nem possui qualquer valor econômico; somente a partir do momento em que se torna necessário a uma destinação específica, de interesse para as atividades exercidas pelo homem, é que esse elemento pode ser considerado como recurso. A água sempre foi, além de elemento da natureza, um recurso fundamental para a sobrevivência do homem na Terra. A novidade do século XX, nesse aspecto, é que a água passou a ser um recurso escasso, passível de gerar conflito de interesses não só entre homens e cidadãos de um mesmo país, mas também entre Estados.

No que se refere ao campo conceitual da expressão “*Desenvolvimento Sustentável*”, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada na Organização das Nações Unidas com o objetivo de propor novas medidas tendentes a combater a degradação ambiental, da qual resultou o “Relatório Bruntland”, convencionou denominar como desenvolvimento sustentável “o desenvolvimento capaz de garantir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades”.

O desenvolvimento sustentável, para Granziera (2001), é um princípio atinente a toda política ambiental, pois possui interfaces com outorga do direito de uso da água, o licenciamento ambiental, os usos múltiplos e a noção de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento. Nesse sentido observa que “*é indispensável incentivar o conhecimento e a compreensão dos recursos hídricos em todos os níveis, a fim de melhorar o seu aproveitamento, gestão e proteção, promovendo sua utilização mais eficaz, eqüitativa e sustentável*”.

Enquanto as constituições federais anteriores nada mencionavam sobre o meio ambiente, a Constituição de 1988 traz uma ampla abordagem sobre essa matéria. Apesar de ser a água um recurso ambiental, segundo Granziera (2001), sua importância como bem essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social requer gestão e legislação específicas, voltadas especialmente às suas características. O código de águas, por força das alterações havidas no cenário dos recursos hídricos nos últimos 60 anos, necessitava de medidas complementares para garantir a proteção hídrica, já que as águas tendem à escassez e à poluição em muitas regiões do país. Essas alterações consubstanciaram-se na Lei nº 9.433/97 e em sua regulamentação.

O uso eficiente da água está relacionado com o gerenciamento racional dos recursos hídricos e sua inserção no meio ambiente. Nesse sentido, destaca-se o conceito de Baumann, (1979) apud Coêlho, (2001), que define o uso eficiente da água como qualquer ação destinada à redução ou prevenção de perdas de água em benefício da sociedade.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) é a materialização do interesse brasileiro no cumprimento dos compromissos firmados por ocasião da assinatura da Agenda 21, na perspectiva de assegurar a sustentabilidade desse recurso, e define como seu objetivo primeiro “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (art.2º). Fica evidente sua origem e inspiração na concepção de sustentabilidade subjacente ao documento Agenda 21.

A Política Nacional de Saneamento tem como objetivo geral a universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água, coleta, tratamento e destinação final dos esgotos sanitários e dos resíduos sólidos urbanos. O acesso universal pressupõe a garantia do fornecimento dos serviços no nível da demanda essencial, bem como o cumprimento dos padrões de qualidade compatíveis com a manutenção da saúde pública, a preservação do meio ambiente e o atendimento adequado aos direitos dos consumidores.

Enquanto instrumento da Política Nacional de Saneamento, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA – subordina-se ao objetivo geral desta política. Sua criação, na esfera federal, vai ao encontro de uma antiga demanda do Setor de Saneamento, delineada desde o início da década de 1980 e sistematizada no “Seminário

Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público” (anais publicados em 1986).

Em 1994, os estudos que deram origem à série “Modernização do Setor Saneamento” (MPO/IPEA, 1995 a 1998 – 15 volumes) apontaram enfaticamente para a necessidade de se incorporar – no âmbito federal – a coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água de abastecimento público. Em abril de 1997, em articulação com o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e com o Ministério das Minas e Energia, o Ministério do Planejamento e Orçamento – por meio do Departamento de Saneamento da SEPURB – finalmente instituía na esfera federal um programa de conservação e uso racional da água de abastecimento público.

Segundo o SNIS (2004), os valores de índices de perdas, observados nos sistemas de abastecimento de água, encontram-se em patamares bastante elevados, tendo-se para o indicador de perdas de faturamento de 39,4%, com um valor máximo de 72% (CAERD/RO) e um valor mínimo de 22,4% (CAESB/DF). Estes valores encontram-se apresentados na Tabela 1, do Anexo A, para as perdas de faturamento, dos anos de 1998, 2002 e 2003, dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes dos Diagnósticos dos referidos anos.

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

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Quantificar as perdas de água, num setor típico, na rede de distribuição do sistema de abastecimento de água de Teresina – Piauí.

1.2.2 Específicos

- Quantificar o consumo per capita de água deste setor.
- Quantificar o índice de perdas na distribuição do setor (IPD).
- Quantificar o índice de perdas de faturamento do setor (IPF).

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi operacionalizada da seguinte forma: revisão de literatura; escolha do setor a ser estudado; medição da produção de água; instalação de trinta hidrômetros taquimétricos numa amostra representativa do setor; leitura sistemática dos hidrômetros, uma vez ao dia (8 horas da manhã), durante trinta dias (setembro/2004); extrapolação dos consumos médios per capita, desta amostra para o universo da pesquisa e; cálculo dos indicadores básicos (Índice de Perdas na Distribuição e Índice de Perdas de Faturamento).

1.4 Apresentação do trabalho

A dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma: a Introdução, o Capítulo 2, que contempla a revisão bibliográfica, em que são apresentados os conceitos sobre perdas, consumo per capita, caracterização funcional das perdas, indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água e ações para a redução de perdas.

No terceiro capítulo, apresenta-se uma descrição geral do atual sistema de abastecimento de água de Teresina, bem como o setor escolhido para estudo. Aparecem também os estudos já realizados, em que são destacados alguns problemas de ordem

operacional do sistema, dentre eles o elevado índice de perdas, evidenciado pela atual produção de água e pelo Diagnóstico do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS II), cujo documento registra que as perdas físicas sejam provavelmente superiores a 60%.

No quarto capítulo, a metodologia utilizada no estudo é descrita detalhadamente, quanto à determinação do valor do consumo per capita, dos volumes disponibilizado e utilizado na amostra para o cálculo dos indicadores básicos: Índice de Perdas na Distribuição (IPD) e Índice de Perdas de Faturamento (IPF), onde são, em seguida, apresentados e discutidos.

O quinto capítulo apresenta, com base nos resultados, as conclusões quanto à ordem de grandeza do consumo per capita de água, os indicadores básicos IPD e IPF e faz recomendações destinadas à conservação de água nos sistemas públicos de abastecimento, quanto aos programas de controle de perdas, bem como a valorização da pesquisa de consumos per capita e uso de indicadores básicos IPD e IPF. Em seguida, apresentam - se as referências bibliográficas, os anexos e os apêndices A e B.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Conceito de perdas de água

Com o grau de dificuldade cada vez maior de obtenção de água, as empresas de abastecimento de água têm procurado aproveitar este recurso cada vez mais de forma racional. Segundo Coêlho (2001), a experiência mostra que, quando há perdas nos sistemas, é muito mais econômico otimizar e racionalizar a utilização dos recursos hídricos do que construir novos sistemas de abastecimento de água. O mesmo autor recomenda que, antes de se pensar na ampliação de um sistema de abastecimento de água ou de parte deste, deve-se fazer um diagnóstico apurado da situação das perdas de água e, com base nisso, fazer um programa para combater o desperdício. Cumpre definir as *perdas de água* como aquela quantidade de água existente em qualquer parte do sistema de abastecimento de água que não está contabilizada e faturada pela empresa de abastecimento de água, podendo-se classificá-las por parte do sistema desde seu manancial até o usuário final. As perdas devem ser diferenciadas dos desperdícios, que são os volumes de água provenientes do uso descontrolado de água nas instalações prediais. Pode-se afirmar que essa quantidade de água gasta, e não utilizada de forma racional pelo consumidor doméstico, por exemplo, se eliminada, não traria queda de conforto ou de hábitos higiênicos.

Os *vazamentos* por sua vez, são as quantidades de água perdidas em partes do sistema de abastecimento, devido à não-estanqueidade. Como exemplo, citam-se as redes de distribuição, onde ocorrem vazamentos devido à ruptura ou ao envelhecimento das juntas, gaxetas e da própria tubulação.

2.2- As perdas em um sistema de abastecimento de água.

Sistema de abastecimento de água é 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 NETTO, 2003).

As perdas ocorrem, distintamente, em cada uma das seguintes partes de um sistema de abastecimento de água: perdas no manancial, perdas na adução, perdas na estação de tratamento de água, perdas na reservação, perdas na rede distribuição, perdas nos usuários finais. No presente trabalho o foco das perdas está na rede de distribuição.

Na Figura 1, apresenta-se um esquema de um sistema de abastecimento de água, com os seus diversos componentes.

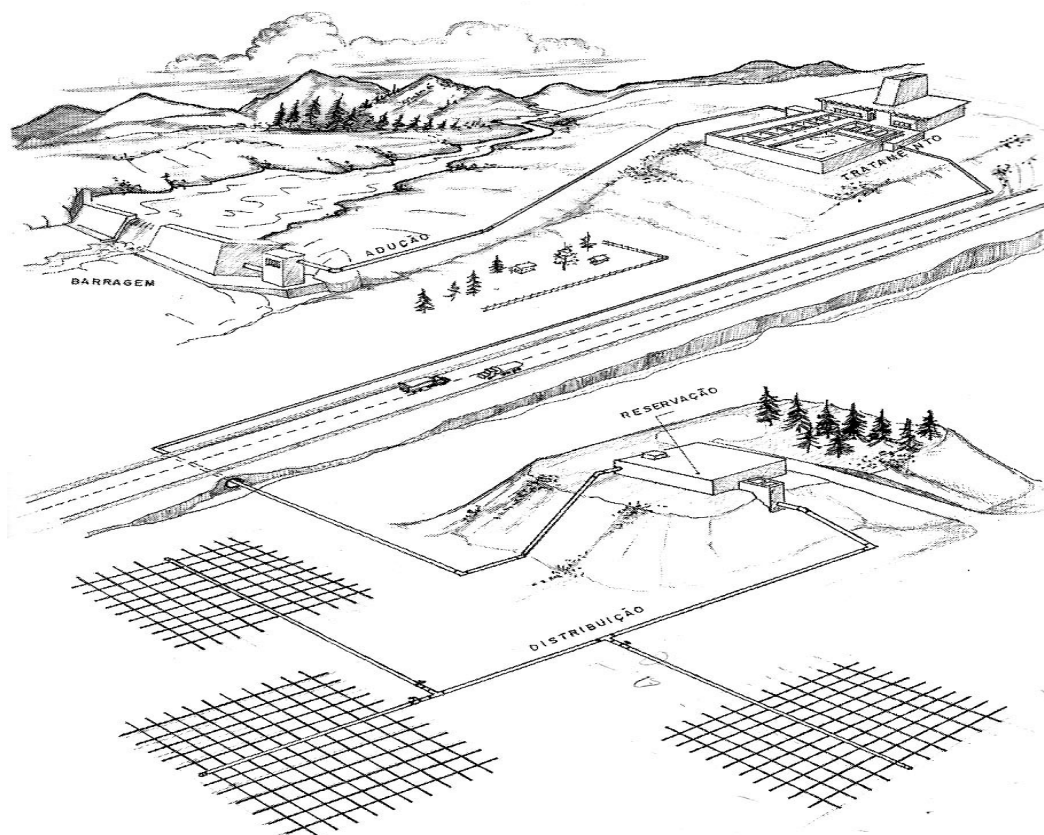


Figura 1: Esquema de um sistema de abastecimento de água.

Fonte : Coêlho (2001)

A *rede de distribuição* constitui-se do conjunto de tubulações, conexões, válvulas e equipamentos especiais destinados a levar a água aos usuários da empresa concessionária. Devem-se diferenciar as perdas na rede de distribuição das perdas nos ramais prediais. Pelo fato de a rede de distribuição ser a parte do sistema de abastecimento que se encontra mais próxima do consumidor, Tsutiya (2004) recomenda que esta deve merecer especial atenção, principalmente no que se refere à qualidade da água e das perdas de água. Esses dois aspectos devem ser uma preocupação contínua dos responsáveis pelo sistema de abastecimento de água.

As *perdas na rede de distribuição* são aquelas que ocorrem nas tubulações principais que a compõem, através de vazamentos, que podem ser aparentes, isto é, afloram à superfície e, segundo Coêlho (2001), são normalmente de grande magnitude ou invisíveis (subterrâneos), de pequena magnitude, que necessitam para sua detecção de equipamentos acústicos específicos para localizá-los. Na Figura 2, ilustra-se um exemplo de perdas na rede de distribuição de água, com um resumo dos percentuais de maior ocorrência.

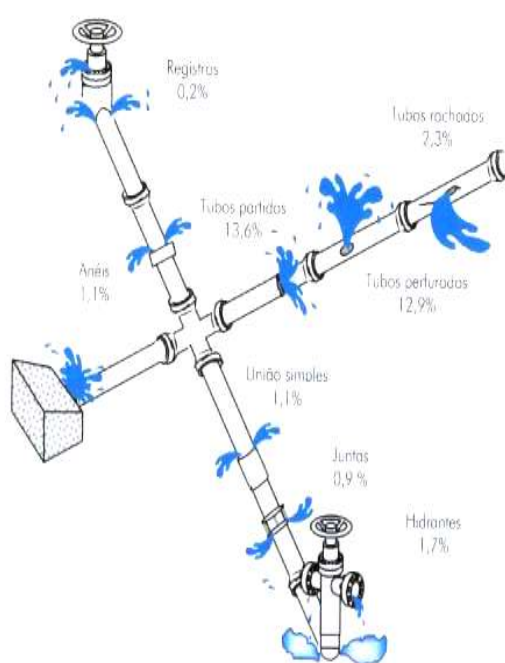


Figura 2: Perdas na rede de distribuição de água.

Fonte: PNCDA (DTA A2).

A primeira noção que se tem é de que perda é toda a água tratada que foi produzida e se perdeu no caminho, não chegando ao uso final pelos clientes da companhia de saneamento. Essa noção, no entanto, trata a perda como algo físico, um volume de água perdido em um vazamento, por exemplo. O conceito de perdas, segundo Tsutiya (2004), vai mais adiante. Sob a perspectiva empresarial, se o produto for entregue e, por alguma ineficiência, não for faturado, tem-se um volume de produto em que foram incorporados todos os custos intrínsecos de produção industrial e transporte, mas que não está sendo contabilizado como receita da companhia, ou seja, é prejuízo e é perda também, só que de conotação diferente em relação ao caso anterior, sendo mais ligada ao aspecto comercial do serviço prestado.

2.3 Consumo per capita de água

O *consumo per capita*, de acordo com Gomes (2003), é a quantidade de água usada por dia, em média por um habitante, normalmente expresso em litros / habitante.dia (l / hab . dia). O PNCD (1999, DTA A3), Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (Documento Técnico de Apoio), aponta que a obtenção de valores de consumo per capita confiáveis ainda é meta não atingida em grande parte dos serviços brasileiros. Desse modo, a aplicação de procedimentos estatísticos adequados e a efetiva representatividade das áreas monitoradas são pré-condições para que os volumes consumidos per capita sejam validados como indicadores de demanda e que possam vir a se constituir em instrumentos poderosos de conhecimento e gestão. O PNCD (DTA A3) também registra que o consumo per capita sempre foi arbitrado e adotado como sendo uma quantidade crescente com o porte de cada localidade. Na atualidade, esse valor passa a ser um dado cada vez mais exaustivamente pesquisado e ajustado com a realidade de cada área.

De acordo com Azevedo Netto (2003), o consumo de água é função de uma série de fatores inerentes à própria localidade a ser abastecida e varia de cidade para cidade, assim como pode variar de um setor de distribuição para outro, numa mesma cidade.

A FUNASA (1999), nos projetos de abastecimento público de água, adota os seguintes consumos per capita:

População abastecida sem ligações domiciliares:

- abastecida somente com torneiras públicas ou chafarizes, de 30 a 50 l/hab.dia;
- além de torneiras públicas e chafarizes, possuem lavanderias públicas, de 40 a 80 l / hab . dia;
- abastecidas com torneiras públicas e chafarizes, lavanderias públicas e sanitário ou banheiros público, de 60 a 100 l/hab/dia.

Populações abastecidas com ligações domiciliares, seguem os valores constantes da Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Consumos per capita

População de Fim de Plano (habitantes)	Per capita (l / hab. dia)
Até 6.000	100 a 150
de 6.000 até 30.000	150 a 200
de 30.000 até 100.000	200 a 250
acima de 100.000	250 a 300

Fonte: FUNASA, 1999.

São vários os fatores que afetam o consumo de água. Segundo Tsutiya (2004), os mais importantes são: condições climáticas, que fazem normalmente o consumo ser maior no verão, quando as pessoas utilizam mais água para a rega de jardins; hábitos da população refletem na utilização de água, como por exemplo, os banhos e a lavagem de pisos; quanto mais elevado o poder econômico e social da população, maior o consumo em decorrência da maior utilização da água, resultante do emprego de máquinas de lavagem de roupa, de lavagem de automóveis e usos afins; natureza da cidade, pois os agrupamentos tipicamente residenciais, como as vilas operárias, cidades satélites e conjuntos habitacionais, são os que geralmente apresentam menor consumo. A presença de medidores de água (hidrômetros) é fundamental para a diminuição do consumo. De acordo com Alberta Environmental Protection (1996) Apud Tsutiya (2004) no Canadá, a falta de medição aumenta o consumo de água em 25%.

O Quadro 2.1 apresenta o consumo de água em algumas cidades, com suas respectivas populações e ano de referência.

QUADRO 2.1. - Consumo de Água em Algumas Cidades (l/hab/dia)

<i>Cidade</i>	<i>População</i>	<i>Ano</i>	<i>Quota/Capita</i>	<i>Fonte</i>
BRASIL				
Caieiras, SP	16 000	1980	200	Sabesp
S. Bernardo do Campo, SP	264 000	1980	250	Sabesp
Aracajú, SE	320 000	1979	192	Abes
Porto Alegre, RS	1 123 000	1981	318	DMAE
Salvador, BA	1 295 000	1979	248	Abes
Rio de Janeiro, RJ	4 410 000	1968	359	Cedae
Grande S. Paulo, SP	12 400 000	1980	282	Ver. DAE
AMÉRICA DO SUL				
Assunção	380 000	1972	250	Azevedo Netto
Montevideu	1 600 000	1972	350	Azevedo Neto
Bogotá	4 300 000	1981	240	EAAB
EUA				
Atlanta	675 000	1978	562	Aqua
São Francisco	665 000	1978	608	Aqua
Los Angeles	2 000 000	1968	645	Azevedo Netto
ÁFRICA				
Cidade do Cabo	750 000	1978	225	Aqua
Johanesburgo	1 390 000	1978	355	Aqua
Alger	500 000	1954	164	Lèau
EUROPA				
Amsterdam	760 000	1978	241	Aqua
Estocolmo	930 000	1978	328	Aqua
Berlim	2 000 000	1978	268	Aqua
Roma	2 790 000	1978	651	Aqua
Barcelona	3 150 000	1978	267	Aqua
Paris	3 960 000	1978	249	Aqua
Londres	5 710 000	1978	314	Aqua
OUTRAS CIDADES				
Tel Aviv	340 000	1978	281	Aqua
Moscou	6 500 000	1968	500	Azevedo Netto
Sidney	1 650 000	1963	330	Twort

Fonte: *Azevedo Netto, 2003.*

Tsutiya (2004) aponta também que o consumo de água aumenta com a pressão na rede de distribuição de água, por isso, tais redes devem trabalhar a pressões tanto quanto possível reduzidas, desde que assegurem abastecimento adequado aos consumidores. Para Clark et al (1977), apud Tsutiya (2004), há um aumento de 30% no consumo para um aumento de 14 m H₂O de pressão na rede: se na rede de distribuição a pressão passar de 18

para 36 m H₂O, o consumo de água pode sofrer um aumento de cerca de 35% (Alberta Environmental Protection, 1996 apud Tsutiya 2004). Neste mesmo sentido, Leme (1984) registra que as pressões existentes na rede de distribuição, influenciam o consumo, que aumenta com o seu crescimento, isto se devendo parcialmente aos vazamentos existentes e aos acréscimos de vazões de escoamento através das instalações. O preço da água também é um fator que influi no consumo, por isso pesquisadores têm procurado estabelecer relações entre a demanda doméstica e o preço da água e determinar os valores de elasticidade - preço da demanda, isto é, a variação percentual na demanda originada pela variação percentual no preço.

2.4 Perdas de água na rede de distribuição

2.4.1 Caracterização funcional das perdas

As perdas em sistemas de abastecimento de água, de acordo com o PNCD, (1998, DTA C₃), são agrupadas em físicas (não consumidas) e não físicas (consumidas, porém não faturadas).

2.4.1.1 Perdas físicas e suas causas

Considera-se como *perda física* toda a água que é subtraída do sistema e que não é consumida pelo cliente final. Esse tipo de perda ocorre por vazamentos em tubulações, equipamentos e estruturas, por extravasamento de reservatórios e canais, água utilizada em processos operacionais de lavagem de filtros e limpeza de decantadores, e descargas em redes de adução e distribuição. O PNCD (1998, DTA C₃) considera as perdas físicas no sistema de distribuição, como regra, as de maior magnitude e de mais complexa identificação e solução.

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

As origens e magnitudes das perdas físicas por subsistema podem ser representadas esquematicamente, conforme o Quadro 2.2.

	SUBSISTEMA	ORIGEM	MAGNITUDE
P E R D A S F Í S I C A S	Adução de água bruta	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção*.	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros* Descarga de lodo*	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional.
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza*	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional;
	Adução de Água Tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção* Descargas*	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional.
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões.

Nota: * Considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para operação.

Quadro 2.2 - Perdas físicas por subsistema: origem e magnitude.

Fonte: PNCDA - DTA A2, 2003.

2.4.1.2 Perdas não físicas e suas causas

As *perdas não físicas* apresentam um leque de variação bastante amplo, considerado o conceito de águas produzidas e consumidas, porém não revertidas em faturamento, englobando, inclusive, os erros de medição que geram um outro tipo de problema: águas não produzidas, porém computadas como tal. Com essa conceituação, segundo o PNCDA (1998, DTA C3), as perdas não físicas podem ser decompostas nas seguintes causas: ligações clandestinas e irregulares; ausência de medição; deficiências da micromedição e gerenciamento ineficiente de consumidores. O PNCDA (1998, DTA A2) aponta que a redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços. Contribui indiretamente para a ampliação da oferta efetiva, uma vez que induz à redução de desperdícios por força da aplicação da tarifa aos volumes efetivamente consumidos e que são normalmente expressivos e podem representar 50% ou mais do percentual de água não faturada.

O combate a perdas ou desperdícios implica, portanto, redução do volume de água não contabilizada, e exige a adoção de medidas que permitam reduzir as perdas físicas e não

físicas, bem como mantê-las permanentemente em nível adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica e ambiental das ações de combate a perdas em relação ao processo operacional de todo o sistema.

2.4.2 Fatores que interferem nas perdas

O combate às perdas deve-se iniciar na fase de projetos do sistema de abastecimento de água. Coêlho (1996), afirma que a concepção de projetos da rede de distribuição de água que não considerem os aspectos da facilidade operacional, com um efetivo controle, e que permita medir os índices de desempenho, com o objetivo de conhecer perfeitamente o balanço hídrico e econômico dessa rede, são inadequados. Contempla também a falha na especificação e no controle de qualidade dos materiais utilizados na rede de distribuição e nos ramais prediais de água, afirmando que se torna de fundamental importância utilizar somente materiais bem especificados, de qualidade técnica comprovada, já que esse controle de qualidade é essencial no combate às perdas nas redes de distribuição de água.

Os efeitos do tráfego também devem ser considerados, visto que a vibração produzida pelos veículos contribui para levar à ruptura por fadiga das tubulações e conexões utilizadas na rede. Por esse motivo as especificações de assentamento das canalizações devem contemplar uma profundidade tal que permita diminuir esses efeitos.

Quanto à corrosividade do solo faz-se necessário, quando da seleção de uma tubulação, considerar a qualidade do solo onde a tubulação será assentada. Para solos agressivos, deve-se utilizar uma tubulação que resista a esses agentes. Outro aspecto importante é a corrosividade da água: quando se utilizam tubos de ferro fundido ou aço, segundo Coêlho (2001), muitas vezes a corrosão provocada pela água agressiva leva até a obstrução total da tubulação.

Quanto à mão-de-obra capacitada para a execução dos serviços em redes e em ramais prediais de água, de acordo com Coêlho (2001), o que se tem visto com frequência é a instalação da rede de água por pessoas que não têm a qualidade técnica adequada para o serviço. No tocante a perdas por vazamentos, grande parte destes em redes de distribuição é

provocada por intervenção na rede, quando da execução de novas ligações de água, por despreparo dos operários executores e até por não-utilização de equipamento adequado durante a perfuração da rede. Também, quando se utiliza PVC soldável, não se efetiva o procedimento de lixamento prévio da tubulação e a limpeza com líquido adequado, desta forma, acaba não promovendo uma perfeita soldagem. Por outro lado, a interligação no abastecimento, que promove a intermitência de forma sistemática, leva a tubulação à fadiga precoce, provocando rupturas, falhas em conexões e em peças especiais.

Deve-se lembrar que os tubos, as válvulas, as conexões e as peças especiais são fabricados para funcionar com determinada pressão. Se forem submetidos à pressão superior à de serviço, podem romper e provocar vazamentos. Em virtude disso, a rede de distribuição deve ser monitorada com o objetivo de se evitar que, em determinadas horas da noite, quando o consumo é menor, a tubulação trabalhe com pressão superior à de projeto. Coêlho (2001) considera que a pressão elevada constitui-se num dos aspectos básicos para a elevação de perdas na rede de distribuição e nos ramais prediais. Tsutiya (2004) afirma que a vinculação entre o nível de perdas em uma companhia de saneamento e a sua eficiência operacional é total, ou seja, é de se esperar que os sistemas de abastecimento de água bem operados possuam baixos índices de perdas e que o sucesso das ações contínuas para a redução de perdas nessas companhias, leve à: melhor performance econômica da companhia. Tal benefício pode ser revertido em tarifas mais baixas aos clientes e postergação de novos investimentos na ampliação dos sistemas de produção, adução e reservação da água.

Nesse sentido, o PNCDA (2003, DTA A2) ilustra que reduções de perdas podem ser conseguidas por intermédio de diferentes percentuais de redução de pressões na rede de distribuição, como se verifica na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Reduções de perdas físicas por reduções de pressões.

Redução da Pressão (%)	Redução da Perda (%)
20	10
30	16
40	23
50	29
60	37

Fonte: PNCDA - DTA A2, 2003.

O PNCDA (1998, DTA A2) também ressalva que os serviços que trabalham em condições de maior pressão tendem a ter maiores perdas volumétricas por extensão de rede que os que trabalham em regime de pressões menores, sem que os primeiros sejam menos eficientes.

Em relação às perdas totais (físicas e não físicas), Tsutiya (2004) registra dois pontos de extrema importância que devem ser colocados. O primeiro é relacionado à conservação de recursos, pois quanto menos volume se perde no sistema, menor é a necessidade de explorar ou ampliar as captações de água, acarretando menor impacto ambiental. O segundo diz respeito à saúde pública em decorrência da existência de vazamentos na rede de distribuição de água, em que qualquer despressurização do sistema (manutenção ou intermitência no abastecimento, por exemplo) pode levar à contaminação da água pela entrada de agentes nocivos na tubulação.

Para Tsutiya (2004), os vazamentos nos sistemas de abastecimento de água podem ser visíveis ou não-visíveis. Os vazamentos visíveis são aqueles facilmente notados pelos técnicos das companhias ou pela população, podendo ser prontamente acionadas as equipes de manutenção e realizados os reparos necessários. Os vazamentos não-visíveis exigem uma gestão especial, em que se lança mão de técnicas ou equipamentos para detecção de fugas, sem ficar esperando que o vazamento aflore para fazer o reparo. O citado autor apresenta um exemplo do efeito do volume perdido para uma vazão média do vazamento de 1 m³/h, com duração de 24 horas. Adotando-se um consumo per capita de 200 l/hab.dia uma família com quatro pessoas, o volume perdido seria equivalente ao consumo de 30 residências, durante um dia. É importante destacar a relação entre a pressão e os vazamentos. A pressão de serviço na rede de distribuição de água é o parâmetro operacional mais importante na vazão dos

vazamentos e na frequência de sua ocorrência. A elevação da pressão de serviço nas redes de distribuição tem efeito duplo na quantificação dos volumes perdidos, pois além de aumentar a frequência de arrebentamentos, aumenta a vazão dos vazamentos.

As pressões elevadas, segundo Tsutiya (2004), podem, prejudicar o cliente, ao propiciar também mais e maiores vazamentos no trecho entre o hidrômetro e a caixa d'água domiciliar, o qual está submetido aos mesmos patamares de pressão do sistema. Essas perdas representarão um ônus para o cliente, à medida que tal água será contabilizada e faturada pela companhia de saneamento. Pressões excessivas também ocasionam danos aos dispositivos de controle de nível das caixas d'água domiciliares (válvulas de bóia), com ocorrências de extravasamentos não percebidos pelo cliente, principalmente nos horários noturnos.

A setorização permite conhecer a eficiência no controle de perdas por partes da rede, o que conduz ao desenvolvimento de ações direcionadas às partes do sistema, com maiores problemas. Segundo Coêlho (2001), é de fundamental importância nas grandes cidades dividir a rede de distribuição de água em setores. A não-setorização é destacada como uma das causas das perdas no sistema de distribuição de água. Para Tsutiya (2004), a setorização inicia-se na fase de projeto do setor de abastecimento, buscando-se um adequado zoneamento piezométrico que atenda às pressões máximas estáticas e mínimas dinâmicas estabelecidas pelas normas brasileiras, atualmente 50 mca e 10 mca, respectivamente. Assim, também a falta de um sistema de controle operacional que conduz ao desconhecimento dos fatores determinantes da performance do funcionamento da rede de distribuição contribui para a elevação das perdas de água. Com o controle operacional, pode-se conhecer, em tempo real, fatores como a pressão, as vazões por trechos, os volumes fornecidos e os volumes faturados, que propiciam a otimização operacional. A Figura 3 apresenta um esquema simplificado das perdas na rede de distribuição d'água.

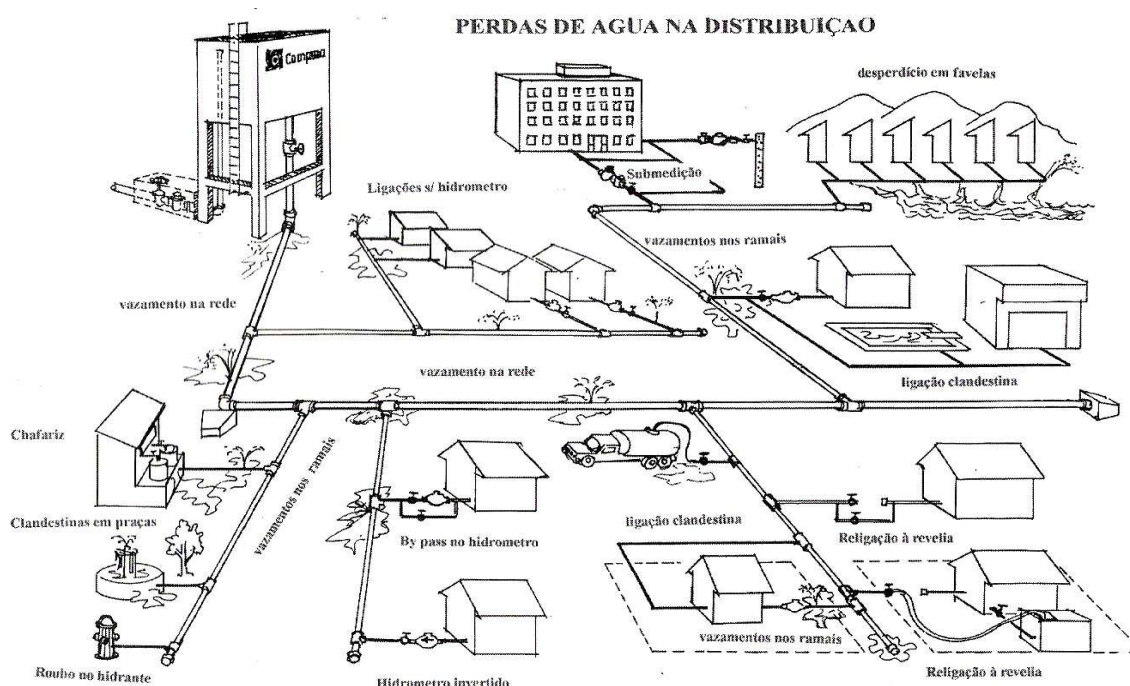


Figura 3: Perdas no sistema de distribuição de água.

Fonte: Coêlho (2001)

2.5 Perdas nos ramais prediais.

As *perdas nos ramais prediais* são as que ocorrem nos ramais de derivação da rede principal para o abastecimento dos consumidores e, segundo Coêlho (2001), podem representar num sistema de distribuição de água de 60 a 70% dos vazamentos. De acordo com o PNCDA (1998, DTA A2), nos ramais prediais é registrada a maior quantidade de ocorrências de vazamentos. Isso nem sempre significa, que esta seja a maior perda em termos de volume.

2.6 Perdas no usuário final.

As *perdas no usuário final* também chamadas de *perdas comerciais*, representam o maior percentual de perdas. Em estudo de caso da Compesa, desenvolvido por Coêlho (2001) na Região Metropolitana do Recife, essas perdas representam 65% das perdas totais que ocorrem na distribuição / usuário final. Para o PNCDA (1998, DTA C3), podem representar até mais da metade de águas não faturadas. O usuário não tem motivos para economizar água ou evitar desperdícios através da substituição de bóias ou torneiras

defeituosas ou do reparo de vazamento em tubulações; exige-se, por esse motivo, uma análise detalhada de tais aspectos e se destaca sua principal causa: a ligação clandestina, que se constitui numa ligação não autorizada à rede de distribuição de água por onde se consome sem a contabilização de água e sem o devido pagamento à empresa concessionária de água. Essas ligações consomem entre três a cinco vezes o volume de uma ligação registrada e com hidrômetro.

De acordo com Coêlho (2001), o desvio fraudulento do hidrômetro (by pass), que consiste no desvio de parte da água consumida pelo prédio, desviada do hidrômetro, ou seja, o usuário paga somente parte da água que consome. Quando há grande ocorrência de desvios, há um comprometimento da continuidade do abastecimento, causando as intermitências que trazem tanto desconforto, e principalmente podem contribuir para a contaminação da rede de distribuição de água. Também há o caso do hidrômetro invertido, que promove esse tipo de perda, pois os medidores de água normalmente utilizados nos usuários são fabricados para funcionarem em uma única direção. Por isso têm gravado no seu corpo uma seta que indica a direção que deve ser instalado no ramal predial de água que abastece um determinado prédio. Logo, sua medição processa-se de forma crescente, quando instalado na posição correta. Se a posição for invertida, o hidrômetro passará a desmarcar o volume registrado.

Quanto à ligação cortada e religada à revelia, que é muito comum nas empresas concessionárias, geralmente cortada por falta de pagamento, também contribui para o aumento das perdas, visto que tal religação, segundo Coêlho (2001), sempre se faz com o desvio do hidrômetro e, como o usuário sabe que não está pagando, não tem o devido cuidado com a economia de água. Também ocorre a violação dos hidrômetros que consiste no fato de o usuário violar o hidrômetro de alguma forma, podendo ser com uma agulha inserida nas engrenagens ou nos roletes do hidrômetro, paralisando temporária ou definitivamente o movimento da relojoaria.

A submedição do hidrômetro é destacada por Coêlho (2001), que garante haver dois motivos principais para o hidrômetro medir volumes inferiores ao que o atravessou: primeiro, a falta de manutenção preventiva e corretiva ; segundo, a seleção e dimensionamento imperfeito. Com relação à falta de manutenção preventiva por tempo de uso ou volume registrado, o autor observa que o hidrômetro é uma máquina e conforme o tempo

de funcionamento, suas peças móveis componentes desgastam-se progressivamente, pouco a pouco perdendo sua precisão de medida. Associada ao desgaste, a matéria em suspensão trazida pela água vai gradativamente aderindo à superfície de suas partes. Para o autor, é comum encontrar-se perdas por submedição superior a 20% do volume registrado pelo hidrômetro, podendo chegar, em alguns casos, até 60% do volume registrado.

Parte das perdas que podem ocorrer numa residência ou num prédio tem o reservatório como responsável seja ele elevado ou enterrado. Os principais problemas que podem ocorrer, segundo Coêlho (2001), são: rachaduras nas paredes, falta de impermeabilização das paredes, problema na bóia (quebrada, colocada em posição errada) e reservatório sem bóia.

As válvulas com vazamento, quando trabalham com água contendo impurezas, podem ocasionar vazamento, por isso necessitam de manutenção preventiva. De acordo com Coêlho (2001), o que acontece na prática é que se torna difícil à população trabalhar com esse dispositivo de forma eficiente, devido ao volume necessário para descarga, o qual é distinto para tipos e modelos, que dependem do tempo de acionamento; nesse caso, pode o usuário, por desconhecimento, dar descargas com volumes bem superiores aos necessários. O autor esclarece que o que limpa bem a bacia sanitária não é um volume de água elevado e sim o volume de água certo, que corresponde ao que se chama tecnicamente de ponto de sintonamento. Assim, se o usuário acionar o botão de descarga por mais tempo que o necessário, haverá uma maior diluição da matéria orgânica contida no recipiente e será necessário outra, ou outras descargas, para a limpeza perfeita da bacia sanitária. Os principais problemas que ocorrem com as válvulas de descarga são: válvula com vazamento externo, válvula dispara, válvula com vazamento interno, válvula desregulada e válvula mal dimensionada ou instalada com altura insuficiente.

A caixa de descarga com vazamento, é o dispositivo de limpeza mais utilizado em bacias sanitárias, tendo uma vantagem em relação à válvula de descarga: pois o volume de descarga está limitado ao volume da caixa. Os principais problemas que podem causar perdas são: bóia quebrada, bóia desregulada, sujeira na comporta e na sua sede, e ressecamento da comporta.

Os usuários sem hidrômetros normalmente não possuem bons hábitos de consumo, por essa razão consomem mais que os usuários medidos. Pesquisa feita na comunidade Chão de Estrelas, em Recife, estado de Pernambuco, pela Compesa, segundo Coêlho (2001), que acompanhou o consumo de usuários não medidos durante dois anos, comprovaram um consumo médio de 39 m³/mês, ou seja, três vezes o consumo de usuários com hidrômetros de características semelhantes.

Também deve ser considerada a falta de educação sobre o uso racional da água, pois podem estar-se esvaindo significativas quantidades de água, de energia elétrica e de produtos químicos contribuindo para um cenário de escassez futura desse recurso, que é limitado e vital. Destacam-se alguns aspectos relativos a hábitos esbanjadores que elevam o desperdício de água: usar a bacia sanitária como lixeiro, tomar banhos demorados, lavar a calçada com água, fazer a barba com água corrente, lavar roupa com água corrente, escovar os dentes com água corrente, lavar frutas e verduras com água corrente, dentre outros.

2.7 Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água

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

É objeto deste trabalho o levantamento de informações básicas para a obtenção de indicadores aplicáveis na avaliação do serviço de saneamento, num setor da rede de distribuição do sistema de abastecimento de água de Teresina quanto à sua eficiência no aproveitamento da água, a partir dos conceitos básicos de perdas.

O PNCDA (1998, DTA A2) organiza os indicadores em três categorias: básicos, intermediários e avançados. São *básicos* os indicadores percentuais de água não contabilizados e água não faturada, reconhecendo-se nesse nível a limitação relativa à impossibilidade de apuração em separado das perdas físicas, justamente dentro das limitações e dos recursos disponíveis. É neste nível que o presente trabalho se enquadra.

No nível *intermediário*, essa separação é exigida e, a partir dela, se constroem indicadores de desempenho hídrico do sistema, que abrange todos os subsistemas, e indicadores específicos de perda física, relacionados a condições operacionais. No nível *avançado*, são incluídos os indicadores e fatores de ponderação relativos à pressão na rede, reconhecendo-se ser falha a comparação entre serviços que não ponderem as diferenças referentes à pressão.

Na formação de um indicador de desempenho, são consideradas informações-chave aquelas que compõem diretamente o indicador, sem as quais este não pode ser definido. A rede de distribuição pode ter sua performance acompanhada através de indicadores obtidos a partir de um conjunto de informações básicas, quais sejam:

- *Volume disponibilizado* (VD) – consiste na soma algébrica dos volumes produzidos, exportados e importados, disponibilizados para a rede de distribuição de água.
- *Volume utilizado* (VU) – soma dos volumes micromedido, estimado, recuperado, operacional e especial.
- *Volume faturado* (VF) – todos os volumes de água medida, presumida, estimada, contratada, mínima ou informada, enfim, faturada pelo sistema comercial da empresa concessionária.

2.7.1 Indicadores básicos de desempenho.

a) *Índice de perda na distribuição* (IPD) ou *água não contabilizada* (ANC): relaciona o volume disponibilizado ao volume utilizado. A água é disponibilizada e não utilizada, por isso constitui parcela não contabilizada, que incorpora o conjunto das perdas físicas e não físicas no subsistema de distribuição.

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

b) *Índice de perda de faturamento* (IPF) ou *água não faturada* (ANF): expressa a relação entre volume disponibilizado e volume faturado.

$$IPD = \frac{VolumeDisponibilizado(VD) - VolumeFaturado(VF)}{VolumeDisponibilizado(VD)} \times 100$$

Para Tsutiya (2004), o indicador percentual IPD é o mais utilizado e o mais fácil de ser compreendido, porque o sistema pode ser completo (a partir da captação, até a distribuição), ou focar apenas uma parte do sistema(por exemplo, a partir da ETA ou somente a rede de distribuição). Aponta, porém como grande desvantagem desse indicador a dificuldade de comparação de performance entre sistemas diferentes. Em outras palavras, dois sistemas de abastecimento distintos, que apresentam um mesmo volume perdido, podem gerar índices de perdas diferentes em função de algumas características específicas dos sistemas, tais como a predominância de grandes consumidores em um sistema em contrapartida a um padrão preponderante de consumidores residenciais em outro, consumos per capita mais elevados em um sistema em relação ao outro, existência de intermitência de água, etc.

Para um mesmo sistema de abastecimento, a apuração sistemática desse indicador, segundo Tsutiya (2004), mostrará, com um certo grau de fidelidade, as tendências ou a evolução das perdas na rede de distribuição, constituindo-se, nesse caso, em ferramenta útil para o controle e acompanhamento das perdas. Atualmente tem sido proposto, segundo Lambert (2002) apud Tsutiya, (2004), abandonar esse indicador e deixá-lo como um indicador técnico para a gestão das perdas na distribuição de água. Já o indicador percentual (IPF) seria aplicado apenas para uma avaliação financeira do problema. A Tabela 2.3. mostra uma tentativa preliminar de classificação dos sistemas de abastecimento de água em relação às perdas, bem como busca dar uma referência da ordem de grandeza dos números percentuais geralmente encontrados.

Tabela: 2.3 – Classificação do sistema por índices Percentuais de Perdas

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

Fonte: *Weimer (2001), Baggio (2002) apud Tsutiya (2004).*

De forma similar, o PNCD (DTA A2) aponta que a avaliação de eficiência dos serviços no uso da água pode ser feita mediante uma multiplicidade de indicadores, sendo que

o principal questionamento com respeito aos indicadores percentuais deve-se ao fato de que estes conferem uma aparência de homogeneidade a serviços que trabalham sob condições operacionais muito diferentes. Dessa mesma opinião, o SNIS (2004) observa sobre os indicadores de perdas em percentual que também supõem uma característica de homogeneidade entre os sistemas, o que não ocorre na prática, pois fatores-chave com impacto sobre as perdas são diferentes de sistema para sistema, tais como a pressão de operação, a extensão de rede e a quantidade de ligações atendidas. Com relação ao indicador de perdas de faturamento, cabe observar que sua utilização para avaliação de desempenho operacional não é adequada, uma vez que ele retrata as perdas do ponto de vista financeiro e comercial, e não do ponto de vista operacional.

Cabe salientar que, também para o SNIS (2004), os indicadores em percentual são os de mais fácil percepção por parte dos técnicos, dirigentes e público em geral, motivo pelo qual continuam sendo amplamente utilizados.

Estudos da AESBE / ASSEMAE (1998), voltados à discussão e ao desenvolvimento de alternativas para os indicadores de desempenho operacional e gerencial dos serviços, com destaque para os indicadores de perdas, propunham os seguintes índices: índice de perdas de água (água não contabilizada), índice de perda de faturamento (água não faturada) e indicadores operacionais complementares (como Perda de Água por Extensão de Rede, Índice de Perda de Água por Ligação, Índice de Perdas na Produção, Índice de Macromedição de Distribuição, Índice de Hidromedidação, Eficiência da Micromedição e Índice de Ligações Inativas). Reconhecem ser necessário combinar indicadores percentuais com indicadores físicos, apurados por extensão de rede ou por economia, como base para qualquer comparação de desempenho.

Da análise dos indicadores de perdas de água, alerta também Miranda (2002) para o grande erro de se utilizar o índice de perdas de faturamento como indicador de desempenho operacional, destacando a importância de se evidenciar, no seu uso, tratar-se de um indicador comercial / financeiro.

2.8 Projetos destinados à construção de uma estrutura de avaliação e controle gerencial.

Alguns projetos são necessários para dotar uma empresa concessionária de água de conhecer suas condições de funcionamento necessários à redução das perdas na rede de distribuição de água.

2.8.1 Projeto de Macromedição.

É o conjunto de ações destinadas ao conhecimento de vazões e volumes produzidos e distribuídos, além do registro dos níveis de água nos reservatórios e das pressões nas tubulações, o que proporciona condições para melhorar as condições de distribuição e reduzir a quantidade de água não contabilizada PNCDA (1998, DTA D2). Para Tsutiya (2004), a macromedição é fundamental à gestão dos sistemas de abastecimento de água por ultrapassar o mero campo de controle e redução de perdas, uma vez que subsidia elementos importantes para diagnóstico operacional, dosagens de produtos químicos, indicadores qualitativos e quantitativos da companhia.

2.8.2 Projeto de Micromedição.

É o conjunto de ações que permitem conhecer sistematicamente o volume de água fornecido a cada usuário, o que permite a cobrança proporcional ao consumo e a obtenção de uma série de benefícios técnicos, econômicos, financeiros e sociais.

Para o PNCDA (1998, DTA D3), a ausência de micromedição é um dos principais indutores de perdas não físicas, sendo, porém, negligenciada por alguns operadores. A experiência internacional e de algumas cidades brasileiras leva a concluir que o consumo em áreas com ligações não medidas fica limitado à capacidade de suprimento do sistema, já que o usuário não tem motivos para economizar água ou evitar desperdícios através da substituição de bóias ou torneiras defeituosas ou do reparo de vazamentos em tubulações.

2.8.3 Projeto de Setorização.

Nas grandes cidades, a rede de distribuição é muito extensa, portanto é necessário dividi-la em setores menores, de modo que seja possível estudar os fatores que interferem nas perdas mais detalhadamente. A setorização também facilita as ações de regularização das pressões na rede de distribuição.

Segundo o PNCDA,

os sistemas de distribuição são freqüentemente ampliados sem respeitar critérios técnicos rígidos; é comum encontrar-se pouca ou nenhuma setorização em sistemas de água, sobretudo de centros urbanos que experimentaram crescimento populacional acelerado. No desenvolvimento de estudos e implementação de setores de abastecimento, deve se dar prioridade às áreas com elevadas pressões e que apresentem casos de rompimentos mais freqüentes nas redes, onde as perdas são mais elevadas e, conseqüentemente, os resultados mais promissores. (DTA C3, p.14)

2.8.4 Projeto de Cadastro de Consumidores

Objetiva manter um registro adequado e atualizado de dados sobre o usuário, as ligações, o imóvel, os hidrômetros e, ao mesmo tempo, facilita a localização dos usuários. Para o PNCDA (1998, DTA C3), que considera o Cadastro de Consumidores e atividades associadas como o foco central para a atuação e a recuperação rápida e altamente rentável das perdas de faturamento nas empresas de saneamento e permite a utilização de informações por quase todos seus setores como, por exemplo a área de planejamento e projetos na determinação de vazões consumidas por setor de abastecimento bem como a área operacional em todas as suas atividades de atendimento ao público, recomenda-se que esse cadastro seja constantemente atualizado.

2.8.5 Projeto de Cadastro de Redes

Consiste na implantação de uma série de atividades que garantam um cadastro de rede de distribuição de água atualizado, que possibilite intervenções na rede com rapidez e segurança e, simultaneamente, forneça subsídios ao planejamento, à operação e à manutenção. O PNCDA (1998, DTA C3) considera-o um elemento imprescindível na modernização da

empresa e na melhoria do controle e prestação de serviços. Recomenda, inclusive, que a implementação seja informatizada e realizada gradualmente, iniciando-se por projeto piloto para que os resultados obtidos sejam satisfatórios, o que ocorre quando a metodologia é absorvida e dominada pelo corpo técnico da empresa.

2.8.6 Projeto de Controle Operacional.

Diz respeito à elaboração sistemática do planejamento dos sistemas de distribuição de água, com vistas à melhoria operacional e redução do volume de água não contabilizado. De acordo com a Sabesp (1999), este projeto visa disciplinar os seguintes processos de controle operacional: a coleta e o fluxo de informações, ou processo decisório e as ações de controle, mediante a utilização de tecnologias atuais de captação e transmissão de informações, automação, comando à distância, além de outras formas, hoje disponíveis no mercado e correntemente utilizadas nos processos industriais.

2.9. Ações para redução de perdas.

2.9.1. Redução de perdas físicas

2.9.1.1. Redução de pressões na rede

Para o PNCDA (1998, DTA C3), especial atenção deve ser dada ao controle de pressões na rede, porque sua simples redução leva a substanciais reduções dos vazamentos existentes, além de reduzir o risco de novas rupturas.

Quanto ao controle e recuperação de perdas físicas, as diretrizes gerais neste caso são: desenvolvimento de estudos e implementações de setores de abastecimento, priorizando aqueles com elevadas pressões e rompimentos mais frequentes; implementação de áreas-piloto para experimentação de medidas e ações executadas, com acompanhamento, controle e análise dos resultados obtidos.

2.9.1.2. Substituição e recuperação de redes.

Nos casos de redes e ramais com tubulações antigas (como as de ferro galvanizado ou aqueles com a qualidade comprometida) não resta alternativa senão a substituição por novas redes. Deve-se efetuar uma análise técnico-econômica da substituição, pois, face aos elevados custos envolvidos e ao elevado grau de incômodos à comunidade, pode ser vantajosa a manutenção dos índices de perdas presentes PNCDA (1998, DTA C3).

2.9.1.3. Pesquisa de vazamentos.

De acordo com o PNCDA (1998, DTA C3), a pesquisa, a localização e o reparo de vazamentos visíveis, e principalmente não visíveis, é outra forma de recuperação de perdas físicas amplamente utilizada pelas empresas de saneamento.

2.9.1.4. Melhorias operacionais.

São ações voltadas ao estabelecimento de procedimentos operacionais que minimizem as possibilidades de extravasamentos de reservatórios, descargas de rede e perdas de água de processo de manobras incorretas, incluindo a manutenção preventiva e instalação de equipamentos que propiciem um melhor controle operacional.

2.9.2. Redução de perdas não físicas

As perdas não físicas são as mais fáceis e rápidas para o controle e a recuperação e, via de regra, com retorno financeiro em prazos mais curtos. A principal medida para a redução dessas perdas é: dar ênfase a ações voltadas ao aprimoramento do sistema comercial (sistema de faturamento, cadastro de consumidores e da manutenção produtiva de hidrômetros). Destacam-se a relevância da atualização cadastral em termos de categoria do consumidor, a política de corte de inadimplentes e a intensa participação de todos os funcionários através de estímulos, bem como tratar de forma diferenciada os grandes consumidores, com especial atenção ao monitoramento dos consumos e ao dimensionamento adequado de hidrômetros (PNCDA-1998, DTA C3).

3 AS PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE TERESINA

3.1 Descrição geral do sistema existente

O município de Teresina localiza-se à margem direita do rio Parnaíba, ao lado do município de Timon, no Estado do Maranhão. Ocupa uma área de 1.809 km², com 176,32 km² de área urbana e 1.632,68 km² de zona rural. Suas coordenadas geográficas são 05°05'12" de latitude Sul e 42°48'42" de longitude oeste (MONTEIRO, 2005).

Enquanto município, Teresina delimita-se ao Norte com os municípios de União e José de Freitas; ao Sul, com os municípios de Palmeirais e Monsenhor Gil; a Leste, com os municípios de Altos e Demerval Lobão; e a Oeste, com o estado do Maranhão.

A precipitação média anual é de 1.339 mm, com uma temperatura média anual de 26,8°C e com média anual de 70% quanto à umidade relativa do ar, segundo o Departamento de Hidrometeorologia da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Piauí. O rio Parnaíba, principal rio piauiense, perene em todo o seu curso de 1.480 km, na cidade de Teresina recebe um de seus principais afluentes, o rio Poti.

De acordo com o censo do Monteiro (2005), a taxa de crescimento de Teresina é de 2,0% ao ano, com densidade demográfica de 342,4 hab/km² e tem uma população total de 715.360 habitantes, com 677.470 habitantes em sua zona urbana e 37.890 habitantes na zona rural.

Os maiores problemas ambientais de Teresina decorrem do acelerado crescimento urbano nas últimas décadas, o que tem dificultado a conciliação de crescimento populacional e econômico com a proteção ao meio ambiente. Segundo a Agespisa (2005), o atendimento à população com rede de abastecimento de água é de 91%.

A composição do mercado consumidor de Teresina é formado por 225.958 economias de água e destas 70% hidrometradas (equipadas com medidor de consumo), distribuídas nas seguintes categorias e percentuais: as residenciais, em sua maioria, com 86%; seguidas das comerciais, com 6%; industriais, com 4%; mistas 3%, e o menor percentual com a categoria pública, 1% (AGESPISA, 2005).

Data de 1904 o início da construção do primeiro sistema de abastecimento de água de Teresina. O manancial então utilizado era o rio Parnaíba, através de uma captação localizada em sua margem direita, próxima à antiga usina elétrica. A água captada era bombeada, através de uma estação elevatória, até um reservatório de 1.100 m³, situado no morro São João, por meio de uma adutora de ferro fundido com diâmetro de 250 mm. Desse reservatório a água sem tratamento era distribuída à população sem tratamento (TSE, 1984).

Em 1924, foram construídos, próximos à captação, uma estação de tratamento, um reservatório e uma elevatória de água tratada. A estação de tratamento de água era composta apenas por um floculador de chicanas e dois decantadores retangulares. A água, uma vez tratada, passou a ser bombeada ao reservatório do morro São João pela elevatória de água tratada, através de uma nova adutora de ferro fundido, de 300 mm de diâmetro.

Esse sistema, que abasteceu Teresina até o início dos anos 50, vinha operando em precárias condições, porém, em 1955, com a criação do Instituto de Águas e Energia Elétrica, propiciou o surgimento de um movimento para a construção de uma nova proposta para o abastecimento de água de Teresina, daí serem elaborados, através do DNOCS, os primeiros planos para a melhoria do abastecimento de água da cidade. Em 1958, foi elaborado um projeto visando à implantação de um sistema inteiramente novo. Tal projeto, que abrangeu a maior parte da área urbana então existente, foi concluído em 1961, e as obras iniciadas logo a seguir, (TSE, 1984).

Em 1971, o sistema de abastecimento de água de Teresina contava com sete reservatórios e 273 km de rede de distribuição, atendendo a 18.400 ligações. Em 1974, um novo projeto de ampliação contemplou uma captação fixa de água do rio Parnaíba a montante do perímetro urbano da cidade. Esse sistema, inaugurado em agosto de 1978, vem abastecendo a cidade de Teresina até os dias de hoje, com algumas ampliações ao longo dos

tempos, objetivando atender bairros e conjuntos habitacionais não previstos no projeto original. Nas ampliações criaram-se vários sistemas totalmente isolados para atendimento de bairros e conjuntos, como é o caso do conjunto Deus Quer, objeto deste estudo.

Teresina conta hoje com um sistema principal, atendendo à quase totalidade da área urbana e com 19 sistemas isolados. O sistema principal é formado de uma captação superficial do tipo flutuante no rio Parnaíba, com bombeamento para uma ETA, do tipo convencional, situada ao lado da captação, como pode ser visto na Figura 4. A água tratada é recalçada ao centro de Reservação do Parque Piauí, de onde, por gravidade, é aduzida para os outros 51 reservatórios através de um complexo sistema de adutoras com diâmetros variando de 300 a 1.000 mm, que alimentam cerca de 1.287 km de rede de distribuição, composta por tubulações com diâmetros que variam entre 50 e 700 mm, às quais estão conectadas 225.958 economias, valores esses referentes a junho de 2005.



Figura 4: Visão geral da ETA (1 e 4).

Fonte: *Vitalux* (maio, 2004).

Foram levantadas informações técnicas e operacionais junto à Agespisa, bem como realizada vistoria em campo deste sistema. Essa atividade possibilitou a identificação do sistema em que foram observadas as estações de tratamento, os reservatórios, as estações elevatórias e a rede de distribuição. No Anexo F deste trabalho, é apresentado croqui esquemático do SAA de Teresina.

O sistema de abastecimento de água da cidade tem como manancial o rio Parnaíba, sendo complementado por uma bateria de 61 poços tubulares, distribuídos da seguinte forma: zona norte, com 18; zona sul, com 16; zona leste, com 12; e zona oeste, com 15. A relação de tais poços, com suas respectivas características, encontra-se no Anexo B. Também possui uma capacidade de reservação de 84.057 m³, com localização em vários bairros e tipos de reservatórios distintos, como se pode observar na Tabela 2 do Anexo C, e registro dos reservatórios nas Figuras 5 e 6, sendo que este último é o reservatório de maior capacidade, com 16.000 m³ de água, pertencente ao centro de reservação do Parque Piauí.



Figura 5: Reservatório Elevado R7 – Jockey Clube

Fonte: *Vitalux* (maio, 2004)



Figura 6: Reservatório RN1A – Parque Piauí

Fonte: Vitalux (maio, 2004).

Segundo a Agespisa (2005), o volume médio mensal distribuído em Teresina, no transcorrer do ano de 2004, foi da ordem de 5.500.000 m³. Considerando que o consumo per-capita adotado para a zona urbana de Teresina, por esta empresa, é de 150 l/habx dia, e que com a produção atual poder-se-ia atender a uma população estimada de 1.240.000 habitantes, contingente populacional, que se mantendo a atual taxa de crescimento de Teresina, só seria atingido para pleno atendimento dessa população no ano de 2025.

Em outubro de 2003, a Agespisa e a CEF celebraram um contrato (de Nº 26550155592-29/03), que se efetivou através do documento que se refere à proposta elaborada pela Águas e Esgotos do Piauí S/A- Agespisa, visando à obtenção de recursos oriundos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço - FGTS, no âmbito do Pró-Saneamento, modalidade Desenvolvimento Institucional, elaborado de acordo com as diretrizes, normas e procedimentos definidos pela Caixa Econômica Federal – CEF.

O referido documento formaliza a proposta do Programa de Desenvolvimento Institucional PDI/AGESPISA/CEF para 24 (vinte e quatro) meses, contemplando ações de melhorias, nesta modalidade, para os 30 maiores sistemas de abastecimento de água através

dos Projetos de Macromedição e Pitometria, Micromedição, Sistema Integrado de Prestação de Serviços e Atendimento ao Público- SIPSAP, Reabilitação de Unidade Operacionais, Planejamento e Controle Operacional, Cadastro de Consumidores e de Faturamento e Cobrança, inclusive Teresina.

O Desenvolvimento Institucional, modalidade do Programa criado no âmbito do Pró-Saneamento, surgiu e se mantém imprescindível nas Empresas de Saneamento, pela necessidade de melhorias institucionais contínuas, em razão da rápida degradação dos sistemas de abastecimento de água a partir dos anos 80 e os elevados índices de perdas físicas e de faturamento, decorrentes, principalmente, da incapacidade financeira e de deficientes gestões dessas empresas, no sentido de não estruturar suas unidades de operação e manutenção voltadas para desenvolver sistematicamente ações eficazes de minimização das perdas (e dos custos) e maximização de suas capacidades instaladas.

Segundo o documento (Programa de Desenvolvimento Institucional), considera-se que a empresa encontra-se numa situação de “retrocesso, cujos indicadores de desempenho retratam bem a situação deficitária, notadamente os Índices do Sistema Operacional e Comercial, os quais registram, respectivamente, 64% de perdas e 67,99 de hidrometração, porém, mais grave ainda, com eficiência da micromedição de apenas 48% (quarenta e oito por cento). Os SAA's estão deficitários e alguns deles obsoletos, por isso necessitam de ações imediatas de revitalização, principalmente de inovação tecnológica nos processos operacionais e comerciais”.

3.2 Estudos já realizados

O Diagnóstico Técnico Operacional do Programa de Modernização do Setor de Saneamento - PMSS II, de agosto de 2004 - teve como objetivos principais elaborar um estudo de concepção preliminar de melhorias propostas para o sistema existente e desenvolver a concepção de cenários operacionais do sistema de abastecimento de água de Teresina. Nesse estudo destacam-se os seguintes aspectos: consumos per capita, que variaram de 120 a 200 l / hab.dia; evidenciadas carências relativas ao elevado grau de perdas físicas no sistema de distribuição; intervenções como a substituição de tubulações de cimento amianto; perdas físicas do sistema, que são provavelmente superiores a 60%, resultando numa disponibilidade

de água tratada equivalente à metade do necessário; certeza de que o maior impacto para ampliação da oferta será obtido através da implantação de um programa de redução de perdas físicas no sistema, passando pela setorização de todas as zonas de abastecimento.

Nesse sentido, percebe-se o agravamento da situação, particularmente no S.A.A. de Teresina, onde se encontram os maiores problemas operacionais e, conseqüentemente, as maiores perdas, forçando as unidades de produção operarem 24 horas por dia, como já evidenciado, produzindo água mais do que o necessário, inclusive sem obter uma regularidade no abastecimento, com freqüentes faltas d'água em determinadas regiões e desperdícios em outras, motivadas principalmente por excesso de pressão, que provocam rompimentos de redes de distribuição, especialmente em tubos de cimento amianto, já que se estima que em Teresina haja 270 km deste tipo, representando 21% do seu total, instalados há mais de 30 anos.

3.3 O setor escolhido para estudo

Foi escolhido para objeto de estudo o conjunto Deus Quer, localizado no bairro Todos os Santos na zona sudeste de Teresina, no estado do Piauí, conforme ilustra a planta do Anexo J, na estrada que dá acesso à Usina Santana. Esse setor consta de 1.117 lotes, tendo hoje um índice de ocupação de 65%. A composição do seu mercado consumidor é formado por 803 economias de água, sendo duas com hidrômetro e 801 sem hidrômetro, nas seguintes categorias: residenciais, 786 economias; nove comerciais; seis industriais; e duas públicas, valores referentes a agosto de 2004, (Agespisa, 2005).

Quanto à topografia, o setor apresenta uma variação altimétrica de 32,90 m, com o ponto mais alto na cota 129,00 m e os mais baixos na cota de 96,31m.

Com relação à ocupação, percebe-se pela composição do mercado consumidor do setor, que é essencialmente residencial, com 98% de economias nesta categoria, como ilustra a Figura 7, uma visão de habitações típicas do conjunto, com área de 27,56 m².



Figura 7. Habitações típicas do Conjunto Deus Quer.

Fonte: *O autor, 2004.*

Com relação à demanda, o valor adotado do consumo per capita para projeto desse setor foi de 120 l | hab. Dia.

O sistema desse setor foi implantado no ano de 2.000. Não apresenta, segundo a Agespisa (2004), incidência de vazamentos na rede de distribuição.

O sistema produtor consiste de 02 poços profundos, estando no período da pesquisa em funcionamento apenas o poço 2 com características contidas na Tabela 3.1, responsável por abastecer qual abastece um reservatório superior, com capacidade de armazenar 200 m³, e que se encontra na cota mais elevada do setor em estudo. Toda a distribuição é efetuada a partir desse reservatório.

Tabela 3.1 – Características dos Poços do Conjunto Deus Quer

Poço	01	02
Eductor	2"	2"
Barrilete	2"	2"
Interligado	Reservatório	Reservatório
Moto-bomba	Leão	Ebara
Tipo	R10-5	512-10
Vazão de placa (m³/h)	9	20
Vazão medida (m³/h)	parado	19,70
Macromedidor	Não	Não
Voltagem (V)	380	380
Amp.medida (A)	parado	24,10
Potência	3,5 cv	15hp
Comando	Direto	Direto
Autom. (sim/não)	Sim	Sim

Fonte: *Agespisa, 2004*

A rede de distribuição de água do setor em estudo consta de 9.573m e tem sua composição apresentada na Tabela 3.2, ilustrada em planta no Anexo I.

Tabela 3.2 – Composição da rede de distribuição do setor em estudo.

EXTENSÃO (m)	MATERIAL	DIÂMETRO (mm)
7545	PVC	50
1783	PVC	75
205	PVC	100
40	PVC	150

Fonte : *Agespisa, 2004* .

4. RESULTADOS DO ESTUDO DO SETOR TÍPICO ESCOLHIDO

4.1. Descrição detalhada da metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa consistiu em:

- Escolher o setor de estudo
- Medir a produção com uso de medidor de vazão ultra-sônico e horímetro
- Controlar os consumos de uma amostra de trinta usuários para obter V_d e V_u
- Calcular os indicadores

Quanto à escolha do setor a ser estudado, ressalva o PNCDA (1998, DTA A2) que, quando da identificação e quantificação das perdas em sistemas públicos de abastecimento de água, deve-se privilegiar aqueles que têm maior incidência e correspondem aos mais significativos desperdícios. Esse setor apresenta intermitência no fornecimento de água, promovendo insatisfação junto à comunidade quanto ao serviço, principalmente no período dos meses de maior calor.

Quanto à representatividade do valor da amostra, o PNCDA (1998, DTA A2) sugere que o percentual esteja entre 2% e 5% do universo a ser pesquisado, em que a estimativa das perdas é efetuada com o uso da média dos consumos micromedidos, Em seguida, efetua-se a extrapolação desses valores, aplicando-se a média sobre as economias não medidas no universo pesquisado, objetivando adquirir os volumes disponibilizados e utilizados, para o cálculo dos indicadores citados no item 2.7.1.

No tocante à produção, foi realizada medição na saída do poço (barrilete), na tubulação em ferro galvanizado com diâmetro de 2”, em consonância com a instalação do horímetro. O referido aparelho tem o objetivo de medir o número de horas que o conjunto

motor-bomba funciona por dia. Apresenta a Figura 8 um esquema do ponto de instalação do medidor de vazão.

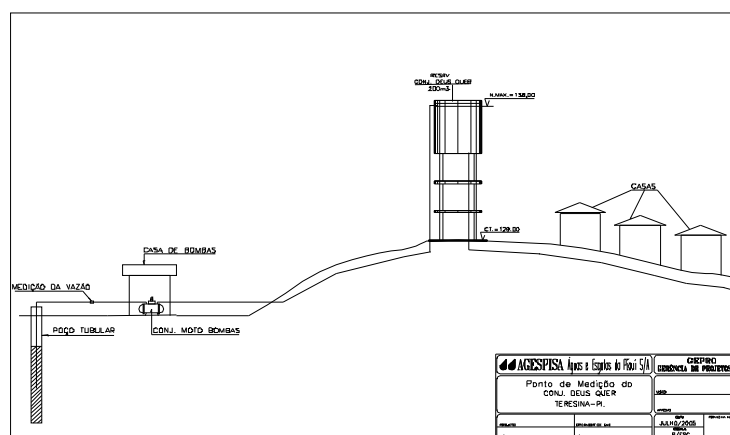


Figura 8: Localização da medição da vazão

Fonte: *Agespisa*, 2005.

Efetivamente, foi medida uma vazão de $19,70 \text{ m}^3/\text{h}$. Tal medição foi realizada com um medidor de vazão ultra-sônico, com nível de precisão de 98%, cujas especificações constam no Anexo D, conforme registra a Figura 9, que apresenta o medidor de vazão e um técnico da Agespisa efetuando a medição, as 11 horas do dia primeiro de setembro de 2004, em uma única leitura, pois as possibilidades de variações desse valor são muito pequenas, uma vez que o equipamento de recalque eleva a água diretamente para a parte superior do reservatório. Possíveis variações aconteceriam, se fosse injetada diretamente na rede ou pela parte inferior do reservatório.



Figura 9: Técnico da Agespisa efetuando as medições e equipamento utilizado.

Fonte: *O autor* (set / 04)

O número médio de horas em funcionamento por dia, do equipamento de recalque, instalado no poço 2 medido pelo horímetro (Fig.10), no mês de setembro, foi de 21 horas.



Figura 10: Horímetro instalado no poço.

Fonte: *Agespisa, 2004*

A Figura 11 apresenta a variação temporal de funcionamento do equipamento de recalque, obtido pelo horímetro.

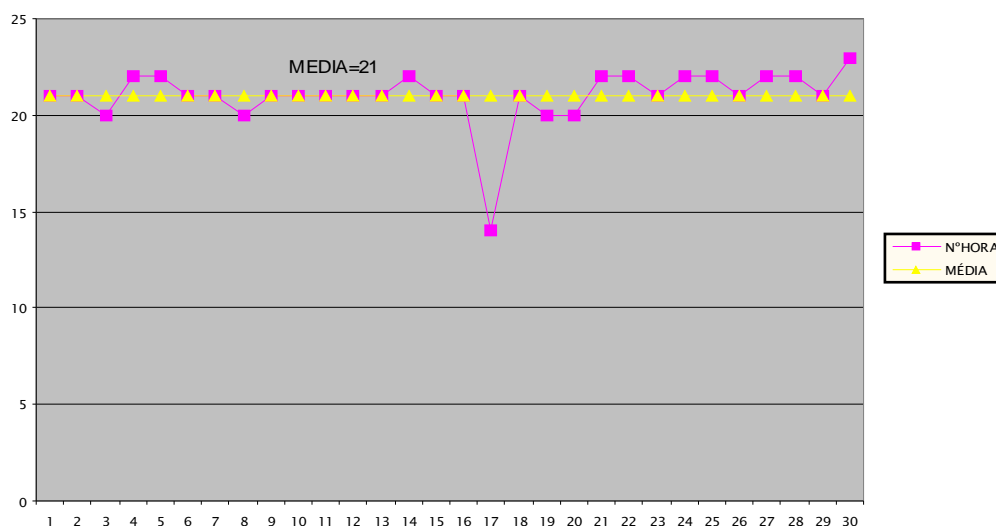


Figura 11: Variação temporal de funcionamento do equipamento de recalque

Fonte: *O autor, 2005.*

Para a atualização do cadastro de usuários da área em estudo, foi necessário fazer um levantamento de cadastro comercial atualizado, cujo desenvolvimento deu-se durante o mês de setembro de 2004. O resultado encontra-se no Anexo E deste trabalho.

Quanto à medição de pressão, foram escolhidos 8 (oito) pontos distintos da rede para a verificação da pressão, com o objetivo de mapear e identificar áreas críticas sujeitas à ocorrência de vazamentos, bem como verificar a relação de variação do consumo com a pressão de serviço disponível na rede.

Com relação à medição de pressão na rede de distribuição, os pontos escolhidos com os respectivos valores estão dispostos na Tabela 4.1 e na planta de localização, no Anexo H.

Tabela 4.1: Pressões na rede de distribuição do setor em estudo.

QUADRO DE PRESSÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO CONJ. DEUS QUER		
PONTO	LOCALIZAÇÃO	PRESSÃO MEDIDA (mca)
P1	C – 20 , Q – 20	13,0
P2	C – 54 , Q – 20	13,5
P3	C – 51 , Q – 19	13,5
P4	C – 49 , Q – 18	24,5
P5	C – 1 , Q – 17	26,0
P6	C – 8 , Q – 12	33,5
P7	C – 41, Q – 13	33,0
P8	C – 21 , Q – 4	44,0

Fonte: Agespisa / o autor (set,2004).

Estas medições foram também efetuadas por técnico habilitado da Agespisa, através de manômetro, tipo Tubo Bourdon, em bronze, com escala de zero a 100 m.c.a.

Diretrizes orientadoras

- Todas as unidades experimentais (usuários) foram submetidas a condições semelhantes: receberam o hidrômetro taquimétrico novo, submetidos a teste de aferição; instalados sob as mesmas condições; com as mesmas características técnicas, com o objetivo de aumentar a precisão do experimento.

- Todos os usuários que não estavam pagando conta proporcional ao consumo foram convidados a participarem do estudo, sem que nenhuma alteração houvesse em suas contas mensais e que não alterassem seus hábitos quanto ao consumo.

- Período de realização da pesquisa: setembro de 2004.
- Hora da leitura durante os 30 dias: 8 horas da manhã.

Para que a amostra não fosse tendenciosa, os 30 usuários foram divididos em três grupos de 10 usuários, submetidos a pressões distintas na rede de distribuição. Trata-se portanto de uma amostra estratificada, formada por usuários oriundos de diferentes extratos, ou seja, representados pelos grupos G1, G2 e G3.

Foram instalados 30 hidrômetros taquimétricos para água fria, com vazões nominais (Q_n) de $1,5 \text{ m}^3 / \text{h}$ (DN $\frac{1}{2}$ "). Essa amostra, segundo o PNCD (1998, DTA A2), é representativa, por estar acima de 2% do seu universo. Quanto à instalação e coleta de dados, ficou a cargo e sob inteira responsabilidade da Agespisa, como ilustra a Figura 12. No tocante à localização dos hidrômetros, após o mapeamento das pressões, fez-se uma distribuição equitativa na rede de distribuição tanto para aqueles consumidores expostos às maiores e menores pressões quanto para aqueles com valores médios.



Figura 12: Instalação dos hidrômetros da amostra.

Fonte: O autor, 2004.

As medições individuais permitiram a identificação do patamar de consumo das edificações em estudo. Consistiu basicamente do acompanhamento, por leituras sistemáticas do hidrômetro, dos volumes de água consumidas. Teve como método básico a segregação dos consumos, resultantes das leituras dos hidrômetros em pelo menos uma vez por dia, durante 30 dias. A partir daí, pode-se conhecer as respectivas quantidades de água consumidas durante cada período de 24 horas, que representam o comportamento da edificação no tocante ao uso da água.

Juntamente com as leituras, incluíram-se também a população moradora e a área construída de cada edificação para que, após o período já mencionado de medição de consumo, fosse possível estabelecer os parâmetros de consumo da edificação, como, por exemplo, o volume per capita diário e o consumo diário da edificação, que servem como base para serem desagregados quando do levantamento do perfil de consumo de água. O valor médio foi extrapolado para o universo da pesquisa, compondo, por sua vez, a informação básica de volume utilizado (VU).

Por fim, fez-se a análise dos resultados obtidos, a qual foi desenvolvida com base no item 2.7, e procedeu-se aos cálculos dos indicadores básicos de Índice de Perda na Distribuição (IPD) e Índice de Perda de Faturamento (IPF).

4.2 Resultados

4.2.1. Apresentação dos resultados

O primeiro grupo (G1), ilustrado na planta do Anexo I, submetido a uma pressão média de 13 mca, está localizado nas proximidades do reservatório de abastecimento e é formado por detentores de cotas topográficas mais elevadas; o segundo grupo (G2), submetido a uma pressão média de 25 mca, fica localizado na parte central do conjunto Deus Quer; finalmente, o terceiro grupo (G3), localizado nas cotas mais baixas, submetido a uma pressão média de 44 mca. Como ilustra a Figura 13, apresentando em perfil o reservatório e os grupos G1, G2 e G3, com suas respectivas cotas topográficas.

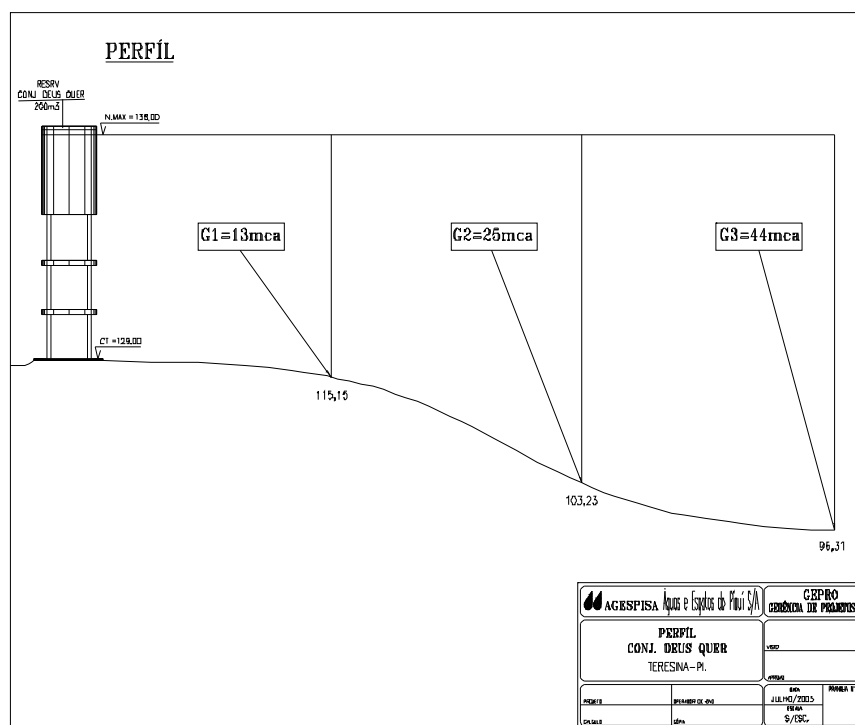


Figura 13: Perfil do reservatório com os grupos G1, G2 e G3.
Fonte: Agespisa, 2005.

Como resultado das medições individuais que permitiram identificar o patamar de consumo dos trinta usuários em estudo, tem-se a Tabela 4.2, que apresenta o consumo médio mensal per capita e o volume médio consumido por economia / mês de água dos trinta usuários escolhidos para a amostra. Encontram-se no Anexo G os quadros com o acompanhamento diário do consumo, endereço, número de moradores e área de edificação dos usuários da amostra.

Tabela 4.2. Consumo médio mensal per capita e volume médio consumido por economia dos grupos G1, G2 e G3.

Acompanhamento diário do consumo de 30 usuários no Conj. Deus Quer					
USUÁRIO	ENDEREÇO	VOL./MÊS (M3)	hab/dom	PER CAPITA (l/hab.dia)	Pressão (mca)
01 - G1	Q 20 - C 24	13,83	4	115,25	
02 - G1	Q 20 - C 23	18,59	4	154,92	
03 - G1	Q 20 - C 22	5,34	1	178,00	
04 - G1	Q 20 - C 21	17,25	4	143,75	Pressão Média do Grupo G1=13
05 - G1	Q 20 - C 20	20,10	4	167,50	
06 - G1	Q 20 - C 19	20,63	3	229,22	
07 - G1	Q 20 - C 18	15,15	4	126,25	
08 - G1	Q 20 - C 17	14,34	3	159,33	
09 - G1	Q 20 - C 16	12,68	3	140,89	
10 - G1	Q 20 - C 25	18,58	2	309,67	
Média G1		15,65	3	172,48	
01 - G2	Q 17 - C 01	9,15	2	152,50	
02 - G2	Q 17 - C 02	7,85	2	130,83	Pressão Média do Grupo G2=25
03 - G2	Q 17 - C 03	10,63	3	118,11	
04 - G2	Q 17 - C 05	11,55	3	128,33	
05 - G2	Q 17 - C 06	12,82	5	85,47	
06 - G2	Q 17 - C 07	10,94	2	182,33	
07 - G2	Q 17 - C 08	10,76	3	119,56	
08 - G2	Q 17 - C 09	6,54	2	109,00	
09 - G2	Q 17 - C 10	14,27	2	237,83	
10 - G2	Q 17 - C 11	12,45	3	138,33	
Média G2		10,70	3	140,23	
01 - G3	Q 04 - C 09	15,18	4	126,50	
02 - G3	Q 04 - C 11	11,22	3	124,67	
03 - G3	Q 04 - C 12	12,50	3	138,89	Pressão Média do Grupo G3=44
04 - G3	Q 04 - C 14	10,06	4	83,83	
05 - G3	Q 04 - C 15	14,92	4	124,33	
06 - G3	Q 04 - C 17	9,02	4	75,17	
07 - G3	Q 04 - C 18	10,78	3	119,78	
08 - G3	Q 04 - C 19	25,83	4	215,25	
09 - G3	Q 04 - C 20	16,47	3	183,00	
10 - G3	Q 04 - C 10	10,56	3	117,33	
Média G3		13,65	4	130,88	
Med Tot		13,33	3	147,86	

Fonte: o autor, 2005

O grupo G1, submetido a uma pressão média de 13 mca, apresentou um consumo médio por economia de 15,65 m³/mês e consumo per capita médio de 172,48 l / hab / dia. O grupo G2, submetido a uma pressão média de 25 mca, apresentou um consumo médio por economia de 10,70 m³/mês e consumo per capita médio de 140,23 l / hab / dia. Já o grupo G3, submetido a uma pressão média de 44 mca, apresentou um consumo médio por economia de 13,65 m³ / mês e consumo per capita de 130,88 l / hab / dia. A média total dos três grupos foi um consumo médio por economia de 13,33 m³ / mês e consumo per capita médio de 147,86 l / hab / dia.

As Figuras 14,15 e 16 apresentam as análises gráficas com dados de consumo per capita de água baseados nos dados do Tabela 4.2, referentes aos grupos G1, G2 e G3, ilustrando a variação de consumos médios entre as dez unidades experimentais em cada grupo.

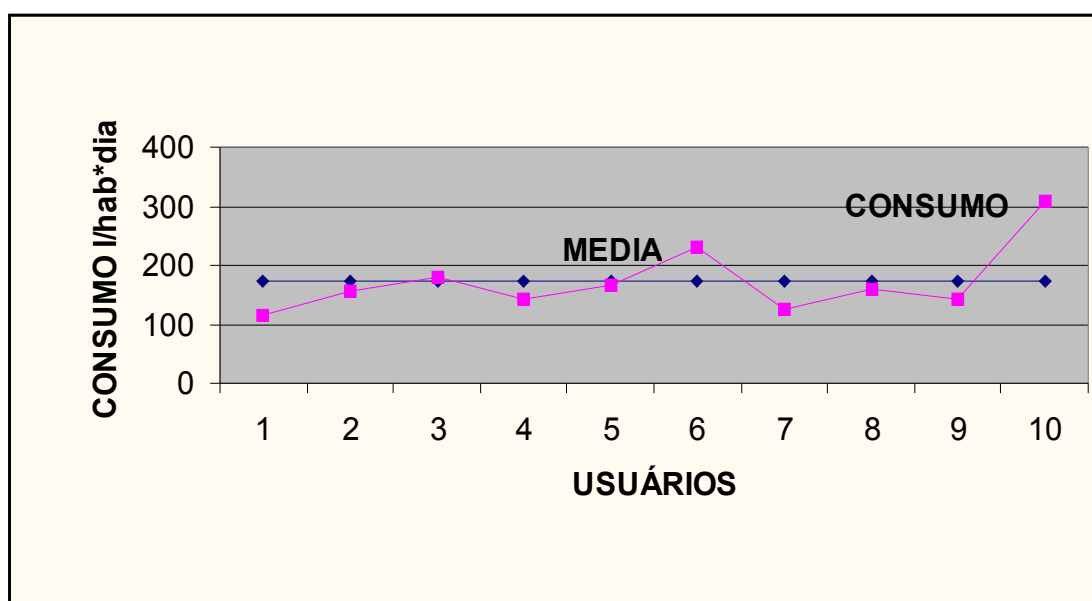


Figura 14: Análise gráfico-comparativa dos consumos per capita de água dos usuários do grupo G1.

Fonte: O autor, 2005.

Quanto ao grupo G1, percebe-se que os dois usuários (o 6 G1 e o 10 G1) distanciaram-se da média em 73,48% e 79,55% a mais, respectivamente. Observa-se que, se o valor desses dois usuários fossem abandonados na sequência, a média se deslocaria para 148,23 l/hab.dia. Constata-se que a presença deles no grupo eleva em 16,36% a mais essa média.

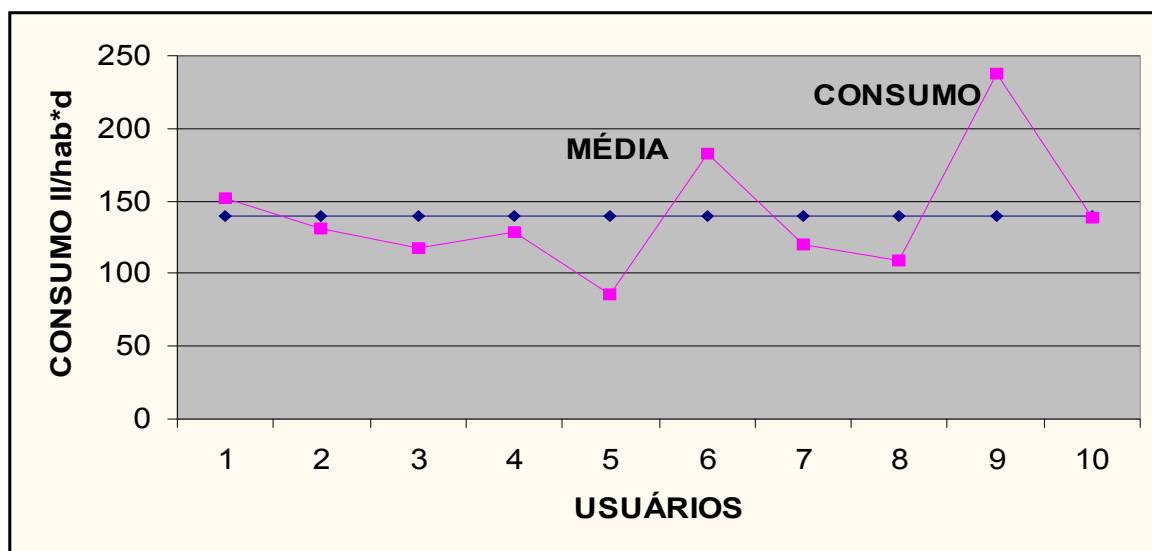


Figura 15: Análise gráfico-comparativa dos consumos per capita de água dos usuários do grupo G2.
Fonte: O autor, 2005.

Quanto ao grupo G2, percebe-se que os dois usuários (5 G2 e 9 G2) distanciaram-se da média em 64,07% a menos, 69,60% a mais, respectivamente. Observa-se que, se o valor desses dois usuários fossem abandonados na sequência, a média se deslocaria para 134,87 l / hab.dia. Constata-se que a presença deles no grupo eleva em 4,11% a média do consumo per capita.

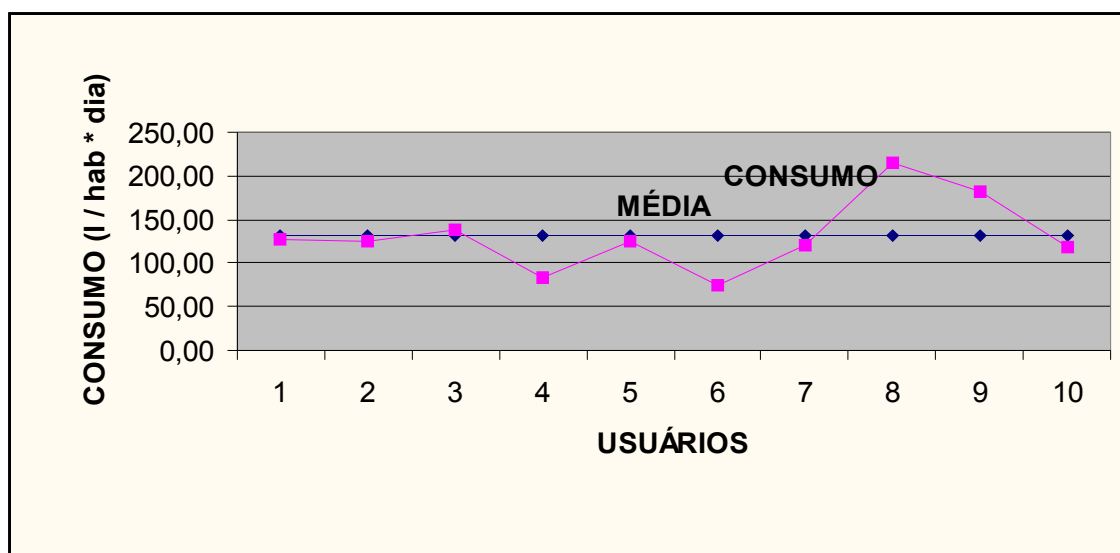


Figura 16: Análise gráfico-comparativa dos consumos per capita de água dos usuários do grupo G3.
Fonte: O autor, 2005.

Com relação ao grupo G3, percebe-se que os três usuários (4 G3, 6 G3 e 8 G3) distanciaram-se da média em 76,38% a menos, 96,70% a menos e 45,58% a mais, respectivamente. Observa-se que, se o valor desses três usuários fossem abandonados na sequência, a média se deslocaria para 133,50 l/ hab.dia. Consta-se que a presença deles no grupo diminui em 10,76% a média do consumo per capita.

A Figura 17 apresenta a análise gráfico-comparativa entre as médias dos consumos per capita de água dos grupos G1, G2 e G3.

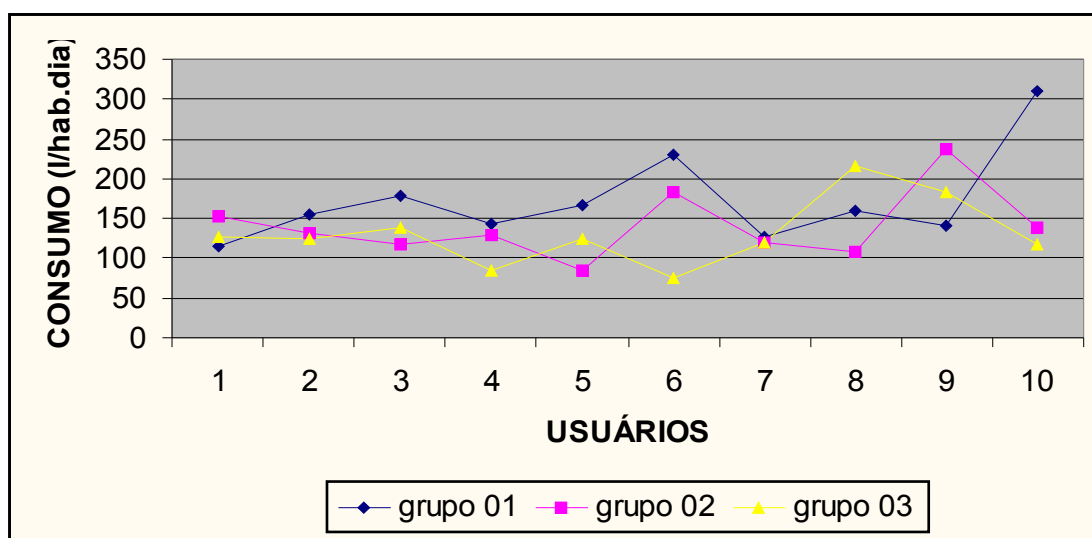


Figura 17: Análise gráfico-comparativa dos consumos per capita de água dos usuários dos grupos G1, G2 e G3.

Fonte: O autor, 2005.

Com relação aos três grupos juntos, percebe-se que os sete usuários (6 G1, 10 G1, 5 G2, 9 G2, 4 G3, 6 G3 e 8 G3) que se distanciaram da média geral dos três grupos, se fossem abandonados, a média geral se deslocaria para 139,10 l/hab * dia. Consta-se que a presença desses usuários no grupo total eleva em 6,30% a média do consumo per capita.

Quanto aos indicadores de perdas na distribuição, tem-se:

1. Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água não Contabilizada (ANC)

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

Equação 1

- Volume disponibilizado (VD)
- Volume utilizado (VU)
- Volume faturado (VF)

Obtenção do Volume Disponibilizado durante o mês de setembro de 2004.

- Vazão (m^3/h)= 19,70, resultado da leitura do medidor de vazão ultra-sônico.
- Quantidade de horas que o equipamento funcionou durante o mês de setembro de 2004 = número hora dia * 30 dias.

Volume Disponibilizado: (VD)

$\text{VD} = \text{Vazão} \times \text{N}^\circ \text{ Horas funciona dia} \times 30 \text{ dias}$

$\text{VD} = 19,70 \text{ m}^3/\text{h} \times 21\text{h/ dia} \times 30 \text{ dias}$

$\text{VD} = 12.411 \text{ m}^3/\text{mês}$

Obtenção do Volume Utilizado pelo universo da pesquisa no mês de setembro de 2004.

- Volume médio utilizado por cada economia no mês de setembro de 2004 = 13,33 $\text{m}^3/\text{mês}$ (média dos grupos G1, G2 e G3 da Tabela 4.2).
- Quantidade total de economias do universo da pesquisa = 803 (atualização cadastral constante do Anexo E).

$\text{VU} = \text{Volume médio por economia/mês} \times \text{n}^\circ \text{ de economias}$

$\text{VU} = 13,33 \times 803$

$\text{VU} = 10.704 \text{ m}^3/\text{mês}$

Logo, o Índice de Perda na Distribuição

$$\text{IPD} = \frac{\text{VD} - \text{VU}}{\text{VD}} \times 100 = \frac{12.411 - 10.704}{12.411} \times 100 = \text{IPD} = 13,75\%$$

2. Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água não Faturada (ANF)

Equação 2

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

Obtenção do Volume Faturado pelo universo da pesquisa no mês de setembro de 2004.

- Quantidade total de economias do universo da pesquisa = 803.
- Volume mínimo faturado sem hidrômetro = 10 m³ (os usuários da Agespisa, que não dispõem de hidrômetro, têm suas contas mensais faturadas com base numa tarifa mínima fixa de 10 m³/ mês).

$$VD = 12.411 \text{ m}^3/\text{mês}$$

$$VF = N^{\circ} \text{ de economias do setor} * \text{volume mínimo faturado sem hidrômetro}$$

$$VF = 803 \times 10 \text{ m}^3/\text{mês}$$

$$VF = 8.030 \text{ m}^3/\text{mês}$$

Logo, o Índice de Perda de Faturamento.

$$IPF = \frac{VD - VF}{VD} \times 100 = \frac{12.411 - 8.030}{12.411} \times 100$$

$$IPF = 35,30\%$$

4.2.2 Discussão sobre os resultados

4.2.2.1. Consumo per capita de água

Com respeito aos valores médios dos consumos per capita encontrados no estudo, que foi de 147, 86 l/hab.dia, comparando-se com a amostra dos prestadores de serviços de abrangência local, segundo o SNIS (2004), valores referentes ao ano de 2003, foi em média de

173,25 l/hab.dia para a amostra nacional; para os prestadores de serviços de abrangência regional, foi em média de 107,3 l/hab.dia para o Nordeste e 141,00 l/hab.dia para a amostra nacional.

Com relação ao valor do consumo per capita encontrado no estudo, de acordo com Azevedo Netto (2003) , é função de uma série de fatores e varia de cidade para cidade, bem como de um setor de distribuição para outro. Nesse sentido, haveria mais fidelidade neste comparativo, se houvesse resultados específicos de conjuntos habitacionais submetidos àquelas mesmas condições. O que percebe-se é que a Funasa (1999) adota, em seus projetos para sistemas de abastecimento com ligações domiciliares com populações menores que seis mil habitantes, o consumo per capita de 100 a 150 l/hab.dia. Já o PNCDA (1999, DTA A3), para localidades pequenas e médias, de 120 a 160 l/hab.dia. Relativamente aos valores observados, o per capita encontrado no estudo situa-se numa média entre estes valores.

Com relação ainda ao valor do consumo per capita, um dos fatores importantes que o alteram são as condições climáticas, em que, segundo Tsutiya (2004), o consumo é maior no verão. Por esta razão a pesquisa foi efetuada no mês de setembro, quando a temperatura média no município de Teresina, segundo Silveira (1999), é de 28,4 °C, já a umidade relativa do ar de 56%. O consumo é maior também pela ausência de medidores de água.

Em relação ao valor de consumo médio per capita encontrado, o valor foi de 147,86 l / hab . dia. Caso não houvesse intermitência no abastecimento, em detrimento do sistema produtor, o consumo possivelmente seria maior, a razão para isso é destacada pelo PNCDA(1998, DTA C3), que aponta “a ausência de micromedição como um dos indutores de perdas não físicas, em que o consumo de áreas não medidas fica limitado à capacidade de suprimento do sistema”.

O preço da água é um fator que influi no consumo, pois os usuários escolhidos para estudo não estavam pagando a conta proporcionalmente ao seu consumo: estavam pagando a taxa mínima (para a Agespisa é de 10 m³). Assim, se esses usuários estivessem pagando proporcionalmente o resultado do estudo do consumo per capita seria menor, como aponta Tsutiya (2004).

4.2.2.2. Volume médio de água consumido por economia

Com relação ao volume médio consumido por economia mensalmente, o estudo apresentou o valor médio de 13,33 m³/mês para a amostra. Comparando-se com os prestadores de serviços de abrangência local (serviços municipais), o valor médio foi de 23,1 m³/mês para o Nordeste e 16,9 m³/mês para a amostra nacional. Quanto aos prestadores de serviços de abrangência regional (empresas estaduais), o valor médio foi de 12,5 m³/mês para a amostra nacional, valores referentes ao ano de 2003 (SNIS, 2004).

4.2.2.3 Indicadores de perdas

Quanto ao indicador Índice de Perdas na Distribuição (IPD), o valor encontrado para o estudo foi de 13,75%; para o Índice de Perdas de Faturamento (IPF), o valor foi de 35,30%. Comparando-se com os resultados dos prestadores de serviços de abrangência local, o IPF para o Nordeste foi de 43,7% e 40,5% para a amostra nacional; quanto aos prestadores de serviços de abrangência regional, foi de 43,7% para o Nordeste e 39,3% para a amostra nacional. Já o IPD para esses prestadores foi de 49,4% no Nordeste e 44,3% para a amostra nacional, referentes ao ano de 2003 (SNIS, 2004).

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

Frente à análise dos dados encontrados neste estudo, pode-se concluir que:

Em relação à pressão na rede de distribuição, os percentuais de aumento no consumo de água, considerados por Leme (1984) e apontados por Clark et al (1977) apud Tsutiya (2004), indicam que há um aumento de 30% no consumo para uma elevação de 14m H₂O de pressão na rede. Isso não se verificou no caso em estudo, pois, observando-se a Tabela 4.1, percebe-se que a média dos consumos per capita dos grupos G1, G2 e G3, com suas respectivas pressões médias, foram de: 172,48 l/hab.dia para 13 mca; 140,23 l/hab.dia para 25mca; e 147,86 l/hab.dia para 44mca. Cabe salientar que, como houve uma grande variação quanto aos consumos dentro dos próprios grupos, mesmo se abandonando esses elementos que se afastaram de suas médias, a média dos grupos não apresentaria aumento de consumo proporcional ao aumento de pressão na rede de distribuição, conforme indicado pelos autores supracitados.

Em relação à não-proporcionalidade encontrada no estudo, comparando-se o aumento de consumo com o aumento da pressão na rede de distribuição, de acordo com a Superintendência de Operação da Agespisa, é prática de alguns consumidores que estão submetidos a pressões mais altas, já que suas residências estão submetidas aos mesmos patamares de pressão do sistema, principalmente no trecho entre o hidrômetro e a caixa d'água domiciliar, diminuírem a vazão de entrada, fechando em parte o registro de entrada para que essas pressões excessivas não os prejudiquem, provocando danos aos dispositivos de controle de nível de suas caixas d'água. Convém salientar que, segundo a NBR-12218 (1994), os setores de abastecimento devem possuir um adequado zoneamento piezométrico que atenda às pressões máximas estáticas e mínimas dinâmicas, entre 50 mca e 10 mca,

respectivamente. Nesse sentido, chama a atenção o elevado valor da pressão a que o grupo G3 está submetido, que é de 44 mca, já próximo do limite máximo.

Com respeito ao IPD, o valor encontrado no estudo foi de 13,75%. Em relação aos valores médios das empresas estaduais do Nordeste e da amostra nacional, já que os serviços autônomos municipais não apresentaram tais resultados, deve-se considerar as seguintes situações: a desvantagem dos indicadores percentuais, apontadas por Tsutiya (2004), PNCDA (DTA A2) e SNIS (2004), quando supõem características de homogeneidade entre os sistemas, o que não acontece na prática; são sistemas com características distintas, o que dificulta a comparação de performance de cada um; trata-se de um sistema recente, (Conj. Deus Quer) implantado no ano de 2000, no qual há, via de regra, aumento de vazamentos na rede de distribuição com o estado das tubulações (PNCDA-DTA A2); é um sistema de pequeno porte, que não apresenta dificuldades operacionais e tipicamente residencial, como mostra a composição do seu mercado consumidor.

Com respeito ao IPF encontrado no estudo, possuir um valor de 35,30%, já próximo da média da amostra nacional das empresas estaduais, deve-se ao fato de os usuários desse sistema não pagarem contas proporcionais ao seu consumo, pois no cálculo desse indicador o volume faturado foi encontrado através do produto entre o número de economias do setor pelo volume mínimo faturado para a categoria sem hidrômetro, que para a Agespisa é de 10m³. Nesse caso, se o IPF fosse calculado com base no volume efetivamente consumido e faturado para cada usuário, o valor desse IPF estaria situado na mesma ordem de grandeza do IPD.

Com relação à ordem de grandeza do consumo per capita e do indicador IPD, possivelmente não foram maiores em decorrência da intermitência do fornecimento de água, ocasionada pela limitação da capacidade de produção do sistema.

5.2 Recomendações

Diante das conclusões apresentadas no item 5.1, recomenda-se que:

Na ampliação de um sistema de abastecimento de água ou de parte dele, deve-se avaliar a iniciativa através de um diagnóstico da situação das perdas de água e, posteriormente, a elaboração do seu próprio programa de controle de perdas, a exemplo das empresas estaduais citadas no Apêndice B, que tiveram a iniciativa de implantar esses programas de controle de perdas permanentes.

Seja obtido o valor de consumos per capita de água, meta ainda não atingida na maioria dos serviços de abastecimento de água. Como é um instrumento de conhecimento e gestão, isso deve ser pesquisado para que os projetos relativos ao abastecimento de água, após as pesquisas em vários extratos da população, substituam as práticas usuais de se adotar valores de consumos per capita proporcionalmente às populações das cidades e, dessa forma, possam subsidiar os projetos, apropriando-se de valores mais próximos da realidade de cada setor de abastecimento eliminando-se o super ou subdimensionamento das estruturas desses sistemas.

Seja aprofundada a pesquisa para um período mínimo de 12 meses, levando-se em consideração a sazonalidade, com uma apuração sistemática para que se conheçam as tendências ou a evolução tanto do consumo per capita quanto dos indicadores IPD e IPF.

Na avaliação de eficiência dos serviços no uso da água, deve-se utilizar uma combinação de indicadores percentuais com indicadores físicos apurados por extensão de rede ou por economias, como base para comparação de desempenho entre sistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESBE e ASSEMAE (1998). Indicadores de Perdas nas Entidades de Serviços Públicos de Saneamento, Documento Preliminar – 1ª revisão. Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais – AESBE e Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE, Brasília, DF, 17 p..

AGESPISA, 2005. Superintendência de Operação – Diretoria de Operação da Capital.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR – 12218. Elaboração de Projetos Hidráulicos de Redes de Distribuição de Água Potável para Abastecimento Público. Rio de Janeiro, 1994.

AZEVEDO NETTO, J.M. de Azevedo. **Manual de Hidráulica**. 8ª ed. , São Paulo .. Edgard Blucher LTDA, 2003.

COÊLHO, Adalberto Cavalcanti. **Manual de Economia de água: Conservação de água**. Olinda : Do autor ,2001.

_____. **Medição de água, política e prática**. Olinda: Comunicarte, 1996.

Diagnóstico Técnico-operacional e Elaboração de Nova Concepção para o Sistema de Abastecimento de Água de Teresina – PI – Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS II – PNUD – 2004.

FUNASA (Fundação Nacional de Saúde) / Ministério da Saúde. Manual de Saneamento. 3ª ed., Brasília. 1999.

GOMES, Heber Pimentel. **Sistemas de Abastecimento de Água: dimensionamento econômico**. 1ª ed., Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba, 2003.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de águas**, 245p., São Paulo: Editora Atlas, 2001.

LEME, Francilio Paes. **Engenharia do saneamento ambiental**. 355p. , Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1984.

MIRANDA, E. C. (2002). Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas e Metodologias para Análise de Confiabilidade. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil, Brasília, DF, 20p.

MONTEIRO, C.A. Barata. Caracterização do Esgotamento Sanitário de Teresina: Eficiência, Restrições Aspectos Condicionantes. 2005, 220 p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí).

MMA- Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. Brasília,DF, 2000.

NIIDA, Osvaldo Ioshio. **Controle e redução de perdas- Estudo de caso setor Santo Amaro – RMSP- SABESP**. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Rio,1999.

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. **Documento Técnico de Apoio C2- Panorama dos sistemas públicos de abastecimento no país**. Brasília: SEDU-MPO. 1998.

_____. **Documento Técnico de Apoio A2- Definições de perdas nos sistemas públicos de abastecimento**. Brasília: SEDU-MPO,1998.

_____. **Documento Técnico de Apoio C3 – Medidas de redução de perdas – elementos para planejamento**.Brasília: SEDU- MPO, 1998.

_____. **Documento Técnico de Apoio D3- Micromedição** . Brasília: SEDU-MPO, 1998.

_____. **Documento Técnico de Apoio D1- Controle de pressão na rede**. Brasília: SEDU-MPO, 1998.

_____. **Documento Técnico de Apoio D2 - Macromedição**. Brasília: SEDU- MPO, 1998.

_____. **Documento Técnico de Apoio A3 – Caracterização da demanda urbana de água**. Brasília : SEDU-MPO . 1999.

_____. **Documento Técnico de Apoio A5 – Planos Regionais e Locais de Combate ao Desperdício de Água**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2003.

SABESP (1999). Programa de Desenvolvimento Operacional – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Superintendência de Planejamento e Apoio Interior, São Paulo, SP, 42 p..

SILVEIRA, A.L, ROMERO, M.A.. **Diretrizes de projeto para a construção de prédios escolares em Teresina – PI**. V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza (1999) Artigo Técnico.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2003. Brasília. IPEA, 2004.

_____. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 1998. Brasília. IPEA, 1999.

_____. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. Brasília: IPEA, 2002.

_____. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2002. Brasília. IPEA, 2003.

_____. Visão Geral da Prestação dos Serviços de Água e Esgotos – 2003. Brasília. IPEA, 2004.

TSE, Técnicas e Serviços de Engenharia. Sistema de Abastecimento de Água: Relatório de Concepção. Rio de Janeiro, 1984.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. 1ª ed., Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

APÊNDICE

APÊNDICE A - PANORAMA DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA NO BRASIL

O panorama aqui mostrado baseia-se no diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, que é uma publicação regular que apresenta informações e análises com o objetivo de retratar as características e a situação do abastecimento de água e do esgoto sanitário no Brasil. Os dados do SNIS são atualizados anualmente, a partir da coleta em uma amostra de prestadores de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em todo o país. O conjunto de serviços de água presente no SNIS em 2003 atende a 75,4% do total de municípios do Brasil e a 92,5% da população urbana nacional. Outra publicação do SNIS, a Visão Geral da Prestação dos Serviços de Água e Esgoto – 2003, que serviu de subsídio para esta breve avaliação do desempenho das entidades prestadoras dos serviços.

1. Prestação dos Serviços no Brasil

No que se refere ao atendimento, verifica-se que em números absolutos (quantidade total de ligações e de municípios) prepondera o atendimento por prestadores de serviços de abrangência regional. Em termos de abastecimento da água, o índice médio nacional para todo o conjunto do Diagnóstico 2003 é de 95,3%.

Quanto à receita total dos prestadores de serviços, esta foi de R\$ 15,5 bilhões, dos quais cerca de 82,1% correspondem aos prestadores de serviços de abrangência regional, 17,5% aos de abrangência local e de 0,4% aos de abrangência microrregional.

No tocante à tarifa média, os prestadores regionais apresentaram um resultado de R\$ 1,42/m³, e entre os prestadores de abrangência local, esse valor foi de R\$ 0,98/m³, 31% menor que o valor médio dos prestadores regionais, fato que, segundo o SNIS (2003), se justifica pela necessidade de cobrir as despesas com os serviços, que são também maiores, e observa que,

em relação às menores tarifas aplicadas por parte dos prestadores de serviços locais, em que pese ser essa a situação desejável, é preciso estar atento ao necessário equilíbrio financeiro das contas, cabendo destacar que valores muito baixos pagos pela geração de hoje podem comprometer a qualidade dos serviços a serem prestados às gerações futuras.

Quanto à evasão de receitas, para todo o conjunto do Diagnóstico 2003 e valor total dos créditos a receber, somaram R\$ 4,9 bilhões, representando 31,8% do faturamento e um comprometimento médio de 122,7 dias.

Com relação às perdas de faturamento, o valor médio para todo o conjunto de prestadores de serviços foi de 39,4%, indicando uma pequena melhora em relação ao ano de 2002, quando o valor médio foi de 40,4%. Para o SNIS (2004), a situação das perdas de água nos sistemas brasileiros continua preocupante, uma vez que a queda verificada foi de apenas 1,1 ponto percentual, mesmo em um ambiente em que há bastante espaço para melhoria. Ressalta também que, em ambientes onde o índice de perdas é elevado, as ações de combate têm maior potencial de redução nos índices médios.

O Quadro 1 apresenta as perdas de faturamento, em valores médios, seguindo a abrangência e a região geográfica.

Quadro 1: Índice de perdas de faturamento médio dos prestadores de serviços participantes do Diagnóstico 2003, segundo abrangência e região geográfica.

Região	Abrangência			Brasil (%)
	Regional (%)	Microrregional (%)	Local (%)	
Norte	53,5	-	63,5	56,6
Nordeste	43,7	36,1	44,5	43,7
Sudeste	37,3	27,8	36,5	37,0
Sul	39,3	13,6	38,9	39,1
Centro-Oeste	30,7	-	44,1	33,1
Brasil	39,3	25,6	40,5	39,4

Fonte: SNIS, 2004.

A análise dos resultados segundo o prestador de serviços, permite observar que, entre os de abrangência regional, apenas quatro dos 25 apresentaram índices inferiores a 30%, e destes somente a CAESB/DF e COPASA/MG têm perdas inferiores a 25%. Por outro lado, há um número expressivo de prestadores de serviços com perdas muito elevadas: sete superiores a 50%, dos quais três apresentaram valores próximos dos 70%. Na média de todo o subconjunto de abrangência regional, o índice atual (39,3%) é um pouco inferior ao de 2002 (39,9%).

Para os prestadores de abrangência local, há também diferenças significativas entre os valores do indicador de perdas de faturamento, que varia de menos de 20% em 83 casos, a outros 24, superiores a 60%, com uma média de 40% para os serviços prestados por entes de direito público, de 36,6% para o subconjunto de serviços organizados como entes de direito privado e de 48,5 para as empresas privadas.

2. Prestadores de Serviços de Abrangência Regional (Companhias Estaduais)

Os municípios atendidos pelos prestadores de serviços de abrangência regional, constantes do Diagnóstico 2003 (24 companhias estaduais e a autarquia do Acre), atendem com água a 69,9% dos municípios brasileiros, 73,6% da população urbana do país e 79,6% da população urbana dos municípios atendidos com água pelos prestadores de serviços.

São apresentadas no Quadro 2 as quantidades de ligações ativas de água em cada região e em quatro companhias: as duas primeiras com as maiores quantidades de ligações ativas de água do subconjunto e as outras duas com as menores quantidades.

Quadro 2: Quantidade de ligações ativas de água atendidas pelos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do Diagnóstico 2003, segundo região geográfica, e os prestadores de serviços com as duas maiores e menores quantidades.

Região e Companhia	Quantidade de ligações ativas de água (mil ligações)
Norte	808,4
Nordeste	6.471,2
Sudeste	10.070,2
Sul	4.353,9
Centro-Oeste	1.704,1
Brasil	23.407,8
Dois maiores valores	
SABESP/SP	5.420,9
COPASA/MG	2.765,7
Dois menores valores	
CAESA/AP	52,7
CAER/RR	69,8

Fonte: SNIS, 2004.

Os prestadores de serviços de abrangência regional atendiam na área urbana, em 2003, a um contingente de 100,7 milhões de pessoas com abastecimento de água, o que resulta num índice de atendimento de 95,1%, referido à população urbana desses municípios, distribuídos segundo a região geográfica da seguinte forma: Norte, 69,5%; Nordeste, 94,9%; Sudeste, 95,7%; Sul, 100%; e Centro-Oeste, 97,2%.

Quanto à produção, os prestadores apresentaram no ano de 2003 um volume de 10,2 bilhões de metros cúbicos de água. Em termos regionais, destaca-se a região Sudeste, com uma produção que representa 55,3% do total do grupo. É importante ressaltar que a produção média de água situa-se num patamar entre 20 a 30 m³/economia/mês, destacando-se alguns valores elevados que superam 50m³/economia/mês. Segundo o SNIS (2004), valores muito elevados de produção de água estão, em geral, associados a perdas excessivas.

Com respeito ao consumo de água, observa-se um consumo médio por economia de 14,1 m³/economia/mês e um consumo médio per capita de água de 141,0 L/hab/dia. São apresentados no Quadro 3 esses consumos médios de água em cada região.

Quadro 3: Índice de consumo médio de água por economia dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do Diagnóstico 2003, segundo região geográfica.

Consumo Médio de água		
Região e Companhia	Por habitante (L/hab. dia)	Por economia (m³/economia mês)
Norte	111,7	16,1
Nordeste	107,3	12,5
Sudeste	174,0	15,9
Sul	124,6	11,7
Centro-Oeste	133,6	13,4
Brasil	141,0	14,1

Fonte: SNIS, 2004.

Para o SNIS (2004), os valores de índices de perdas, observados nos sistemas de abastecimento de água, encontram-se em patamares bastante elevados, com uma média do subconjunto para o indicador de perdas de faturamento de 39,3%, que tem um valor máximo de 72% (CAERD/RO) e um valor mínimo de 22,4% (CAESB/DF). Tais valores encontram-se apresentadas na Tabela 1, do Anexo A, para as perdas de faturamento dos anos de 1998, 2002

e 2003, dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes dos Diagnósticos dos referidos anos.

No que se refere à receita total, tem-se um montante faturado da ordem de R\$ 12,7 bilhões. A distribuição regional desses valores indica uma participação expressiva da região Sudeste na receita operacional total (59,2% da receita do subconjunto). Já as despesas totais com os serviços dos 25 prestadores de serviços chegam a um montante de R\$ 12,7 bilhões.

São apresentados, no Quadro 4, os valores da receita operacional total e das despesas totais com os serviços, bem como da tarifa média praticada e das despesas com os serviços por m³ faturado em cada região.

Quadro 4: Receitas, despesas, tarifas e custos médios dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do Diagnóstico 2003, segundo a região geográfica.

Região	Receita Operacional (R\$ milhões/ano)	Despesas Totais (R\$ milhões / ano)	Tarifa Média praticada R\$/ m ³	Despesas por m ³ faturado R\$ / m ³
Norte	262,5	398,5	1,34	2,14
Nordeste	1.948,4	2.096,3	1,14	1,31
Sudeste	7.517,7	7.418,1	1,41	1,42
Sul	2.035,2	1.818,4	1,83	1,67
Centro–Oeste	928,7	962,0	1,51	1,65
Brasil	12.692,5	12.693,4	1,42	1,46

Fonte: *SNIS, 2004.*

Com relação à tarifa média praticada, tem-se um valor de R\$ 1,42/m³ para o subconjunto, com sua variação regional de R\$ 1,14/m³ no Nordeste a R\$ 1,83/m³ no Sul.

APÊNDICE B - PROGRAMAS DE CONTROLE DE PERDAS NAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO

1. Programa de Controle de Perdas da Sabesp

A SABESP dispõe de grande experiência e literatura sobre controle de perdas. No momento, vem dando prioridade a Programas Internos de Redução de Perdas. Um dos documentos que reflete as principais características desses programas é o Relatório Interno de Redução de Perdas da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP - 1ª fase - Relatório de Avaliação (SABESP, 1996).

Quanto ao Programa Interno de Redução de Perdas da RMSP (PIRP), as ações abrangidas foram: novo modelo de gestão, com foco nos clientes e com os poderes concedentes (municípios) agrupados em bacias hidrográficas; recuperação financeira da Companhia, através da renegociação de contratos de dívidas, corte de despesas, etc; reestruturação e descentralização administrativa, com a criação das Unidades de Negócio - UN e, Unidades de Serviços-US; elaboração de políticas institucionais, definição de metas empresariais, etc; elaboração do Programa Metropolitano de Água, em que estão apresentadas as intervenções estruturais para o equacionamento do problema de falta d'água na RMSP; implantação do Programa de Uso Racional da Água PURA, visando reduzir desperdícios de água através de emprego de equipamentos de baixo consumo e por meio da conscientização da população para o uso mais adequado da água tratada; e implantação do Programa de Despoluição do Rio Tietê.

O PIRP concentrou suas ações em duas frentes: *perdas físicas*, considerando as águas que efetivamente não chegam ao consumidor em função de vazamentos nos ramais prediais e no sistema público de abastecimento; e *perdas não físicas*, decorrentes de erros de medição nos hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas e falhas do sistema de cadastramento da Companhia. Nesses casos, de alguma forma a água é consumida, mas não é medida, acarretando perda de faturamento.

Assim, a implementação das ações programadas permitiu obter os seguintes resultados: ampliação da receita; melhoria do desempenho operacional; melhor utilização da

infra-estrutura existente e eventual postergação de novos investimentos; melhoria da imagem da empresa junto aos consumidores; e ampliação dos benefícios no uso dos recursos hídricos.

Tiveram início, na década de 70 as primeiras ações de controle de perdas na RMSP. Em 1981, já com recursos financiados pelo antigo BNH - Banco Nacional de Habitação, foi implementado o PECOP - Plano Estadual de Controle de Perdas. Em 1984, esse plano foi reformulado, implantando-se o PEDOP - Programa de Controle e Desenvolvimento da Operação que possuía oito subprogramas: micromedição; redução e controle de vazamentos; macromedição; pitometria; desenvolvimento da operação; revisão dos critérios de projetos e construção e desenvolvimento da qualidade dos materiais e equipamentos; cadastro dos sistemas existentes e de grandes consumidores; e segurança dos sistemas.

A SABESP, em 1989, iniciou um programa de investimentos de cinco anos, com recursos do BID, com o intuito de incrementar os índices de atendimento de águas e esgotos e a eficiência operacional da Companhia, através da construção de novas instalações para o sistema de abastecimento de água e desenvolvimento operacional e institucional. Também objetivou identificar o nível real de perdas físicas e não físicas, apontando as medidas adequadas para sua redução, além de gerar rápidos lucros financeiros.

Já em 1991, foi contratada uma empresa de consultoria para formatar um Programa de Redução de Águas Não Faturadas na RMSP. Salienta-se, que naquela ocasião, o índice de perdas era de 40%. Os trabalhos foram subdivididos em três fases: pesquisa inicial e estruturação de um programa de ação imediata, visando a constituição de um banco de dados; pesquisa de campo em áreas previamente selecionadas e análises complementares, possibilitando a exportação dos resultados para a totalidade da RMSP; e proposições para uma estratégia geral de redução de águas não faturadas e de um Programa de Ação de Dois Anos.

Algumas avaliações importantes registradas desse trabalho foram: mais de 90% dos vazamentos ocorriam em ramais prediais, dos quais 80% correspondiam aos ramais implantados em PEAD (polietileno de alta densidade); o sistema de macromedição dos pontos de vendas de água por atacado aos municípios não apurados pela SABESP apresentou-se deficiente, dado que as perdas no conceito de águas não faturadas podiam situar-se entre 0,5 m³/s e 2m³/s; a submedição nos hidrômetros era devida à existência de caixas d'água em 80%

dos domicílios com equipamentos inclinados ou avariados e à inadequação dos hidrômetros aos consumos verificados; as perdas em habitações subnormais (favelas e áreas invadidas) estavam associadas aos aspectos decorrentes da política de abastecimento de água de favelas na RMSP (onde se destacava a cobrança da tarifa mínima, independentemente do consumo) e da existência de ligações irregulares em zonas invadidas, para as quais a Companhia era penalizada com bastante prejuízo; e o aperfeiçoamento da gestão comercial, que seria um dos pontos mais importantes a serem atacados, dada a magnitude das perdas ligadas e esse aspecto.

As ações a planificar foram subdivididas em quatro categorias: ações básicas fundamentais, como o equacionamento dos problemas dos ramais prediais e PEAD, a macromedição dos volumes vendidos por atacado e novo sistema informatizado de dados gerenciais; ações referentes à redução de perdas físicas; ações referentes à redução de perdas não físicas; e ações referentes ao gerenciamento comercial. A estratégia proposta de redução e controle de perdas dar-se-ia em duas etapas: a curto prazo, com a implantação de um Plano de Ação de Dois Anos para reduzir as perdas de 40% até um patamar de 28%; e a longo prazo, a partir da análise criteriosa dos resultados do Plano de Ação de Dois Anos e o estabelecimento de novas hipóteses de trabalho.

Profissionais da Companhia, em janeiro de 1995, pertencentes a diversas entidades associativas, elaboraram um Plano Alternativo para a utilização de recursos próprios, no qual as ações propostas tinham como objetivo a redução do índice de perdas para 30% em dois anos, chegando-se ao patamar de 24% ao longo de 5 anos. As análises desse plano proposto evidenciaram: a viabilidade de se conduzir o programa com recursos próprios; um retorno financeiro excelente; o plano de ações apresentava maiores resultados nas perdas não físicas; a possibilidade de rápida implementação; e uma reformulação das práticas da empresa, aproveitando a tecnologia e experiências disponíveis nos quadros existentes.

Como resultado importante, diante das metas estabelecidas em 1995 com relação à redução do índice de perdas totais, no ano de 1997 foi verificado um valor de 33,5%.

2. Programa de Controle de Perdas da Sanepar

A SANEPAR, assim como aconteceu na SABESP, vem passando por mudanças institucionais importantes, com reestruturação administrativa e introdução de programas de qualidade. Nesse sentido, o controle de perdas é implementado como um programa de caráter estratégico da empresa, com características de auto sustentabilidade e integração, especialmente em relação ao envolvimento do setor de operação.

Apresentam-se as principais características do Programa a partir da descrição do que está sendo realizado na Região Metropolitana de Curitiba: em décadas passadas, houve a atuação decisiva no combate a perdas físicas em redes de distribuição, por meio de geofonamento; atualmente, estando o sistema com sua capacidade de cobertura de demanda praticamente exaurida, tanto no aspecto de produção quanto no de reservação e distribuição, o tema ganha novamente força para a concentração de investimento; não tem por objetivo ações isoladas, mas sim um conjunto estruturado de forma a enraizar algumas delas nas rotinas operacionais; desse modo pretende-se que os resultados obtidos não sejam pontuais no tempo e no espaço, estabelecendo-se o estado de controle das perdas por meio do monitoramento contínuo, além dos subprodutos alcançados em cada atividade operacional.

O problema das perdas é abordado no âmbito do controle operacional e compreende três fases: serviço de cadastramento e manutenção de cadastro atualizado (ação apoiada no Sistema de Informações Geográficas - SIG); análise das perdas de água (procura tipificar as perdas desde a sua origem, avaliando reflexos no sistema); e análise integrada do Sistema de Abastecimento de Água (ação contínua e dinâmica, centrada nas simulações hidráulicas do sistema).

Quanto à análise do problema, o percentual de perdas existentes no sistema de abastecimento de água de Curitiba (70%) são perdas físicas, isto é, são volumes perdidos em vazamentos nas tubulações, extravazamentos de reservatórios, problemas nas instalações das unidades localizadas ou mesmo nos processos de produção e distribuição. Os 30% restantes são perdas não físicas, constituídas por erros de medição e retiradas não faturadas. Há previsão de redução das perdas totais de 45% para 32%.

3. Programa de Controle de Perdas da Sanasa

A SANASA vem desenvolvendo seu programa de controle de perdas desde 1993. Durante o desenvolvimento do Planejamento Estratégico da empresa, o programa de controle de perdas foi eleito como um dos mais estratégicos. Esse programa propiciou, no período de 1993 a 1996, a redução das perdas totais de 45% para 35% e das perdas na distribuição de 41% para 33%. Assim como na SABESP e na SANEPAR, a sua ênfase foi a da integração da empresa em torno do tema, com grande envolvimento das áreas de operação, comercial, financeira, técnica e de processamento de dados, com mudanças culturais no comportamento dos funcionários.

O planejamento realizado para o controle de perdas no período de 1997 a 2000 (SANASA, 1997) teve suas metas e recursos financeiros mensais previstos no Planejamento Estratégico, tais como: reduzir as perdas físicas de água para 25%, eliminando perdas elétricas, mecânicas e hidráulicas de todas as unidades do sistema representando (5% do faturamento mensal do SANASA); setorizar 100% das economias da cidade; não ter perda de faturamento; automatizar todas as unidades operacionais até o ano 2000 (Captação / ETA / Reservatórios / Estações Elevatórias), representando 0,4% do faturamento mensal da SANASA; e ter sistema integrado de monitoramento e controle do sistema.

Para as duas primeiras metas, os objetivos se concentraram em: identificar e eliminar as perdas visíveis, não visíveis e operacionais; localizar os vazamentos em estruturas, barriletes de bombas, tubulações e acessórios; implantar o sistema de geofonamento; realizar ensaio hidrostático em redes novas; fazer a limpeza de poço de sucção e desarenador; lavar os filtros e decantadores; promover a descarga de lodo; proceder ao extravasamento e à limpeza; agilizar os reparos das redes e ligações. Como estratégia, o trabalho voltou-se à troca de redes, de ramais, de hidrômetros e redução de pressão.

Para a terceira meta, a estratégia de trabalho privilegiou a micromedição, o controle de ligações de água, o controle de ligações de esgoto e fontes alternativas de abastecimento. Já para as duas últimas metas, teve seu objetivo na otimização dos processos de trabalho envolvendo a operação, manutenção, controle de perdas, planejamento e gerenciamento de dados operacionais.

4. Programa de Controle de Perdas da Cesan

Para a implementação do Programa de Redução de águas não Faturadas – PANF nas regiões da Grande Vitória e de Guarapari, a CESAN contratou, em dezembro de 1994, uma empresa de consultoria, com a meta fundamental para o êxito do Programa, de internalizar uma nova cultura empresarial na CESAN baseada no controle e redução de perdas com o envolvimento de todo o corpo funcional da Companhia.

O escopo dos trabalhos do PANF foi bastante abrangente, incluindo ações relativas a pré-requisitos do sistema e estudos complementares, redução de perdas físicas, redução de perdas não físicas e melhoria organizacional e institucional.

As ações compreenderam vinte e dois subprojetos: macromedição dos volumes produzidos; atualização do cadastro da rede; estudo do planejamento global do sistema de abastecimento de água da Grande Vitória; estudo da adequação das tubulações utilizadas em ramais prediais; pesquisa de fugas visíveis; programa de pesquisa de fugas invisíveis; programa de substituição de tubulações antigas; programas de melhoria da setorização da rede; sistema de telecomando e de telemetria; programa de instalação de hidrômetros; definição de normas e procedimentos para a instalação e manutenção de hidrômetros; criação de uma unidade de gerenciamento de grandes consumidores; programa de atualização permanente do cadastro dos consumidores; criação de uma unidade especializada em processamento de fraudes; instalação de um sistema de medição distrital das zonas de baixa renda; estruturação do acompanhamento e controle do PANF; melhoria do funcionamento das unidades operacionais e comerciais; melhoria do sistema de controle operacional e comercial; projeto de cadastro geográfico digital; programa de treinamento de pessoal; ações de informação aos usuários; e revisão da estrutura tarifária.

A metodologia geral para o diagnóstico das perdas adotada para avaliar os vários tipos de perdas em termos de desagregação e quantificação e subsequente elaboração do plano de ação compreendeu basicamente os seguintes grupos de atividades: análise dos documentos, projetos e informações existentes na Companhia; pesquisas de campo; e estruturação do plano de ação.

5. Programa de Controle de Perdas da Casan

A CASAN contratou, em 1995, o Programa de Desenvolvimento e Controle Operacional do Sistema de Abastecimento de Água da Região de Florianópolis, cujo objetivo principal era reduzir o índice de perdas totais de água na região, que compreende a capital do Estado de Santa Catarina e quatro municípios do entorno (São José, Palhoça, Biguaçu e Santo Amaro da Imperatriz), contemplando melhorias no sistema de controle operacional, com ênfase na redução de águas não faturadas e o conseqüente incremento da receita como forma de viabilizar economicamente a sua implementação.

O projeto de redução de perdas foi efetuado nas seguintes fases: diagnóstico comercial preliminar; diagnóstico operacional do sistema integrado de abastecimento de água; programa de ação imediata, que se constituiu nas pesquisas de campo e de ações pontuais visando à complementação do diagnóstico inicial e a concepção de um plano de ação de curto e médio prazo; programa de ação de curto/médio prazo visando quantificar técnica e financeiramente as diversas ações para a redução das perdas e seus respectivos benefícios; e o Programa de Ação de Dois Anos (programa de longo prazo), baseado nas conclusões retiradas das ações do plano anterior, a ser implantado pela Companhia em 1998/1999.

A distribuição mais provável das perdas verificadas no decorrer do ano de 1995, com relação às perdas totais, era de 36,1% da produção atual. Quanto às perdas físicas, estas equivaliam a 39,3% e 60,7% de perdas não físicas, das perdas totais. O programa de curto/médio prazo tinha como meta reduzir o índice de perdas do sistema de 36,1% para 25%.

A metodologia de desenvolvimento dos trabalhos teve um forte embasamento nas pesquisas de campo, efetuadas para a determinação das perdas físicas e não físicas sobre amostras representativas da rede de distribuição e ramais prediais e dos consumidores típicos e atípicos.

O Programa de Dois Anos foi composto por diversos subprojetos classificados em seis categorias: pré-requisitos e ações preparatórias; reestruturação do sistema integrado de abastecimento de água; mudanças organizacionais; ações para a redução das perdas não

físicas; ações para a redução das perdas físicas; e outras atividades do Programa de Desenvolvimento Operacional (P.D.O.).

6. Programa Específico de Redução de Perdas não Físicas da Caesb

A CAESB criou, em 1984, a primeira equipe de campo com o objetivo específico de efetuar pesquisas e eliminação de fraudes nas redes de distribuição de água e nas ligações prediais do Distrito Federal.

A metodologia contemplou os seguintes tópicos: pesquisar sistematicamente; acionar a imprensa nos casos mais significativos; encaminhar à justiça os relatórios das infrações e efetuar abertura de inquérito para que fosse apurada a responsabilidade criminal; cobrar, além das multas usuais, os volumes evadidos e despesas inerentes; e incentivar as denúncias.

Algumas atividades foram realizadas para detecção de fraudes, a saber: válvula propagadora de ondas instalada no cavalete; rastreamento de tubo clandestino; rastreamento da rede; e presença da perícia criminal.

Como resultado das irregularidades e suas incidências teve-se: ligação direta depois de efetuado o corte, 41%; derivação irregular feita no ramal, 18%; By-Pass, 9%; abastecimento irregular a terceiros, 9%; e outros, 24%. A quantidade de ligações pesquisadas no ano de 1997 foi de 22.222, sendo 555 ligações com irregularidades confirmadas.

A CAESB concluiu que a atividade é auto-sustentável; que as receitas diretas pagam todas as despesas das equipes; que o retorno maior é o preventivo, por inibir fraudes em todo o universo de ligações; que a redução de 1% de ligações clandestinas, em relação ao universo de ligações ativas, resultou em redução de perdas da ordem de 2,8% do volume produzido; que a repercussão estimada no faturamento foi de um aumento de 3,38%; e que o encaminhamento do assunto à justiça e a veiculação na mídia são fundamentais.

Pode-se observar, que dos programas de controle de perdas em desenvolvimento nas empresas, dos pontos apresentados, há muitos pontos em comum, nos quais são salientados os seguintes: os programas são considerados de caráter permanente, essenciais e

estratégicos para as empresas, além de muito sustentáveis sob o aspecto econômico-financeiro; os programas sempre estão associados a mudanças estruturais e comportamentais das empresas, envolvendo programas de qualidade, planejamento estratégico ou modernização, que visam à integração e participação em torno do estabelecimento de sua missão, dos objetivos, das metas e das ações para atingi-las; destaca-se a tendência em evidenciar a consecução de metas para a redução das perdas de faturamento através do aprimoramento do sistema comercial e da manutenção preventiva de hidrômetros, fato que se deve ao retorno mais rápido dos investimentos nessa área; outro ponto, ainda com respeito a perdas de faturamento, é o tratamento diferenciado dos grandes consumidores, principalmente no monitoramento dos consumos e do dimensionamento adequado dos hidrômetros; a redução das perdas físicas é planejada por meio de redução de pressões na rede, obtida pela setorização ou pela introdução de válvulas redutoras de pressão e do desenvolvimento operacional; a substituição de redes; e a pesquisa de vazamentos, visíveis e invisíveis, bem como sua imediata correção.

ANEXOS

**ANEXO A - Perdas de faturamento das empresas estaduais de saneamento participantes
dos Diagnósticos 1998, 2002 e 2003, do Sistema Nacional de Informações Sobre
Saneamento.**

Empresas	ÍPF (%) – ANO- 1998	ÍPF (%) – ANO- 2002	IPF(%) – ANO- 2003
CAESB / DF	17,31	21,60	22,40
COPASA / MG	25,25	25,40	24,90
SANEPAR / PR	29,02	25,30	25,50
SABESP / SP	29,89	31,70	34,50
CASAN / SC	32,39	36,20	38,30
CAGECE / CE	33,16	36,10	32,20
SANEAGO / GO	33,92	31,40	34,30
SANESUL / MS	37,03	39,10	38,00
DESO / SE	38,38	49,30	43,90
CORSAN / RS	42,30	52,70	54,30
CAGEPA /PB	42,64	30,50	31,50
SANEATINS / TO	43,44	26,30	28,70
EMBASA / BA	43,53	36,50	34,90
CAERN / RN	44,60	47,20	45,80
COSANPA / PA	47,40	49,00	48,20
COMPESA / PE	48,99	55,70	55,70
CASAL / AL	54,71	45,40	49,90
CAER / RR	55,53	54,60	57,10
CAESA / AP	61,34	66,80	68,10
DEAS / AC	69,35	69,00	67,60
CAERD / RO	69,63	71,30	72,00
CAEMA / MA	70,92	63,80	48,10

Fonte: SNIS, 1998, 2002, 2003.

ANEXO B – Relação de Poços de Teresina

RELAÇÃO DE POÇOS DE TERESINA							
ENDEREÇO	EQUIPAMENTO			COLOCAÇÃO		DIA INSTALADO	
	POT. / CV	MARCA / MOD.	Q / m ³ / h	PROF.	DN / TUBO		
ZONA NORTE							
Poço (Planalto Uruguai), Em frente a Q - 01 (reservatório)	10HP	Ebara 511 - 10	20	90m	2"		
Poço N° 03 (Satélite), Rua Mercúrio S / N Praça Santa Teresinha	20cv		30		3"		
Poço N° 04 (Satélite), Rua Mercúrio, 4749 (reservatório)	05cv		15		2"		
Poço N° 05 (Satélite), Rua Mercúrio, S / N esc. Municipal Fco. Prado	15cv	Leão S 30 - 10		48m	2. 1/2 "		
Poço (Vila Bandeirante III), Rua Açucena ao lado do posto de saúde	03HP	Ebara 412 - 4	6	56m	1. 1/2 "		
Poço (Porto Centro)	08HP	Ebara 511 - 8	11,5	69m	2"		
Poço (Pedra Mole), Rua Quatorze S / N (reservatório)							
Poço (Nova Teresina) (reservatório)							
Poço N° 01 (Monte Alegre), Rua Monte Alto (reservatório)	25cv	Ebara 516 - 11	41	102,5	2. 1/2 "		
Poço N° 02 (Monte Alegre)							
Poço (Parque Firmino Filho), Rua Monte Verde S / N (reservatório)							
Poço N° 01 (Santa Maria da Codipi), Rua Lavinia Gonçalves S / N							
Poço N° 02 (Santa Maria da Codipi), Rua Raimundo Doroteia S / N	10HP	Leão R 16 - 9		102m	2"		
Poço N° 03 (Santa Maria da Codipi), Rua Conceição Vieira S / N	06HP	Ebara 511 - 6	16	36m	2. 1/2 "		
Poço N° 04 (Santa Maria da Codipi), Rua Fco. Nunes da Rocha S / N	25cv		50		4"		
Poço N° 05 (Santa Maria da Codipi), Rua Lourival Mesquita S / N	20HP	Ebara 516 - 7	40		4"		
Poço N° 06 (Santa Maria da Codipi), Av. Monte Verde S / N	30cv	Leão S 40 - 12	50	64m	3"		
Poço (Cidade Jardim)	4,5cv	Ebara 511 - 4		54m	2"		

Fonte: Agespisa, 2004

RELAÇÃO DE POÇOS DE TERESINA							
ENDEREÇO	EQUIPAMENTO			COLOCAÇÃO		DIA INSTALADO	
	POT. / CV	MARCA / MOD.	Q / m³ / h	PROF.	DN / TUBO		
ZONA SUL							
Poço Nº 01 (Esplanada), Av. Principal S / N (reservatório)	12cv	Leão R 16 - 11	12		2. 1/2 "		
Poço Nº 02 (Esplanada), em frente a Q - F, casa - 29	07cv		15		2"		
Poço Nº 01 (Porto Alegre I), Av. Principal próx. A Telemar							
Poço Nº 02 (Porto Alegre I), reservatório por trás BAHEMA	30cv	Ebara 516 - 13	40	108m	3"		
Poço (Porto Alegre II), Rua Real S / N Ioteam, P. Alegre I	08HP	Ebara 512 - 9	15	96m	2"		
Poço Nº 01 (Cerâmica Cil), Rua Doze S / N (reservatório)	10cv		36	2. 1/2 "			
Poço Nº 02 (Cerâmica Cil), Piripiri dos Guadinos	06cv		12		2"		
Poço Nº 03 (Cerâmica Cil), Maria Lici	04cv		18		2"		
Poço Nº 01 (Nazária), (reservatório)	06HP	Ebara 412 - 11	11,5	42m	2"		
Poço Nº 02 (Nazária), Rua Beco Vasconcelos (reservatório)	4,5cv	Leão R 10 i - 7		54m	2"		
Poço Nº 01 (Santa Clara), Desativado							
Poço Nº 02 (Santa Clara), Rua Manoel Vitor Cordeiro S / N	10cv	Leão R 16 - 9	18	79m	2. 1/2 "		
Poço Nº 03 (Santa Clara), Rua Luíza Barbosa de Miranda S / N	05cv		15		2"		
Poço (Sete Estrelas), Rua Oito S / N	05cv	Leão R 10 - 7	7				
Poço (Santa Helena), Rua Neném S / N Ioteam. Parque Jacinta	08cv	Leão R 10 - 10	10	78m	2"		
Poço (Dignidade), em frente a Q - 23, lote - 10	06cv		22		2"		

Fonte: Agespisa, 2004

RELAÇÃO DE POÇOS DE TERESINA						
ENDEREÇO	EQUIPAMENTO		Q / m³ / h	COLOCAÇÃO		DIA INSTALADO
	POT. / CV	MARCA / MOD.		PROF.	DN / TUBO	
ZONA OESTE						
Poço N° 01 (Vila Irmã Dulce), Rua Quito N° 7415	06cv	Leão R 10 - 7	9,5	72m	2"	
Poço N° 02 (Vila Irmã Dulce), Rua Coribe N° 7763	06HP	Leão R 108	14	54m	2. 1/2 "	
Poço N° 03 (Vila Irmã Dulce), Rua Estomato N° 7039	20HP	Ebara 516 - 7	40	68m	3"	
Poço N° 04 (Vila Irmã Dulce), Av. Goitacás N° 3292	08cv	Leão R 16 - 7	18	81m	2. 1/2 "	
Poço N° 05 (Vila Irmã Dulce), Rua Apostolo Simão, 4166 Palitol.		Leão R 16 i - 9	18	81m	2. 1/2 "	
Poço N° 06 (Vila Irmã Dulce), Av. S. Francisco Assis Garcia, 3777	09cv	Leão R 16 i - 8	15,5	87m	2. 1/2 "	
Poço N° 07 (Vila Irmã Dulce), Rua Guarapiranga, 4782 Palitol.	08HP	Ebara 511 - 8	13	72m	3"	
Poço N° 08 (Vila Irmã Dulce), Rua Polem S / N próx. Ao N° 2384	10HP	Ebara 577 - 9		70m	2. 1/2 "	
Poço N° 09 (Vila Irmã Dulce), Rua Santo Expedito S / N	07cv		15		2. 1/2 "	
Poço N° 10 (Vila Irmã Dulce), Rua São Francisco Cabrine, 7382						
Planalto Santa Fé (reservatório)	02HP	Leão BI 4 B - 20	5,5			
Parque Sul (desativado)						
Poço (Mestre Dezinho) Q - L, Lote - 1	07cv		15		2"	
Poço (Residencial Betinho) (rede)	15HP	Leão R 21 - 10	20	78m	2"	
Poço (Vila da Glória) (reservatório)	04HP	Ebara 232 - 7	15m³/h	50m	2"	Obs: Geomecânico

Fonte: Ageespisa, 2004

RELAÇÃO DE POÇOS DE TERESINA

ENDEREÇO	POT. / CV	EQUIPAMENTO MARCA / MOD.	Q / m³ / h	COLOCAÇÃO		DIA INSTALADO
				PROF.	DN / TUBO	
ZONA LESTE						
Poço (Residencial Araguaia), Rua Dinalva Oliveira Q - B 1, Lote - 02	07cv	Leão R 12 - 8	12	60m	2"	
Poço (Todos os Santos), Estr. da Usina Santana em frente 8058	07cv		26		2. 1/2 "	
Poço Nº 01 (Deus Quer), Em frente Q - 20, casa - 52 (reservatório)	3,5	Leão R 10 - 5	8	43m	2"	
Poço Nº 02 (Deus Quer), Em frente Q - 20, casa - 36 (rede)	15HP	Ebara 512 - 10	20	60m	2"	
Poço Nº 01 (Jardim Europa), Rua José Mendes S / N	10cv	Leão R 25 - 5			2"	
Poço Nº 02 (Jardim Europa)	5,5	Leão R 16 - 5		36m	2"	
Poço (Alto da Ressurreição), Rua Altamira do Pará Nº 665	20cv	Leão S 30 - 10	27	84m	2. 1/2 "	
Poço (Green Parque), Rua Alto Grande S / N (reservatório)	3,5cv	Leão R 10 - 5	7	66m	2"	
Poço (Frei Damião) Q - 31 lote 28 (desativado)						
Poço (Frei Damião) reservatório (turbilhão)	20HP	Ebara BHS - 517 - 6	90	6m	3"	
Poço (Dom Avelar), Av. Dois S / N (reservatório)						
Monte Hobere (Booster)	10HP	KING - C - 8	50	30mca		Suc. 2. 1/2 " Rec. 2"

Fonte: Agespisa, 2004

ANEXO C -Relação dos reservatórios do SAA de Teresina.

ITEM	LOCALIZAÇÃO	RESERVATÓRIO	CAPACIDADE
1	PARQUE PIAUI	R-6 (APOIADO)	1.250
		R -10 (APOIADO)	5.000
		SEMI-ENTERRADO	2.400
		RN-1A (APOIADO)	16.000
		T6B (ELEVADO)	700
2	SANTO ANTONIO	TN 1 (ELEVADO)	250
3	TANCREDO NEVES	ELEVADO	300
4	DIRCEU ARCOVERDE	ITA - 1 (ELEVADO)	400
		ITA - 2 (ELEVADO)	632
		RN - 6A (APOIADO)	7.000
5	PLANALTO URUGUAI	SEMI-ENTERRADO	2.200
		ELEVADO	250
		ELEVADO	300
6	SATÉLITE	T - 8 (ELEVADO)	250
7	MORRO DA ESPERANÇA	R - 9A (APOIADO)	2.700
		R - 9B (APOIADO)	2500
8	RISOLETA NEVES	RN - 5A (APOIADO)	7000
		RN - 5B (APOIADO)	7000
9	BUENOS AIRES	TN - 5 (APOIADO)	250
10	PANORAMA	T - 5 (APOIADO)	1750
		R - 8 (APOIADO)	5000
		RN - 2A (APOIADO)	2000
11	JOCKEY CLUBE	RN - 7A (APOIADO)	10500
		RN - 7B (APOIADO)	1500
		R - 7B (APOIADO)	1500
		T - 7 (ELEVADO)	300
12	MORRO SÃO JOÃO	R - (APOIADO)	910
13	BELA VISTA III	ELEVADO	100
14	SANTA HELENA	APOIADO	100
15	SANTA CLARA	ELEVADO	75
16	PORTO ALEGRE	ELEVADO	100
		ELEVADO	300
17	ESPLANADA	ELEVADO	180
18	VILA IRMÃ DULCE	ELEVADO	30
		APOIADO	300
		APOIADO	300
19	DIGNIDADE	ELEVADO	200
20	CERÂMICA CIL	ELEVADO	100
21	NAZÁRIA	ELEVADO	20
		ELEVADO	100
22	ARAGUAIA	ELEVADO	100
23	TODOS OS SANTOS	ELEVADO	250
24	DEUS QUER	ELEVADO	200
25	JARDIM EUROPA	ELEVADO	30
26	ALTO DA RESSURREIÇÃO	APOIADO	700
		ELEVADO	200
27	DOM AVELAR	ELEVADO	100
28	PEDRA MOLE	ELEVADO	100
29	MONTE ALEGRE	ELEVADO	200
30	PQ. FIRMINO FILHO	ELEVADO	200
31	S ^{TA} MARIA DA CODIPI	ELEVADO	200
TOTAL GERAL			84.057


Fonte: Agespisa, 2004

ANEXO D - Especificação do equipamento utilizado na medição

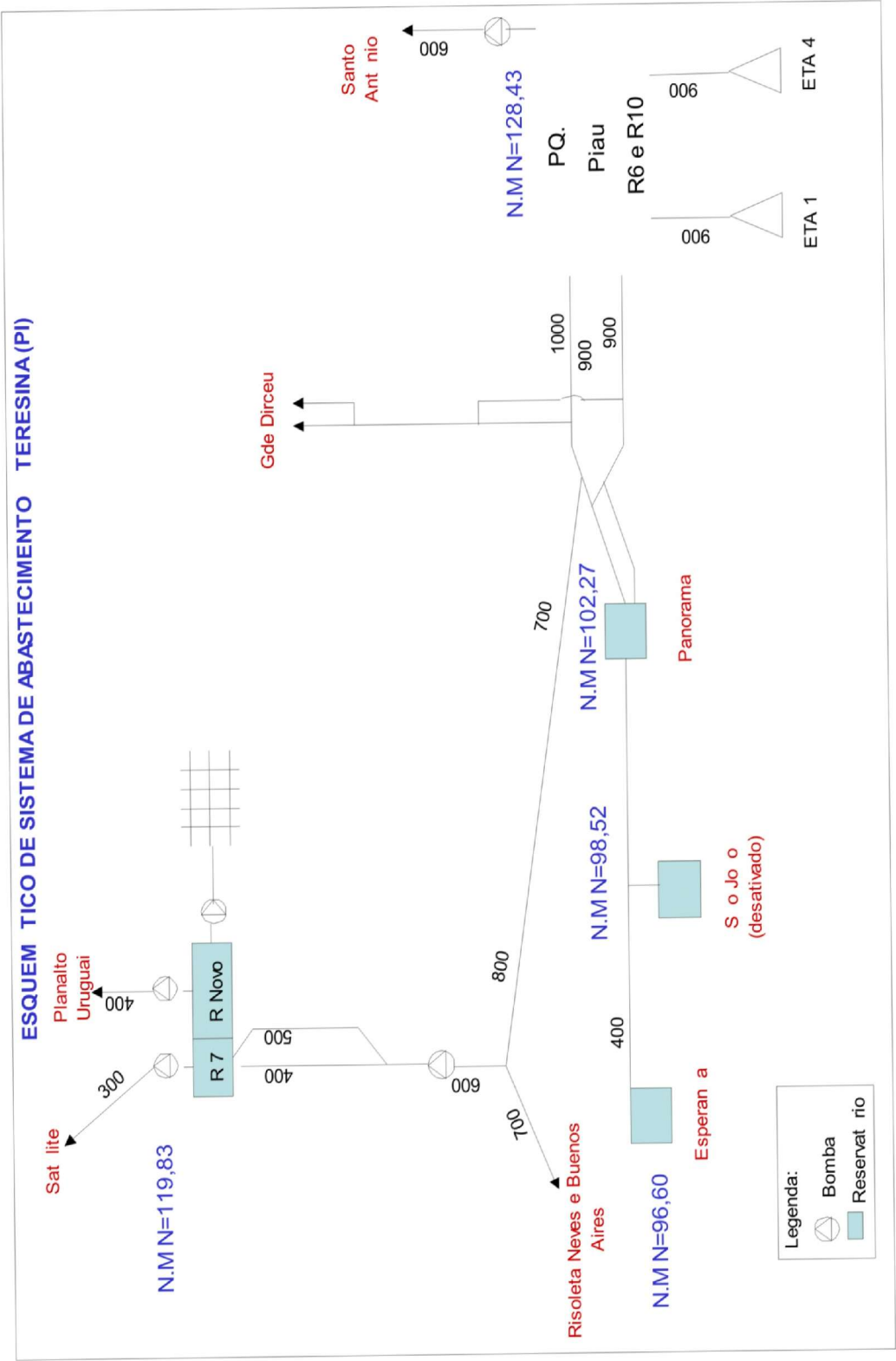
EQUIPAMENTO		ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA
MEDIDOR DE VAZÃO ULTRA-SÔNICO		
Invólucro:		Estojo de fibra de vidro
Entrada de dados:		Através de teclas alfanuméricas
Saída de dados:		Display de cristal líquido com gráfico de barras Vazão proporcional (4-20 mA) via conector de 2 pinos (250 ohms) Conector de 25 pinos para impressora
Energia:		Bateria interna de Ni-cad, recarregável - 1,2 Ampere-hora Duração da carga de aproximadamente 10 horas Carregador fornecido ou 9-15v de fonte externa
Temperatura:		Memória: 0°C a + 65°C Operação: 0°C a 55°C (Display, 5°C a 55°C)
Operacional:	Medida do tubo:	13mm - 600mm, acima de 600mm requer um bloco de sensores adicional.
	Escala de vazão:	0 - 6m/ seg dependendo das dimensões do tubo. Indicação de vazão reversa.
	Unidades de Leitura:	Vazão: L/M; L/S; m³/h G/M, KG/H. Litros, m³, galões, kgalões. Mensagens de erro com interação do operador. Display de vazão com uma casa decimal
	Vazão total:	
Precisão:		Tubos < 25mm - melhor que $\pm 10\%$
		Tubos de 25mm a 50mm - melhor que $\pm 5\%$
		Tubos > 50mm - melhor que $\pm 3\%$
Repetibilidade:		$\pm 1\%$ sem mudança da posição dos sensores
Resolução:		1 parte em 1.000
		Para Reynolds nº 2.000 - 4.000 um programa especial é oferecido para compensar erros de medição de vazão que ocorrem com o uso de software normal.
Conjunto de Sensores: <i>Montagens</i>		Conjunto A: Modo reflexivo: Ø13mm - Ø89mm Conjunto B: Modo reflexivo: Ø90mm - Ø215mm Conjunto B: Modo diagonal: para maiores de Ø216mm e máximo de Ø600mm
<i>Conexão do Sensor</i>		Cabo de borracha coberto com plástico com conector de 9 pinos
<i>Temperatura</i>		Operação: -35°C a +100°C
<i>Frequência Operacional</i>		Conjunto A: 2 Mhz Conjunto B: 1 Mhz

Fonte: Micronics, 2004.

ANEXO E – Quantidade de ligações medidas e não medidas por situação de água

 <p style="text-align: center;">AGESPISA ÁGUAS E ESGOTOS DO PIAUÍ S/A Insc. Estadual 19.301.656.7 - CGC(MF) 06.845.747/0001-27 Av. Mal. Humberto de Alencar Castelo Branco, 101-N CEP 64.000-810 - TERESINA-PI</p>													
Quantidade de Ligações Medidas e Não Medidas por Situação de Água													
Localidade: 110 - Teresina Setor: 62 Rotas: 13 a 20													
												Emissão : 24/9/2004	
Localidade	Setor	Rota	Ligações Medidas			Ligações Não Medidas			Potencial	Factível	Geral		
			Ativa	Cortada	Suprimida	Total	Ativa	Cortada	Suprimida	Total			
Teresina	62	13	1			1	160			7	167	23	191
		14	1			1	114			6	120	49	170
		15					136			2	138	6	144
		16					135			5	140	22	162
		17					89			3	92	66	158
		18					142			3	145	21	169
		19					1				1	190	191
		20										150	150
			2			2	777			26	803	187	1.335

ANEXO F - Esquemático de Sistema de Abastecimento – Teresina (PI)



ANEXO G - Acompanhamento diario do consumo de 30 Usuarios no						
Conj. Deus Quer						
Usuario- N 01-G2 - Endere o Q_17_C01 N de moradores 02 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,75	08:00				
02.09	0,98	08:00	0,23	115,00		
03.09	1,43	08:00	0,45	225,00		
04.09	1,56	08:00	0,13	65,00		
05.09	1,97	08:00	0,41	205,00		
06.09	1,97	08:00	0	0,00		
07.09	2,46	08:00	0,49	245,00		
08.09	2,59	08:00	0,13	65,00		
09.09	3,05	08:00	0,46	230,00		
10.09	3,26	08:00	0,21	105,00		
11.09	3,47	08:00	0,21	105,00		
12.09	3,78	08:00	0,31	155,00		
13.09	4,26	08:00	0,48	240,00		
14.09	4,56	08:00	0,3	150,00		
15.09	4,85	08:00	0,29	145,00		
16.09	5,06	08:00	0,21	105,00		
17.09	5,36	08:00	0,3	150,00		
18.09	5,60	08:00	0,24	120,00		
19.09	6,15	08:00	0,55	275,00		
20.09	6,4	08:00	0,25	125,00		
21.09	6,59	08:00	0,19	95,00		
22.09	7,12	08:00	0,53	265,00		
23.09	7,49	08:00	0,37	185,00		
24.09	7,94	08:00	0,45	225,00		
25.09	8,22	08:00	0,28	140,00		
26.09	8,49	08:00	0,27	135,00		
27.09	8,92	08:00	0,43	215,00		
28.09	9,21	08:00	0,29	145,00		
29.09	9,3	08:00	0,09	45,00		
30.09	9,6	08:00	0,3	150,00		
01.10	9,9	08:00	0,3	150,00		
M dia			9,15	152,50		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 02-G2 - Endere o Q_17_C02 N de moradores 02 rea=27,56 m ²						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,55	08:00				
02.09	0,65	08:00	0,1	50,00		
03.09	0,98	08:00	0,33	165,00		
04.09	1,53	08:00	0,55	275,00		
05.09	1,58	08:00	0,05	25,00		
06.09	2,15	08:00	0,57	285,00		
07.09	2,20	08:00	0,05	25,00		
08.09	2,32	08:00	0,12	60,00		
09.09	2,65	08:00	0,33	165,00		
10.09	3,01	08:00	0,36	180,00		
11.09	3,36	08:00	0,35	175,00		
12.09	3,61	08:00	0,25	125,00		
13.09	4,05	08:00	0,44	220,00		
14.09	4,13	08:00	0,08	40,00		
15.09	4,22	08:00	0,09	45,00		
16.09	4,32	08:00	0,1	50,00		
17.09	4,80	08:00	0,48	240,00		
18.09	5,62	08:00	0,82	410,00		
19.09	5,65	08:00	0,03	15,00		
20.09	6,11	08:00	0,46	230,00		
21.09	6,26	08:00	0,15	75,00		
22.09	6,45	08:00	0,19	95,00		
23.09	6,71	08:00	0,26	130,00		
24.09	7,09	08:00	0,38	190,00		
25.09	7,38	08:00	0,29	145,00		
26.09	7,47	08:00	0,09	45,00		
27.09	7,61	08:00	0,14	70,00		
28.09	7,84	08:00	0,23	115,00		
29.09	8,11	08:00	0,27	135,00		
30.09	8,21	08:00	0,1	50,00		
01.10	8,4	08:00	0,19	95,00		
M dia			7,85	130,83		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 03-G2 - Endereço Q_17_C03 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,90	08:00				
02.09	1,15	08:00	0,25	83,33		
03.09	1,39	08:00	0,24	80,00		
04.09	2,08	08:00	0,69	230,00		
05.09	2,59	08:00	0,51	170,00		
06.09	3,12	08:00	0,53	176,67		
07.09	3,64	08:00	0,52	173,33		
08.09	3,78	08:00	0,14	46,67		
09.09	3,85	08:00	0,07	23,33		
10.09	4,03	08:00	0,18	60,00		
11.09	4,21	08:00	0,18	60,00		
12.09	4,82	08:00	0,61	203,33		
13.09	5,36	08:00	0,54	180,00		
14.09	5,59	08:00	0,23	76,67		
15.09	6,16	08:00	0,57	190,00		
16.09	6,46	08:00	0,3	100,00		
17.09	6,83	08:00	0,37	123,33		
18.09	7,19	08:00	0,36	120,00		
19.09	8,05	08:00	0,86	286,67		
20.09	8,17	08:00	0,12	40,00		
21.09	8,28	08:00	0,11	36,67		
22.09	8,83	08:00	0,55	183,33		
23.09	9,19	08:00	0,36	120,00		
24.09	9,54	08:00	0,35	116,67		
25.09	9,87	08:00	0,33	110,00		
26.09	9,98	08:00	0,11	36,67		
27.09	10,46	08:00	0,48	160,00		
28.09	10,93	08:00	0,47	156,67		
29.09	11,29	08:00	0,36	120,00		
30.09	11,33	08:00	0,04	13,33		
01.10	11,53	08:00	0,2	66,67		
M dia			10,63	118,11		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 04-G2 - Endere o Q_17_C05 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,99	08:00				
02.09	1,16	08:00	0,17	56,67		
03.09	1,32	08:00	0,16	53,33		
04.09	1,89	08:00	0,57	190,00		
05.09	2,23	08:00	0,34	113,33		
06.09	2,54	08:00	0,31	103,33		
07.09	3,36	08:00	0,82	273,33		
08.09	3,65	08:00	0,29	96,67		
09.09	5,63	08:00	1,98	660,00		
10.09	5,66	08:00	0,03	10,00		
11.09	5,69	08:00	0,03	10,00		
12.09	5,72	08:00	0,03	10,00		
13.09	5,75	08:00	0,03	10,00		
14.09	5,92	08:00	0,17	56,67		
15.09	6,33	08:00	0,41	136,67		
16.09	6,34	08:00	0,01	3,33		
17.09	6,97	08:00	0,63	210,00		
18.09	7,60	08:00	0,63	210,00		
19.09	8,1	08:00	0,5	166,67		
20.09	8,32	08:00	0,22	73,33		
21.09	8,78	08:00	0,46	153,33		
22.09	9,23	08:00	0,45	150,00		
23.09	9,47	08:00	0,24	80,00		
24.09	9,7	08:00	0,23	76,67		
25.09	10	08:00	0,3	100,00		
26.09	10,44	08:00	0,44	146,67		
27.09	10,88	08:00	0,44	146,67		
28.09	11,14	08:00	0,26	86,67		
29.09	11,4	08:00	0,26	86,67		
30.09	11,97	08:00	0,57	190,00		
01.10	12,54	08:00	0,57	190,00		
M dia			11,55	128,33		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 05-G2 - Endere o Q_17_C06 N de moradores 05 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,64	08:00				
02.09	0,87	08:00	0,23	46,00		
03.09	1,09	08:00	0,22	44,00		
04.09	1,54	08:00	0,45	90,00		
05.09	1,81	08:00	0,27	54,00		
06.09	2,43	08:00	0,62	124,00		
07.09	2,94	08:00	0,51	102,00		
08.09	3,01	08:00	0,07	14,00		
09.09	3,42	08:00	0,41	82,00		
10.09	3,72	08:00	0,3	60,00		
11.09	4,02	08:00	0,3	60,00		
12.09	4,12	08:00	0,1	20,00		
13.09	4,55	08:00	0,43	86,00		
14.09	4,92	08:00	0,37	74,00		
15.09	5,33	08:00	0,41	82,00		
16.09	6,02	08:00	0,69	138,00		
17.09	6,60	08:00	0,58	116,00		
18.09	7,25	08:00	0,65	130,00		
19.09	7,56	08:00	0,31	62,00		
20.09	8,33	08:00	0,77	154,00		
21.09	8,59	08:00	0,26	52,00		
22.09	9,32	08:00	0,73	146,00		
23.09	9,9	08:00	0,58	116,00		
24.09	10,37	08:00	0,47	94,00		
25.09	10,94	08:00	0,57	114,00		
26.09	11,25	08:00	0,31	62,00		
27.09	11,7	08:00	0,45	90,00		
28.09	12,17	08:00	0,47	94,00		
29.09	12,58	08:00	0,41	82,00		
30.09	13,02	08:00	0,44	88,00		
01.10	13,46	08:00	0,44	88,00		
M dia			12,82	85,47		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 06-G2 - Endereço Q_17_C07 N de moradores 02 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,57	08:00				
02.09	0,78	08:00	0,21	105,00		
03.09	1,10	08:00	0,32	160,00		
04.09	1,36	08:00	0,26	130,00		
05.09	1,78	08:00	0,42	210,00		
06.09	2,14	08:00	0,36	180,00		
07.09	2,21	08:00	0,07	35,00		
08.09	2,79	08:00	0,58	290,00		
09.09	3,19	08:00	0,4	200,00		
10.09	3,43	08:00	0,24	120,00		
11.09	3,67	08:00	0,24	120,00		
12.09	4,06	08:00	0,39	195,00		
13.09	4,45	08:00	0,39	195,00		
14.09	4,84	08:00	0,39	195,00		
15.09	4,96	08:00	0,12	60,00		
16.09	4,97	08:00	0,01	5,00		
17.09	5,00	08:00	0,03	15,00		
18.09	5,65	08:00	0,65	325,00		
19.09	5,7	08:00	0,05	25,00		
20.09	6,89	08:00	1,19	595,00		
21.09	8,08	08:00	1,19	595,00		
22.09	8,46	08:00	0,38	190,00		
23.09	8,91	08:00	0,45	225,00		
24.09	9,14	08:00	0,23	115,00		
25.09	9,19	08:00	0,05	25,00		
26.09	9,53	08:00	0,34	170,00		
27.09	10,56	08:00	1,03	515,00		
28.09	10,92	08:00	0,36	180,00		
29.09	11,07	08:00	0,15	75,00		
30.09	11,29	08:00	0,22	110,00		
01.10	11,51	08:00	0,22	110,00		
M dia			10,94	182,33		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 07-G2 - Endereço Q_17_C08 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,66	08:00				
02.09	0,97	08:00	0,31	103,33		
03.09	1,54	08:00	0,57	190,00		
04.09	1,86	08:00	0,32	106,67		
05.09	2,26	08:00	0,4	133,33		
06.09	2,69	08:00	0,43	143,33		
07.09	3,07	08:00	0,38	126,67		
08.09	3,30	08:00	0,23	76,67		
09.09	3,65	08:00	0,35	116,67		
10.09	4,13	08:00	0,48	160,00		
11.09	4,60	08:00	0,47	156,67		
12.09	4,88	08:00	0,28	93,33		
13.09	5,18	08:00	0,3	100,00		
14.09	5,41	08:00	0,23	76,67		
15.09	5,85	08:00	0,44	146,67		
16.09	6,10	08:00	0,25	83,33		
17.09	6,63	08:00	0,53	176,67		
18.09	6,91	08:00	0,28	93,33		
19.09	7,25	08:00	0,34	113,33		
20.09	7,78	08:00	0,53	176,67		
21.09	8,09	08:00	0,31	103,33		
22.09	8,49	08:00	0,4	133,33		
23.09	8,71	08:00	0,22	73,33		
24.09	9,08	08:00	0,37	123,33		
25.09	9,54	08:00	0,46	153,33		
26.09	9,81	08:00	0,27	90,00		
27.09	10,19	08:00	0,38	126,67		
28.09	10,49	08:00	0,3	100,00		
29.09	10,79	08:00	0,3	100,00		
30.09	11,09	08:00	0,3	100,00		
01.10	11,42	08:00	0,33	110,00		
M dia			10,76	119,56		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 08-G2 - Endere o Q_17_C09 N de moradores 02 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,77	08:00				
02.09	1,34	08:00	0,57	285,00		
03.09	1,51	08:00	0,17	85,00		
04.09	1,56	08:00	0,05	25,00		
05.09	1,66	08:00	0,1	50,00		
06.09	2,14	08:00	0,48	240,00		
07.09	2,46	08:00	0,32	160,00		
08.09	2,67	08:00	0,21	105,00		
09.09	2,71	08:00	0,04	20,00		
10.09	2,78	08:00	0,07	35,00		
11.09	2,84	08:00	0,06	30,00		
12.09	2,96	08:00	0,12	60,00		
13.09	3,06	08:00	0,1	50,00		
14.09	3,18	08:00	0,12	60,00		
15.09	3,30	08:00	0,12	60,00		
16.09	3,52	08:00	0,22	110,00		
17.09	3,71	08:00	0,19	95,00		
18.09	3,77	08:00	0,06	30,00		
19.09	3,96	08:00	0,19	95,00		
20.09	3,98	08:00	0,02	10,00		
21.09	4,17	08:00	0,19	95,00		
22.09	4,45	08:00	0,28	140,00		
23.09	4,75	08:00	0,3	150,00		
24.09	5,33	08:00	0,58	290,00		
25.09	6,05	08:00	0,72	360,00		
26.09	6,58	08:00	0,53	265,00		
27.09	6,72	08:00	0,14	70,00		
28.09	6,92	08:00	0,2	100,00		
29.09	7,05	08:00	0,13	65,00		
30.09	7,18	08:00	0,13	65,00		
01.10	7,31	08:00	0,13	65,00		
M dia			6,54	109,00		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 09-G2 - Endere o Q_17_C10 N de moradores 02 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	1,05	08:00				
02.09	1,17	08:00	0,12	60,00		
03.09	2,25	08:00	1,08	540,00		
04.09	2,68	08:00	0,43	215,00		
05.09	3,63	08:00	0,95	475,00		
06.09	4,36	08:00	0,73	365,00		
07.09	5,12	08:00	0,76	380,00		
08.09	5,55	08:00	0,43	215,00		
09.09	6,02	08:00	0,47	235,00		
10.09	6,27	08:00	0,25	125,00		
11.09	6,52	08:00	0,25	125,00		
12.09	6,85	08:00	0,33	165,00		
13.09	7,22	08:00	0,37	185,00		
14.09	7,50	08:00	0,28	140,00		
15.09	7,85	08:00	0,35	175,00		
16.09	8,16	08:00	0,31	155,00		
17.09	8,44	08:00	0,28	140,00		
18.09	8,50	08:00	0,06	30,00		
19.09	9,01	08:00	0,51	255,00		
20.09	9,29	08:00	0,28	140,00		
21.09	9,83	08:00	0,54	270,00		
22.09	10,37	08:00	0,54	270,00		
23.09	10,93	08:00	0,56	280,00		
24.09	11,18	08:00	0,25	125,00		
25.09	12,94	08:00	1,76	880,00		
26.09	13,32	08:00	0,38	190,00		
27.09	14	08:00	0,68	340,00		
28.09	14,5	08:00	0,5	250,00		
29.09	14,87	08:00	0,37	185,00		
30.09	15,1	08:00	0,23	115,00		
01.10	15,32	08:00	0,22	110,00		
M dia			14,27	237,83		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 10-G2 - Endere o Q_17_C11 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,37	08:00				
02.09	0,78	08:00	0,41	136,67		
03.09	1,25	08:00	0,47	156,67		
04.09	1,61	08:00	0,36	120,00		
05.09	1,92	08:00	0,31	103,33		
06.09	2,53	08:00	0,61	203,33		
07.09	3,05	08:00	0,52	173,33		
08.09	3,52	08:00	0,47	156,67		
09.09	3,97	08:00	0,45	150,00		
10.09	4,35	08:00	0,38	126,67		
11.09	4,84	08:00	0,49	163,33		
12.09	5,26	08:00	0,42	140,00		
13.09	5,64	08:00	0,38	126,67		
14.09	6,11	08:00	0,47	156,67		
15.09	6,62	08:00	0,51	170,00		
16.09	7,01	08:00	0,39	130,00		
17.09	7,46	08:00	0,45	150,00		
18.09	7,95	08:00	0,49	163,33		
19.09	8,47	08:00	0,52	173,33		
20.09	8,83	08:00	0,36	120,00		
21.09	9,21	08:00	0,38	126,67		
22.09	9,67	08:00	0,46	153,33		
23.09	10,09	08:00	0,42	140,00		
24.09	10,62	08:00	0,53	176,67		
25.09	10,91	08:00	0,29	96,67		
26.09	11,29	08:00	0,38	126,67		
27.09	11,55	08:00	0,26	86,67		
28.09	11,86	08:00	0,31	103,33		
29.09	12,13	08:00	0,27	90,00		
30.09	12,45	08:00	0,32	106,67		
01.10	12,82	08:00	0,37	123,33		
M dia			12,45	138,33		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 01-G1 - Endereço Q_20_C24 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,61	08:00				
02.09	1,34	08:00	0,73	182,50		
03.09	1,78	08:00	0,44	110,00		
04.09	2,37	08:00	0,59	147,50		
05.09	2,70	08:00	0,33	82,50		
06.09	3,14	08:00	0,44	110,00		
07.09	3,72	08:00	0,58	145,00		
08.09	4,24	08:00	0,52	130,00		
09.09	4,58	08:00	0,34	85,00		
10.09	5,07	08:00	0,49	122,50		
11.09	5,40	08:00	0,33	82,50		
12.09	5,72	08:00	0,32	80,00		
13.09	6,10	08:00	0,38	95,00		
14.09	6,59	08:00	0,49	122,50		
15.09	7,00	08:00	0,41	102,50		
16.09	7,47	08:00	0,47	117,50		
17.09	7,61	08:00	0,14	35,00		
18.09	7,85	08:00	0,24	60,00		
19.09	8,4	08:00	0,55	137,50		
20.09	9,07	08:00	0,67	167,50		
21.09	9,53	08:00	0,46	115,00		
22.09	10,19	08:00	0,66	165,00		
23.09	10,82	08:00	0,63	157,50		
24.09	11,32	08:00	0,5	125,00		
25.09	11,56	08:00	0,24	60,00		
26.09	11,8	08:00	0,24	60,00		
27.09	12,28	08:00	0,48	120,00		
28.09	12,87	08:00	0,59	147,50		
29.09	13,36	08:00	0,49	122,50		
30.09	13,9	08:00	0,54	135,00		
01.10	14,44	08:00	0,54	135,00		
M dia			13,83	115,25		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 02-G1 - Endere o Q_20_C23 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,53	08:00				
02.09	1,55	08:00	1,02	255,00		
03.09	2,18	08:00	0,63	157,50		
04.09	2,60	08:00	0,42	105,00		
05.09	3,43	08:00	0,83	207,50		
06.09	4,12	08:00	0,69	172,50		
07.09	4,81	08:00	0,69	172,50		
08.09	5,84	08:00	1,03	257,50		
09.09	6,31	08:00	0,47	117,50		
10.09	7,23	08:00	0,92	230,00		
11.09	7,85	08:00	0,62	155,00		
12.09	8,47	08:00	0,62	155,00		
13.09	8,82	08:00	0,35	87,50		
14.09	9,60	08:00	0,78	195,00		
15.09	10,24	08:00	0,64	160,00		
16.09	10,76	08:00	0,52	130,00		
17.09	11,53	08:00	0,77	192,50		
18.09	12,13	08:00	0,6	150,00		
19.09	12,68	08:00	0,55	137,50		
20.09	13,02	08:00	0,34	85,00		
21.09	13,42	08:00	0,4	100,00		
22.09	14,06	08:00	0,64	160,00		
23.09	14,62	08:00	0,56	140,00		
24.09	15,4	08:00	0,78	195,00		
25.09	15,79	08:00	0,39	97,50		
26.09	16,01	08:00	0,22	55,00		
27.09	17,03	08:00	1,02	255,00		
28.09	17,48	08:00	0,45	112,50		
29.09	17,94	08:00	0,46	115,00		
30.09	18,57	08:00	0,63	157,50		
01.10	19,12	08:00	0,55	137,50		
M dia			18,59	154,92		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 03-G1 - Endere o Q_20_C22 N de moradores 01 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,59	08:00				
02.09	0,60	08:00	0,01	10,00		
03.09	0,93	08:00	0,33	330,00		
04.09	1,12	08:00	0,19	190,00		
05.09	1,41	08:00	0,29	290,00		
06.09	1,67	08:00	0,26	260,00		
07.09	1,84	08:00	0,17	170,00		
08.09	2,18	08:00	0,34	340,00		
09.09	3,69	08:00	1,51	1510,00		
10.09	3,84	08:00	0,15	150,00		
11.09	3,84	08:00	0	0,00		
12.09	3,84	08:00	0	0,00		
13.09	4,01	08:00	0,17	170,00		
14.09	4,09	08:00	0,08	80,00		
15.09	4,14	08:00	0,05	50,00		
16.09	4,22	08:00	0,08	80,00		
17.09	4,27	08:00	0,05	50,00		
18.09	4,76	08:00	0,49	490,00		
19.09	4,9	08:00	0,14	140,00		
20.09	5,04	08:00	0,14	140,00		
21.09	5,06	08:00	0,02	20,00		
22.09	5,15	08:00	0,09	90,00		
23.09	5,25	08:00	0,1	100,00		
24.09	5,25	08:00	0	0,00		
25.09	5,28	08:00	0,03	30,00		
26.09	5,47	08:00	0,19	190,00		
27.09	5,6	08:00	0,13	130,00		
28.09	5,66	08:00	0,06	60,00		
29.09	5,78	08:00	0,12	120,00		
30.09	5,84	08:00	0,06	60,00		
01.10	5,93	08:00	0,09	90,00		
M dia			5,34	178,00		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 04-G1 - Endereço Q_20_C21 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,02	08:00				
02.09	0,68	08:00	0,66	165,00		
03.09	1,39	08:00	0,71	177,50		
04.09	2,10	08:00	0,71	177,50		
05.09	2,89	08:00	0,79	197,50		
06.09	3,45	08:00	0,56	140,00		
07.09	4,25	08:00	0,8	200,00		
08.09	5,04	08:00	0,79	197,50		
09.09	5,23	08:00	0,19	47,50		
10.09	5,24	08:00	0,01	2,50		
11.09	5,24	08:00	0	0,00		
12.09	5,24	08:00	0	0,00		
13.09	5,31	08:00	0,07	17,50		
14.09	7,10	08:00	1,79	447,50		
15.09	7,76	08:00	0,66	165,00		
16.09	8,09	08:00	0,33	82,50		
17.09	8,68	08:00	0,59	147,50		
18.09	9,27	08:00	0,59	147,50		
19.09	9,86	08:00	0,59	147,50		
20.09	10,45	08:00	0,59	147,50		
21.09	11,02	08:00	0,57	142,50		
22.09	11,76	08:00	0,74	185,00		
23.09	12,45	08:00	0,69	172,50		
24.09	13,07	08:00	0,62	155,00		
25.09	13,68	08:00	0,61	152,50		
26.09	14,14	08:00	0,46	115,00		
27.09	14,6	08:00	0,46	115,00		
28.09	15,06	08:00	0,46	115,00		
29.09	16,07	08:00	1,01	252,50		
30.09	16,53	08:00	0,46	115,00		
01.10	17,27	08:00	0,74	185,00		
M dia			17,25	143,75		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 05-G1 - Endere o Q_20_C20 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,87	08:00				
02.09	1,52	08:00	0,65	162,50		
03.09	2,39	08:00	0,87	217,50		
04.09	4,18	08:00	1,79	447,50		
05.09	4,73	08:00	0,55	137,50		
06.09	5,33	08:00	0,6	150,00		
07.09	5,70	08:00	0,37	92,50		
08.09	6,62	08:00	0,92	230,00		
09.09	7,32	08:00	0,7	175,00		
10.09	7,85	08:00	0,53	132,50		
11.09	8,16	08:00	0,31	77,50		
12.09	8,47	08:00	0,31	77,50		
13.09	9,65	08:00	1,18	295,00		
14.09	10,13	08:00	0,48	120,00		
15.09	10,41	08:00	0,28	70,00		
16.09	10,73	08:00	0,32	80,00		
17.09	11,21	08:00	0,48	120,00		
18.09	12,24	08:00	1,03	257,50		
19.09	12,74	08:00	0,5	125,00		
20.09	13,24	08:00	0,5	125,00		
21.09	13,88	08:00	0,64	160,00		
22.09	15,27	08:00	1,39	347,50		
23.09	15,72	08:00	0,45	112,50		
24.09	16,32	08:00	0,6	150,00		
25.09	17,4	08:00	1,08	270,00		
26.09	18,11	08:00	0,71	177,50		
27.09	18,59	08:00	0,48	120,00		
28.09	19,02	08:00	0,43	107,50		
29.09	19,6	08:00	0,58	145,00		
30.09	20,32	08:00	0,72	180,00		
01.10	20,97	08:00	0,65	162,50		
M dia			20,10	167,50		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 06-G1 - Endere o Q_20_C19 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,93	08:00				
02.09	1,48	08:00	0,55	183,33		
03.09	2,15	08:00	0,67	223,33		
04.09	2,46	08:00	0,31	103,33		
05.09	3,58	08:00	1,12	373,33		
06.09	4,71	08:00	1,13	376,67		
07.09	5,38	08:00	0,67	223,33		
08.09	6,91	08:00	1,53	510,00		
09.09	7,48	08:00	0,57	190,00		
10.09	8,75	08:00	1,27	423,33		
11.09	9,04	08:00	0,29	96,67		
12.09	9,33	08:00	0,29	96,67		
13.09	10,06	08:00	0,73	243,33		
14.09	10,20	08:00	0,14	46,67		
15.09	11,57	08:00	1,37	456,67		
16.09	12,13	08:00	0,56	186,67		
17.09	12,84	08:00	0,71	236,67		
18.09	13,53	08:00	0,69	230,00		
19.09	14,21	08:00	0,68	226,67		
20.09	14,63	08:00	0,42	140,00		
21.09	15,16	08:00	0,53	176,67		
22.09	15,64	08:00	0,48	160,00		
23.09	16,27	08:00	0,63	210,00		
24.09	16,92	08:00	0,65	216,67		
25.09	17,82	08:00	0,9	300,00		
26.09	17,91	08:00	0,09	30,00		
27.09	18,93	08:00	1,02	340,00		
28.09	19,66	08:00	0,73	243,33		
29.09	20,24	08:00	0,58	193,33		
30.09	20,9	08:00	0,66	220,00		
01.10	21,56	08:00	0,66	220,00		
M dia			20,63	229,22		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 07-G1 - Endere o Q_20_C18 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,49	08:00				
02.09	0,63	08:00	0,14	35,00		
03.09	0,70	08:00	0,07	17,50		
04.09	0,76	08:00	0,06	15,00		
05.09	0,84	08:00	0,08	20,00		
06.09	1,01	08:00	0,17	42,50		
07.09	1,18	08:00	0,17	42,50		
08.09	1,35	08:00	0,17	42,50		
09.09	1,53	08:00	0,18	45,00		
10.09	1,83	08:00	0,3	75,00		
11.09	2,54	08:00	0,71	177,50		
12.09	3,25	08:00	0,71	177,50		
13.09	3,97	08:00	0,72	180,00		
14.09	4,36	08:00	0,39	97,50		
15.09	4,62	08:00	0,26	65,00		
16.09	5,45	08:00	0,83	207,50		
17.09	5,75	08:00	0,3	75,00		
18.09	6,37	08:00	0,62	155,00		
19.09	7,02	08:00	0,65	162,50		
20.09	7,43	08:00	0,41	102,50		
21.09	8,53	08:00	1,1	275,00		
22.09	9,25	08:00	0,72	180,00		
23.09	10,08	08:00	0,83	207,50		
24.09	10,8	08:00	0,72	180,00		
25.09	11,02	08:00	0,22	55,00		
26.09	12,24	08:00	1,22	305,00		
27.09	12,79	08:00	0,55	137,50		
28.09	13,56	08:00	0,77	192,50		
29.09	14,1	08:00	0,54	135,00		
30.09	14,76	08:00	0,66	165,00		
01.10	15,64	08:00	0,88	220,00		
M dia			15,15	126,25		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 08-G1 - Endere o Q_20_C17 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,46	08:00				
02.09	0,66	08:00	0,2	66,67		
03.09	1,41	08:00	0,75	250,00		
04.09	2,08	08:00	0,67	223,33		
05.09	2,61	08:00	0,53	176,67		
06.09	3,11	08:00	0,5	166,67		
07.09	3,81	08:00	0,7	233,33		
08.09	4,29	08:00	0,48	160,00		
09.09	4,76	08:00	0,47	156,67		
10.09	5,31	08:00	0,55	183,33		
11.09	5,71	08:00	0,4	133,33		
12.09	6,31	08:00	0,6	200,00		
13.09	6,70	08:00	0,39	130,00		
14.09	7,21	08:00	0,51	170,00		
15.09	7,82	08:00	0,61	203,33		
16.09	8,21	08:00	0,39	130,00		
17.09	8,59	08:00	0,38	126,67		
18.09	8,99	08:00	0,4	133,33		
19.09	9,50	08:00	0,51	170,00		
20.09	9,88	08:00	0,38	126,67		
21.09	10,36	08:00	0,48	160,00		
22.09	10,75	08:00	0,39	130,00		
23.09	11,41	08:00	0,66	220,00		
24.09	11,71	08:00	0,3	100,00		
25.09	12,05	08:00	0,34	113,33		
26.09	12,47	08:00	0,42	140,00		
27.09	12,76	08:00	0,29	96,67		
28.09	13,15	08:00	0,39	130,00		
29.09	13,57	08:00	0,42	140,00		
30.09	14,42	08:00	0,85	283,33		
01.10	14,80	08:00	0,38	126,67		
M dia			14,34	159,33		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 09-G1 - Endere o Q_20_C16 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,78	08:00				
02.09	1,26	08:00	0,48	160,00		
03.09	1,79	08:00	0,53	176,67		
04.09	2,87	08:00	1,08	360,00		
05.09	3,40	08:00	0,53	176,67		
06.09	3,97	08:00	0,57	190,00		
07.09	4,57	08:00	0,6	200,00		
08.09	5,10	08:00	0,53	176,67		
09.09	5,45	08:00	0,35	116,67		
10.09	6,04	08:00	0,59	196,67		
11.09	6,24	08:00	0,2	66,67		
12.09	6,44	08:00	0,2	66,67		
13.09	6,94	08:00	0,5	166,67		
14.09	7,11	08:00	0,17	56,67		
15.09	7,49	08:00	0,38	126,67		
16.09	7,64	08:00	0,15	50,00		
17.09	7,79	08:00	0,15	50,00		
18.09	7,94	08:00	0,15	50,00		
19.09	8,09	08:00	0,15	50,00		
20.09	8,26	08:00	0,17	56,67		
21.09	8,56	08:00	0,3	100,00		
22.09	9	08:00	0,44	146,67		
23.09	9,36	08:00	0,36	120,00		
24.09	9,87	08:00	0,51	170,00		
25.09	10,41	08:00	0,54	180,00		
26.09	10,96	08:00	0,55	183,33		
27.09	11,13	08:00	0,17	56,67		
28.09	12,34	08:00	1,21	403,33		
29.09	12,68	08:00	0,34	113,33		
30.09	13,02	08:00	0,34	113,33		
01.10	13,46	08:00	0,44	146,67		
M dia			12,68	140,89		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 10 -G1 - Endere o Q_20_C25 N de moradores 02 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,71	08:00				
02.09	0,90	08:00	0,19	95,00		
03.09	1,12	08:00	0,22	110,00		
04.09	1,36	08:00	0,24	120,00		
05.09	1,75	08:00	0,39	195,00		
06.09	2,65	08:00	0,9	450,00		
07.09	3,55	08:00	0,9	450,00		
08.09	4,44	08:00	0,89	445,00		
09.09	4,67	08:00	0,23	115,00		
10.09	5,55	08:00	0,88	440,00		
11.09	6,03	08:00	0,48	240,00		
12.09	6,50	08:00	0,47	235,00		
13.09	7,09	08:00	0,59	295,00		
14.09	7,88	08:00	0,79	395,00		
15.09	8,29	08:00	0,41	205,00		
16.09	8,86	08:00	0,57	285,00		
17.09	9,54	08:00	0,68	340,00		
18.09	10,49	08:00	0,95	475,00		
19.09	11,18	08:00	0,69	345,00		
20.09	12,13	08:00	0,95	475,00		
21.09	12,56	08:00	0,43	215,00		
22.09	12,98	08:00	0,42	210,00		
23.09	13,81	08:00	0,83	415,00		
24.09	14,56	08:00	0,75	375,00		
25.09	15,43	08:00	0,87	435,00		
26.09	16,14	08:00	0,71	355,00		
27.09	16,61	08:00	0,47	235,00		
28.09	17,16	08:00	0,55	275,00		
29.09	17,76	08:00	0,6	300,00		
30.09	18,54	08:00	0,78	390,00		
01.10	19,29	08:00	0,75	375,00		
M dia			18,58	309,67		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 01 -G3 - Endere o Q_04_C09 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,93	08:00				
02.09	1,18	08:00	0,25	62,50		
03.09	1,73	08:00	0,55	137,50		
04.09	2,21	08:00	0,48	120,00		
05.09	2,74	08:00	0,53	132,50		
06.09	3,75	08:00	1,01	252,50		
07.09	3,95	08:00	0,2	50,00		
08.09	4,14	08:00	0,19	47,50		
09.09	4,38	08:00	0,24	60,00		
10.09	4,72	08:00	0,34	85,00		
11.09	5,01	08:00	0,29	72,50		
12.09	5,34	08:00	0,33	82,50		
13.09	6,87	08:00	1,53	382,50		
14.09	7,73	08:00	0,86	215,00		
15.09	8,58	08:00	0,85	212,50		
16.09	9,12	08:00	0,54	135,00		
17.09	9,62	08:00	0,5	125,00		
18.09	10,10	08:00	0,48	120,00		
19.09	10,17	08:00	0,07	17,50		
20.09	10,81	08:00	0,64	160,00		
21.09	11,01	08:00	0,2	50,00		
22.09	11,1	08:00	0,09	22,50		
23.09	11,87	08:00	0,77	192,50		
24.09	12,47	08:00	0,6	150,00		
25.09	12,89	08:00	0,42	105,00		
26.09	13,02	08:00	0,13	32,50		
27.09	13,46	08:00	0,44	110,00		
28.09	13,82	08:00	0,36	90,00		
29.09	14,63	08:00	0,81	202,50		
30.09	15,05	08:00	0,42	105,00		
01.10	16,11	08:00	1,06	265,00		
M dia			15,18	126,50		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 02 -G3 - Endere o Q_04_C11 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,35	08:00				
02.09	0,74	08:00	0,39	130,00		
03.09	1,11	08:00	0,37	123,33		
04.09	1,39	08:00	0,28	93,33		
05.09	1,80	08:00	0,41	136,67		
06.09	2,26	08:00	0,46	153,33		
07.09	2,54	08:00	0,28	93,33		
08.09	2,85	08:00	0,31	103,33		
09.09	3,23	08:00	0,38	126,67		
10.09	3,64	08:00	0,41	136,67		
11.09	4,13	08:00	0,49	163,33		
12.09	4,64	08:00	0,51	170,00		
13.09	4,90	08:00	0,26	86,67		
14.09	5,27	08:00	0,37	123,33		
15.09	5,68	08:00	0,41	136,67		
16.09	6,14	08:00	0,46	153,33		
17.09	6,35	08:00	0,21	70,00		
18.09	6,71	08:00	0,36	120,00		
19.09	7,14	08:00	0,43	143,33		
20.09	7,39	08:00	0,25	83,33		
21.09	7,76	08:00	0,37	123,33		
22.09	8,18	08:00	0,42	140,00		
23.09	8,64	08:00	0,46	153,33		
24.09	9,13	08:00	0,49	163,33		
25.09	9,39	08:00	0,26	86,67		
26.09	9,70	08:00	0,31	103,33		
27.09	10,08	08:00	0,38	126,67		
28.09	10,49	08:00	0,41	136,67		
29.09	10,85	08:00	0,36	120,00		
30.09	11,16	08:00	0,31	103,33		
01.10	11,57	08:00	0,41	136,67		
M dia			11,22	124,67		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 03 -G3 - Endere o Q_04_C12 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,71	08:00				
02.09	1,33	08:00	0,62	206,67		
03.09	1,40	08:00	0,07	23,33		
04.09	1,81	08:00	0,41	136,67		
05.09	2,00	08:00	0,19	63,33		
06.09	2,21	08:00	0,21	70,00		
07.09	2,49	08:00	0,28	93,33		
08.09	3,11	08:00	0,62	206,67		
09.09	3,34	08:00	0,23	76,67		
10.09	3,56	08:00	0,22	73,33		
11.09	3,82	08:00	0,26	86,67		
12.09	4,23	08:00	0,41	136,67		
13.09	4,65	08:00	0,42	140,00		
14.09	5,06	08:00	0,41	136,67		
15.09	5,45	08:00	0,39	130,00		
16.09	6,06	08:00	0,61	203,33		
17.09	6,40	08:00	0,34	113,33		
18.09	6,62	08:00	0,22	73,33		
19.09	7,09	08:00	0,47	156,67		
20.09	7,65	08:00	0,56	186,67		
21.09	8,37	08:00	0,72	240,00		
22.09	8,96	08:00	0,59	196,67		
23.09	9,5	08:00	0,54	180,00		
24.09	9,53	08:00	0,03	10,00		
25.09	9,79	08:00	0,26	86,67		
26.09	10,41	08:00	0,62	206,67		
27.09	11,02	08:00	0,61	203,33		
28.09	11,52	08:00	0,5	166,67		
29.09	12,05	08:00	0,53	176,67		
30.09	12,58	08:00	0,53	176,67		
01.10	13,21	08:00	0,63	210,00		
M dia			12,50	138,89		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 04 -G3 - Endere o Q_04_C14 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,49	08:00				
02.09	0,68	08:00	0,19	47,50		
03.09	0,93	08:00	0,25	62,50		
04.09	1,29	08:00	0,36	90,00		
05.09	1,68	08:00	0,39	97,50		
06.09	1,94	08:00	0,26	65,00		
07.09	2,25	08:00	0,31	77,50		
08.09	2,52	08:00	0,27	67,50		
09.09	2,73	08:00	0,21	52,50		
10.09	2,93	08:00	0,2	50,00		
11.09	3,13	08:00	0,2	50,00		
12.09	3,53	08:00	0,4	100,00		
13.09	3,80	08:00	0,27	67,50		
14.09	4,14	08:00	0,34	85,00		
15.09	4,68	08:00	0,54	135,00		
16.09	5,02	08:00	0,34	85,00		
17.09	5,56	08:00	0,54	135,00		
18.09	5,89	08:00	0,33	82,50		
19.09	6,31	08:00	0,42	105,00		
20.09	6,63	08:00	0,32	80,00		
21.09	6,81	08:00	0,18	45,00		
22.09	7,2	08:00	0,39	97,50		
23.09	7,44	08:00	0,24	60,00		
24.09	7,94	08:00	0,5	125,00		
25.09	8,3	08:00	0,36	90,00		
26.09	8,77	08:00	0,47	117,50		
27.09	9,13	08:00	0,36	90,00		
28.09	9,38	08:00	0,25	62,50		
29.09	9,71	08:00	0,33	82,50		
30.09	10,16	08:00	0,45	112,50		
01.10	10,55	08:00	0,39	97,50		
M dia			10,06	83,83		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 05 -G3 - Endere o Q_04_ C15 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,41	08:00				
02.09	0,96	08:00	0,55	137,50		
03.09	1,35	08:00	0,39	97,50		
04.09	1,80	08:00	0,45	112,50		
05.09	2,41	08:00	0,61	152,50		
06.09	2,90	08:00	0,49	122,50		
07.09	3,29	08:00	0,39	97,50		
08.09	3,88	08:00	0,59	147,50		
09.09	4,39	08:00	0,51	127,50		
10.09	4,85	08:00	0,46	115,00		
11.09	5,27	08:00	0,42	105,00		
12.09	5,81	08:00	0,54	135,00		
13.09	6,40	08:00	0,59	147,50		
14.09	6,78	08:00	0,38	95,00		
15.09	7,24	08:00	0,46	115,00		
16.09	7,83	08:00	0,59	147,50		
17.09	8,34	08:00	0,51	127,50		
18.09	8,87	08:00	0,53	132,50		
19.09	9,29	08:00	0,42	105,00		
20.09	9,78	08:00	0,49	122,50		
21.09	10,19	08:00	0,41	102,50		
22.09	10,71	08:00	0,52	130,00		
23.09	11,28	08:00	0,57	142,50		
24.09	11,78	08:00	0,5	125,00		
25.09	12,25	08:00	0,47	117,50		
26.09	12,74	08:00	0,49	122,50		
27.09	13,33	08:00	0,59	147,50		
28.09	13,94	08:00	0,61	152,50		
29.09	14,32	08:00	0,38	95,00		
30.09	14,79	08:00	0,47	117,50		
01.10	15,33	08:00	0,54	135,00		
M dia			14,92	124,33		

Fonte: O autor, 2005.

Usuário- N 06 -G3 - Endereço Q_04_C17 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,40	08:00				
02.09	0,40	08:00	0	0,00		
03.09	0,41	08:00	0,01	2,50		
04.09	0,43	08:00	0,02	5,00		
05.09	0,74	08:00	0,31	77,50		
06.09	0,75	08:00	0,01	2,50		
07.09	0,75	08:00	0	0,00		
08.09	1,13	08:00	0,38	95,00		
09.09	1,65	08:00	0,52	130,00		
10.09	2,17	08:00	0,52	130,00		
11.09	2,65	08:00	0,48	120,00		
12.09	2,78	08:00	0,13	32,50		
13.09	2,89	08:00	0,11	27,50		
14.09	3,37	08:00	0,48	120,00		
15.09	3,62	08:00	0,25	62,50		
16.09	4,01	08:00	0,39	97,50		
17.09	4,42	08:00	0,41	102,50		
18.09	4,79	08:00	0,37	92,50		
19.09	4,91	08:00	0,12	30,00		
20.09	5,49	08:00	0,58	145,00		
21.09	5,55	08:00	0,06	15,00		
22.09	5,74	08:00	0,19	47,50		
23.09	6,02	08:00	0,28	70,00		
24.09	6,45	08:00	0,43	107,50		
25.09	6,72	08:00	0,27	67,50		
26.09	6,99	08:00	0,27	67,50		
27.09	7,86	08:00	0,87	217,50		
28.09	8,27	08:00	0,41	102,50		
29.09	8,65	08:00	0,38	95,00		
30.09	9,02	08:00	0,37	92,50		
01.10	9,42	08:00	0,4	100,00		
M dia			9,02	75,17		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 07 -G3 - Endere o Q_04_C18 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,77	08:00				
02.09	1,06	08:00	0,29	96,67		
03.09	1,30	08:00	0,24	80,00		
04.09	2,07	08:00	0,77	256,67		
05.09	2,08	08:00	0,01	3,33		
06.09	2,46	08:00	0,38	126,67		
07.09	2,84	08:00	0,38	126,67		
08.09	3,23	08:00	0,39	130,00		
09.09	3,73	08:00	0,5	166,67		
10.09	3,86	08:00	0,13	43,33		
11.09	3,99	08:00	0,13	43,33		
12.09	4,11	08:00	0,12	40,00		
13.09	4,54	08:00	0,43	143,33		
14.09	4,92	08:00	0,38	126,67		
15.09	5,46	08:00	0,54	180,00		
16.09	5,70	08:00	0,24	80,00		
17.09	5,88	08:00	0,18	60,00		
18.09	6,75	08:00	0,87	290,00		
19.09	7,23	08:00	0,48	160,00		
20.09	7,73	08:00	0,5	166,67		
21.09	8,22	08:00	0,49	163,33		
22.09	8,52	08:00	0,3	100,00		
23.09	8,83	08:00	0,31	103,33		
24.09	9,25	08:00	0,42	140,00		
25.09	9,55	08:00	0,3	100,00		
26.09	9,99	08:00	0,44	146,67		
27.09	10,43	08:00	0,44	146,67		
28.09	10,83	08:00	0,4	133,33		
29.09	10,98	08:00	0,15	50,00		
30.09	11,14	08:00	0,16	53,33		
01.10	11,55	08:00	0,41	136,67		
M dia			10,78	119,78		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 08 -G3 - Endere o Q_04_C19 N de moradores 04 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	1,17	08:00				
02.09	1,91	08:00	0,74	185,00		
03.09	2,64	08:00	0,73	182,50		
04.09	3,07	08:00	0,43	107,50		
05.09	3,49	08:00	0,42	105,00		
06.09	4,03	08:00	0,54	135,00		
07.09	4,82	08:00	0,79	197,50		
08.09	5,53	08:00	0,71	177,50		
09.09	7,09	08:00	1,56	390,00		
10.09	7,92	08:00	0,83	207,50		
11.09	9,18	08:00	1,26	315,00		
12.09	10,51	08:00	1,33	332,50		
13.09	10,94	08:00	0,43	107,50		
14.09	11,37	08:00	0,43	107,50		
15.09	12,64	08:00	1,27	317,50		
16.09	13,80	08:00	1,16	290,00		
17.09	14,96	08:00	1,16	290,00		
18.09	15,54	08:00	0,58	145,00		
19.09	16,49	08:00	0,95	237,50		
20.09	16,88	08:00	0,39	97,50		
21.09	17,5	08:00	0,62	155,00		
22.09	18,12	08:00	0,62	155,00		
23.09	18,73	08:00	0,61	152,50		
24.09	19,45	08:00	0,72	180,00		
25.09	20,33	08:00	0,88	220,00		
26.09	21,36	08:00	1,03	257,50		
27.09	22,8	08:00	1,44	360,00		
28.09	24,24	08:00	1,44	360,00		
29.09	25,02	08:00	0,78	195,00		
30.09	26,13	08:00	1,11	277,50		
01.10	27	08:00	0,87	217,50		
M dia			25,83	215,25		

Fonte: O autor, 2005.

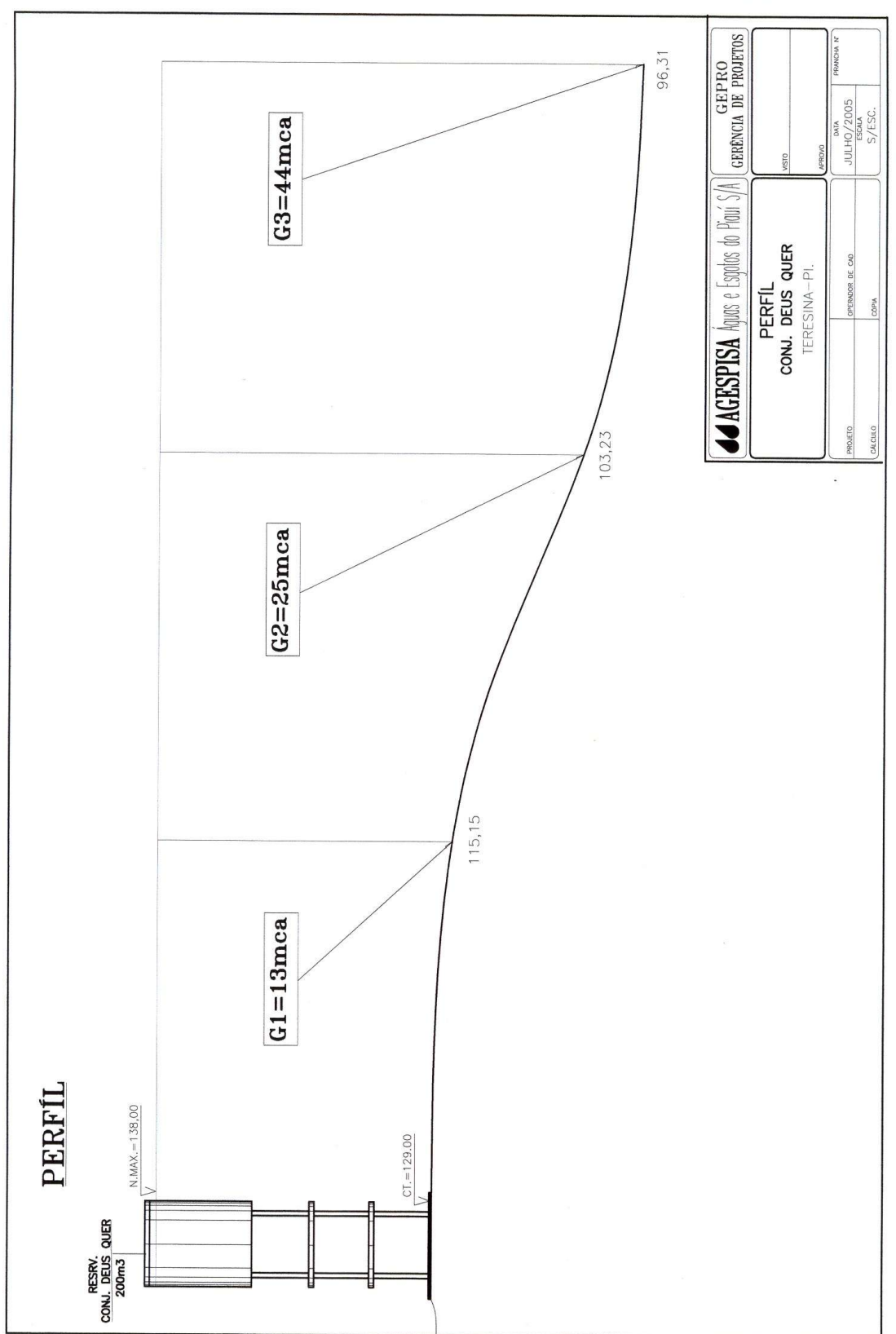
Usuario- N 09 -G3 - Endere o Q_04_C20 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,39	08:00				
02.09	0,82	08:00	0,43	143,33		
03.09	1,37	08:00	0,55	183,33		
04.09	1,84	08:00	0,47	156,67		
05.09	2,55	08:00	0,71	236,67		
06.09	3,13	08:00	0,58	193,33		
07.09	3,99	08:00	0,86	286,67		
08.09	5,17	08:00	1,18	393,33		
09.09	5,91	08:00	0,74	246,67		
10.09	6,39	08:00	0,48	160,00		
11.09	6,83	08:00	0,44	146,67		
12.09	7,62	08:00	0,79	263,33		
13.09	8,21	08:00	0,59	196,67		
14.09	8,51	08:00	0,3	100,00		
15.09	9,07	08:00	0,56	186,67		
16.09	9,29	08:00	0,22	73,33		
17.09	9,65	08:00	0,36	120,00		
18.09	9,92	08:00	0,27	90,00		
19.09	10,37	08:00	0,45	150,00		
20.09	10,71	08:00	0,34	113,33		
21.09	11,38	08:00	0,67	223,33		
22.09	11,85	08:00	0,47	156,67		
23.09	12,41	08:00	0,56	186,67		
24.09	13,16	08:00	0,75	250,00		
25.09	13,88	08:00	0,72	240,00		
26.09	14,67	08:00	0,79	263,33		
27.09	15,04	08:00	0,37	123,33		
28.09	15,53	08:00	0,49	163,33		
29.09	15,97	08:00	0,44	146,67		
30.09	16,44	08:00	0,47	156,67		
01.10	16,86	08:00	0,42	140,00		
M dia			16,47	183,00		

Fonte: O autor, 2005.

Usuario- N 10 -G3 - Endere o Q_04_C10 N de moradores 03 rea=27,56 m2						
Dia	Leitura	Hora	Vol/dia(m ³)	Per capita		
01.09	0,64	08:00				
02.09	0,91	08:00	0,27	90,00		
03.09	1,40	08:00	0,49	163,33		
04.09	1,82	08:00	0,42	140,00		
05.09	2,11	08:00	0,29	96,67		
06.09	2,61	08:00	0,5	166,67		
07.09	2,90	08:00	0,29	96,67		
08.09	3,15	08:00	0,25	83,33		
09.09	3,73	08:00	0,58	193,33		
10.09	4,14	08:00	0,41	136,67		
11.09	4,67	08:00	0,53	176,67		
12.09	4,76	08:00	0,09	30,00		
13.09	4,86	08:00	0,1	33,33		
14.09	5,52	08:00	0,66	220,00		
15.09	5,65	08:00	0,13	43,33		
16.09	6,01	08:00	0,36	120,00		
17.09	6,33	08:00	0,32	106,67		
18.09	6,55	08:00	0,22	73,33		
19.09	6,56	08:00	0,01	3,33		
20.09	6,86	08:00	0,3	100,00		
21.09	7,09	08:00	0,23	76,67		
22.09	7,31	08:00	0,22	73,33		
23.09	7,86	08:00	0,55	183,33		
24.09	8,19	08:00	0,33	110,00		
25.09	8,69	08:00	0,5	166,67		
26.09	8,91	08:00	0,22	73,33		
27.09	9,42	08:00	0,51	170,00		
28.09	9,92	08:00	0,5	166,67		
29.09	10,34	08:00	0,42	140,00		
30.09	10,8	08:00	0,46	153,33		
01.10	11,2	08:00	0,4	133,33		
M dia			10,56	117,33		

Fonte: O autor, 2005.

ANEXO I – Perfil Conjunto Deus Quer



ANEXO J – Planta de Teresina – PI