

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Centro Tecnológico - CTC  
Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - PPGA

**A IMPORTÂNCIA DA MICROMEDIÇÃO NO COMBATE ÀS  
PERDAS DE ÁGUA - ESTUDO DA HIDROMETRAÇÃO DA  
COMPANHIA ÁGUAS DE JOINVILLE**

Clarissa Campos de Sá

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Luiz Sens

Co-Orientador: Prof. Dr. Ramon Lucas Dalsasso

Florianópolis -SC  
2007

**A IMPORTÂNCIA DA MICROMEDIÇÃO NO COMBATE ÀS PERDAS DE  
ÁGUA - ESTUDO DA HIDROMETRAÇÃO DA COMPANHIA ÁGUAS DE  
JOINVILLE**

Clarissa Campos de Sá

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre  
no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade  
Federal de Santa Catarina.

Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof. Maurício Luiz Sens, Dr

Co-Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof. Ramon Lucas Dalsasso

Aprovado por:

\_\_\_\_\_  
Prof. Paulo Belli Filho, Dr.

\_\_\_\_\_  
Prof. Antônio Edésio Jungles, Dr.

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Rejane Helena Ribeiro da Costa, Dr<sup>a</sup>.

\_\_\_\_\_  
Prof. Sebastião Roberto Soares, Dr  
(Coordenador)

Florianópolis, SC - Brasil  
Março de 2007

*Dedico aos meus pais,  
e ao meu amor.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Maurício pela orientação e especialmente por me apresentar o assunto controle de perdas de água.

Ao Prof. Ramon pela orientação e atenção de sempre.

Aos meus pais pelo incentivo e por sempre acreditarem na minha capacidade.

A minha irmã Cristina pela ajuda na formatação e correção ortográfica do trabalho.

Ao meu futuro marido Daniel, pelo carinho, paciência e pelos finais de semana de sol dentro do apartamento ao meu lado.

A Companhia Águas de Joinville, pela oportunidade de realizar o trabalho, em especial ao meu chefe Eng. Gerson Duarte pela confiança e a minha equipe de trabalho pela compreensão nos momentos de ausência.

## RESUMO

O presente trabalho expõe uma análise realizada durante a implantação do Projeto de Hidromedidação, focada no comportamento da micromedidação do Sistema de Abastecimento de Água de Joinville, enfatizando a importância desta para o controle das perdas de água. Iniciado em outubro de 2005, o Projeto de Hidromedidação teve como objetivos principais: elevar o índice de hidromedidação a 100%, visto que, no sistema havia cerca de 20.000 ligações sem hidrômetro; e melhorar a eficiência do parque de hidrômetros, muito antigo e ineficiente. Para análise dos resultados do Projeto de Hidromedidação foi realizado o acompanhamento do consumo e faturamento mensal de água nas residências onde o hidrômetro foi substituído ou instalado. Para estudar o comportamento da população após a instalação do medidor de água, acompanhou-se o consumo típico de residências selecionadas por amostragem dentro das áreas atingidas pelo projeto. Outro acompanhamento importante, foi o cálculo dos indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, realizado com dados anteriores e posteriores ao projeto. Como instrumento de análise financeira foi calculado o período de retorno de investimento do Projeto de Hidromedidação. De acordo com os resultados apresentados, após a instalação de aproximadamente 40.000 hidrômetros, houve um incremento no faturamento da ordem de 57%, e em relação ao consumo micromedido de água, o aumento foi de 32%. Na evolução do consumo das residências, com a instalação do equipamento percebeu-se um aumento, e em seguida, decorrido certo período de adaptação, um decréscimo e estabilização do consumo. Na análise financeira, o período de retorno do investimento foi de sete meses, ou seja, em sete meses o investimento na implantação do projeto foi recuperado. Além do incremento do faturamento e melhoria nos índices de perdas, o uso racional da água e o pagamento pelo real consumo por parte de todos os usuários do sistema são grandes benefícios de um projeto desta natureza. A falta de informações sobre o sistema foi um dos principais problemas enfrentados na elaboração do estudo, principalmente no que diz respeito a determinação de parâmetros para controle das perdas de água. Outrossim, baseado na análise dos índices de perdas, conclui-se que a micromedidação faz parte de um processo amplo e contínuo que deve envolver todo o sistema de abastecimento de água para redução das perdas.

**Palavras-chave:** micromedidação, controle de perdas, hidrômetro, consumo de água.

## ABSTRACT

This current work exposes an analysis that happened during the implementation of water metering project, focused on the micro-measurement system behavior of the “Águas de Joinville” water supply system, emphasizing the importance of the micro-measurement in the water loss control. This water metering project commenced in October, 2005 and it aimed to improve by 100% the micro-measurement, bearing in mind that it had about 20.000 water connection without hydrometers and also to enhance efficiency of the hydrometers from the system, which were old and inefficient. To analyze the results, a monitoring survey was conducted related to the water consumption and water invoice in the households where the hydrometers had been replaced or installed. To analyze the population behavior after the hydrometer installation, the average water consumption from specific areas were measured. The indicators from the Brazil's National Water and Sanitation Information System (*Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento*) SNIS, before and after the project and also the payback period of investment were also used as an important source of information. Payback period was calculated for this investment project as a financial instrument. According to the results, after the installation of approximately 40.000 hydrometers, the company experienced invoicing growth rates of 57%. The micro-measurement of water consumption increased by 32%. In the household water consumption profile, higher water consumption figures were recorded just after the hydrometers installation. After an adaptation period a decrease consumption occurred, but then lasted stabilized. In the financial analysis, the investment in the project had a payback period of seven months after its implementation. Beyond the invoicing growth and improvement in the water loss rates, the rational use of the water and the payment for actual consumption of all water system users are some of the great benefits with this kind of project. The lack of information about the water supply system was pointed out as the main problem faced during the survey, mainly related to the determination of water loss control parameters. Likewise, based on the analysis of the water loss control rates, micro measurement takes part of a wide and continuous process that must involve the whole water supply system in order to reduce water loss.

**Key words:** micro-measurement, water loss control, hydrometer, water consumption.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>17</b>
1.1.1 Objetivo Geral.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos .....	17
<b>1.2 Hipóteses</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3 Limitações do trabalho</b> .....	<b>18</b>
<b>1.4 Estrutura do trabalho</b> .....	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1 Perdas de água – Conceituação</b> .....	<b>20</b>
2.1.1 Perdas reais .....	20
2.1.2 Perdas aparentes .....	22
<b>2.2 Balanço Hídrico</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3 Indicadores de perdas</b> .....	<b>28</b>
<b>2.4 Programa de controle e redução de perdas</b> .....	<b>35</b>
2.4.1 Requisitos básicos.....	35
2.4.2 Plano de ação.....	38
<b>2.5 Micromedição</b> .....	<b>40</b>
2.5.1 Tipos de medidores .....	40
2.5.2 Vazões características dos medidores .....	42
2.5.3 Erros máximos admissíveis .....	42
2.5.4 Classes metrológicas.....	43
2.5.5 Critérios para seleção de hidrômetros .....	44
<b>2.6 Panorama Nacional</b> .....	<b>46</b>
2.6.1 SABESP .....	46
2.6.2 SANEPAR .....	50
2.6.3 SANASA .....	51
2.6.4 CAGECE .....	53
2.6.5 EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento.....	55
2.6.6 Comparação entre os índices de perdas das companhias nacionais.....	56
<b>2.7 Panorama Estadual</b> .....	<b>58</b>

<b>2.8 Cenário em Joinville.....</b>	<b>59</b>
2.8.1 O município .....	59
2.8.2 Dados Geográficos.....	60
2.8.3 Histórico do Sistema de Abastecimento de Água.....	62
2.8.4 Dados Sistema de Abastecimento de Água Atual .....	64
2.8.5 Situação das perdas de água em Joinville .....	68
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>74</b>
<b>3.1 Avaliação das perdas de água - Etapa 1.....</b>	<b>75</b>
3.1.1 Balanço hídrico.....	75
3.1.2 Cálculo dos indicadores de perdas.....	76
<b>3.2 Projeto de Hidrometração – Etapa 2 .....</b>	<b>77</b>
3.2.1 Aquisição de hidrômetros .....	78
3.2.2 Análise do Parque de Hidrômetros e Histograma de Consumo .....	79
3.2.3 Definição da Estratégia.....	80
<b>3.3 Acompanhamento dos Resultados – Etapa 3 .....</b>	<b>81</b>
<b>3.4 Recálculo do balanço hídrico e dos índices de perdas – Etapa 4.....</b>	<b>83</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>84</b>
<b>4.1 Balanço Hídrico e Índice de Perdas.....</b>	<b>84</b>
<b>4.2 Implantação do Projeto de Hidrometração.....</b>	<b>88</b>
4.2.1 Aquisição dos Hidrômetros.....	88
4.2.2 Definição da Estratégia.....	88
4.2.3 Dificuldades encontradas .....	92
<b>4.3 Acompanhamento dos Resultados.....</b>	<b>95</b>
4.3.1 Acompanhamento do Consumo e do Faturamento de Água após a instalação do hidrômetro. ....	97
4.3.2 Acompanhamento do consumo típico por amostragem.....	100
4.3.3 Cálculo do retorno do investimento .....	110
<b>4.4 Recálculo do balanço hídrico.....</b>	<b>112</b>
<b>4.5 Recálculo dos Indicadores de perdas .....</b>	<b>114</b>
4.5.1 Índice de Hidrometração.....	114
4.5.2 Índice de Micromedição relativo ao Volume Disponibilizado .....	115
4.5.3 Consumo de Micromedido e Consumo Faturado, por Economia .....	117

4.5.4 Índice de Perdas de Faturamento .....	118
4.5.5 Índice de Perdas na Distribuição .....	118
4.5.6 Índice Bruto de Perdas Lineares .....	120
4.5.7 Índice de Perdas por Ligação .....	120
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>122</b>
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>124</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO III .....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXO IV .....</b>	<b>137</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes do balanço de águas .....	26
Figura 2: Componentes de um sistema típico de abastecimento de água e localização dos pontos de controle de vazão .....	27
Figura 3: Faixas de índices de perdas de água .....	34
Figura 4: Tabela de dimensionamento de hidrômetros .....	46
Figura 5 : Análise das perdas de água na Sanepar .....	51
Figura 6: Diagnóstico da situação do SAA da Embasa .....	55
Figura 7: Índice de micromedição X Índice de perdas de faturamento .....	57
Figura 8: Localização geográfica do município de Joinville no estado de Santa CatarinaRTH.....	60
Figura 9: Imagem de satélite do município de Joinville .....	61
Figura 10 – Desenho esquemático do Sistema de Abastecimento de Água de Joinville.....	65
Figura 11: Grupos de faturamento e setores de medição e cadastro do SAA de Joinville.....	67
Figura 12: Fluxo das ações.....	75
Figura 13: Numeração dos hidrômetros .....	79
Figura 14: Foto de um hidrômetro mostrando a numeração.....	80
Figura 15: Balanço hídrico – Período de novembro de 2004 a outubro de 2005....	85
Figura 16: Idade do parque de hidrômetros.....	89
Figura 17: Histograma de consumo – Ligações medidas em agosto de 2005 .....	91
Figura 18: Cavalete solto e inclinado.....	92
Figura 19: Cavalete e hidrômetro enterrados .....	93
Figura 20: Cavalete com material inadequado .....	93
Figura 21: Cavalete inexistente .....	93
Figura 22: Cavalete e hidrômetro enterrados .....	94
Figura 23: Cavalete fora do padrão .....	94
Figura 24: Cavalete inexistente e proteção do hidrômetro inadequada.....	94
Figura 25: Cavalete inacessível.....	95
Figura 26: Acompanhamento dos hidrômetros instalados em outubro de 2005.....	97
Figura 27: Acompanhamento dos hidrômetros instalados em novembro de 2005 .....	98

Figura 28: Acompanhamento dos hidrômetros instalados em fevereiro de 2006 ...	99
Figura 29: Resultado geral do total de hidrômetros instalados.....	100
Figura 30: Acompanhamento do consumo típico por residência - Localização ...	102
Figura 31: Perfil de consumo de residências - Fase 1.....	103
Figura 32: Perfil de consumo de residências - Fase 2.....	106
Figura 33: Balanço hídrico – Período de novembro de 2005 a outubro de 2006..	113
Figura 34: Índice de hidrometração .....	114
Figura 35: Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado .....	116
Figura 36: Volume faturado e volume micromedido .....	116
Figura 37: Índice de perdas de faturamento .....	118
Figura 38: Índice de perdas na distribuição .....	119
Figura 39: Índice de perdas lineares.....	120
Figura 40: Índice de perdas por ligação.....	121

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índice de perdas de faturamento por região e geral do Brasil .....	15
Tabela 2: Origem das perdas reais de água.....	21
Tabela 3: Origem das aparentes reais de água.....	23
Tabela 4: Indicadores do SNIS .....	30
Tabela 5: Indicadores recomendados.....	32
Tabela 6: Significados das siglas .....	33
Tabela 7: Classificação dos medidores de água em classes metrológicas .....	43
Tabela 8: Vazões características de hidrômetros segundo sua classe metrológica e vazão nominal .....	43
Tabela 9: Seleção e dimensionamento de medidores de água para residências unifamiliares e coletivas, abastecimento direto .....	45
Tabela 10: Tabela de dimensionamento de hidrômetros da SANASA .....	45
Tabela 11: Distribuição das perdas de água em São Paulo .....	47
Tabela 12: Metas de redução do índice de perdas.....	49
Tabela 13: Composição dos índices de perdas em 2001 .....	49
Tabela 14: Índices de perdas de prestadores de abrangência regional no ano de 2005 .....	57
Tabela 15: Índices de perdas em Santa Catarina no ano de 2005.....	58
Tabela 16: Coordenadas geográficas de Joinville .....	60
Tabela 17: Limites geográficos de Joinville .....	62
Tabela 18: Índice de perdas e índice de hidrometração de 1994 e 1996 .....	70
Tabela 19: Dados do sistema de abastecimento de água de Joinville .....	74
Tabela 20: Indicadores de perdas selecionados do SNIS .....	77
Tabela 21: Indicadores do SAA de Joinville em 2004.....	86
Tabela 22: Ligações de água em Agosto de 2005.....	88
Tabela 23: Número de hidrômetros instalados por fase .....	96
Tabela 24: Acompanhamento do consumo típico das residências - Fase 1 .....	104
Tabela 25: Acompanhamento do consumo típico das residências - Fase 2 .....	107
Tabela 26: Acompanhamento do consumo típico das residências - Fase 3.....	109
Tabela 27: Cálculo do período de <i>payback</i> .....	111
Tabela 28: Consumo de Micromedido e Consumo Faturado, por Economia.....	117

**LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CASAN	Companhia Catarinense de Água e Saneamento
DN	Diâmetro Nominal
DTA	Documento Técnico de Apoio
ETA	Estação de Tratamento de Água
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IWA	Internacional Water Association
L	Litros
MCidades	Ministério das Cidades
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
NBR	Norma Brasileira
OS	Ordem de Serviço
PMJ	Prefeitura Municipal de Joinville
PMSS	Programa de Modernização do Setor de Saneamento
PNCDA	Programa nacional Contra o Desperdício de Água
Pol	Polegada
%	Porcentagem
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

## DEFINIÇÕES

**Ligação de Água:** Ponto de conexão do ramal predial do imóvel à rede pública de distribuição de água, através de um cavalete onde está instalado o hidrômetro.

**Ligações medidas:** Toda ligação de água que possui hidrômetro e tem seu consumo mensal efetivamente lido nos mostradores do hidrômetro.

**Economia de água:** Unidade autônoma ou um conjunto de unidades autônomas de um imóvel, atendidas por uma ligação.

**Leituristas:** Funcionários das Companhias de Saneamento, ou contratados, que fazem a leitura dos hidrômetros.

## 1 INTRODUÇÃO

A perda de água no Brasil vem tomando lugar de destaque dentro das Companhias de Saneamento, que priorizam controlar os desperdícios de todas as naturezas a investir em expansão do sistema para atender a demanda crescente.

De acordo com Miranda (2002), nas últimas décadas, uma série de fatores criou um ambiente propício ao crescimento descontrolado das perdas nos sistemas de abastecimento: poucos investimentos e menor desenvolvimento tecnológico nas redes de distribuição e ações de melhoria operacional; cultura do aumento da oferta e do consumo individual, sem preocupações com a conservação e o uso racional; decisões pragmáticas, não previstas em projeto, de ampliação da carga e extensão das redes até áreas mais periféricas dos sistemas, para atendimento aos novos consumidores.

Na América do Norte e principalmente Europa já existem, há bastante tempo, programas de controle de perdas com metodologias bem definidas e grandes investimentos na implementação desses programas. No Brasil também estão sendo feitos esforços nesse sentido. Porém, se percebe a carência de uma melhor sistematização e operacionalização do controle de perdas (GONÇALVES, 1998).

A Tabela 1 apresenta a evolução das perdas de faturamento por região e média geral do Brasil nos últimos 5 anos.

**Tabela 1: Índice de perdas de faturamento por região e geral do Brasil (PMSS, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, modificado)**

<b>REGIÕES</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Norte	52,8%	57,6%	56,6%	59,2%	59,1%
Nordeste	45,9%	45,4%	43,7%	44,3%	44,4%
Sudeste	39,8%	38,8%	37,0%	37,8%	37,3%
Sul	36,4%	37,3%	39,1%	39,4%	30,9%
Centro-Oeste	35,8%	34,0%	33,1%	37,7%	36,5%
<b>Brasil</b>	<b>40,6%</b>	<b>40,5%</b>	<b>39,4%</b>	<b>40,4%</b>	<b>39,0%</b>

Em Santa Catarina esta preocupação é mais recente e as Companhias de Saneamento vêm se organizando para melhoria e controle das perdas.

Em agosto de 2005 entrava em operação a Companhia Águas de Joinville, criada pelo apelo de uma sociedade que clamava por um serviço de abastecimento de água mais eficiente e pela implantação da rede coletora de esgotos.

Um dos principais problemas operacionais, não diferente da realidade nacional, eram as perdas de água que em Joinville alcançava patamares de 70% na distribuição e ultrapassava 60% em termos de faturamento, um número acima da média nacional.

As perdas de água estão presentes em todas as partes de um sistema de abastecimento, desde a captação até a residência de cada usuário. Para a determinação e identificação das perdas é fundamental que os volumes em cada parte do sistema sejam medidos, através da Macromedição e Micromedição.

A micromedição está na ponta deste processo. Além de fornecer uma informação importante para a saúde financeira das companhias, o volume medido para que possa se transformar em volume faturado, é um instrumento de disciplina para o uso racional da água.

Já é deveras conhecido que a água é um bem finito, e que sua escassez é crescente devido à forma como é devolvida à natureza. Porém, no dia-a-dia, na rotina das residências, é muito difícil perceber que pequenos hábitos podem transformar essa realidade. Hábitos estes que se materializam na consciência da importância de se manter as instalações hidráulicas em perfeitas condições evitando vazamento; manutenção de torneiras fechadas quando não estão sendo usadas, otimização do uso da água para limpeza. É através da instalação de equipamento para medir o consumo que se tem controle da água e a noção do real consumo.

A relevância do assunto em estudo se dá não só no âmbito das perdas aparentes (comercias), com a informação dos volumes micromedidos juntamente com os volumes macromedidos, a setorização e conhecimento dos

setores de abastecimento dão ferramentas para o gerenciamento e planejamento do controle das perdas de água.

Frente ao cenário apresentado, foi considerado de extrema relevância investir num programa de redução de perdas e desperdício de água, culminando com o desenvolvimento deste trabalho. A implantação do Projeto de Hidrometração pela Companhia Águas de Joinville, a partir de outubro de 2005, deu início ao processo de quantificação mais concreta das perdas e diminuição do consumo desperdiçado. Visto que, no município existiam 20.000 ligações sem hidrômetro, tanto residenciais como comerciais e até mesmo industriais.

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral, estudar a importância da micromedição dentro do controle de perdas de água, tendo como base os resultados do Projeto de Hidrometração, desenvolvido pela Companhia Águas de Joinville.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Para melhor organização do trabalho foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Avaliar as perdas de água do Sistema de Abastecimento de Água de Joinville, através do cálculo do balanço hídrico e dos indicadores de perdas, antes e após da implantação do Projeto de Hidrometração;
2. Definir estratégias para melhorar a eficiência da micromedição;
3. Avaliar a evolução do consumo das residências onde foram instalados hidrômetros;
4. Avaliar a viabilidade econômica do Projeto de Hidrometração.

## 1.2 Hipóteses

Como hipóteses do estudo têm-se:

- *é possível alterar os índices de perdas de água apenas com investimento em micromedicação;*
- *o perfil de consumo em uma residência se altera após a instalação ou substituição do hidrômetro;*
- *o projeto de hidromedicação é economicamente viável.*

## 1.3 Limitações do trabalho

O desenvolvimento do trabalho fica limitado pela disponibilidade de dados, principalmente no que tange ao cálculo do balanço hídrico e dos indicadores de perdas de níveis intermediário e avançado.

## 1.4 Estrutura do trabalho

A presente dissertação está organizada em 8 capítulos, incluindo este, a introdução.

No capítulo 2 é realizada uma revisão bibliográfica, passando pela conceituação das perdas e de seus principais componentes, bem como, são apresentadas algumas experiências de companhias brasileiras. Ao final deste, é feita uma explanação sobre o cenário do estudo, qual seja, o município de Joinville.

No capítulo 3, é descrita de forma detalhada a metodologia empregada no trabalho para alcance dos objetivos.

No capítulo 4, são apresentados os resultados obtidos em cada etapa da metodologia adotada.

O capítulo 5 apresenta a discussão dos resultados obtidos e apresentados no capítulo anterior.

No capítulo 6, encontram-se as conclusões do trabalho e as recomendações para trabalhos futuros.

Por fim, as referências bibliográficas, utilizadas na elaboração do trabalho, e os Anexos, onde estão contidos documentos importantes gerados durante o desenvolvimento do trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Perdas de água – Conceituação

Segundo Miranda (2002), o conceito de perda de água é a diferença entre a água de entrada no sistema e o consumo autorizado.

As perdas de água podem ser consideradas para todo o sistema, ou calculadas em relação à sub-sistemas como: a adução de água bruta, o sistema de adução ou distribuição de água tratada. Em cada caso as componentes do cálculo são consideradas em conformidade com a situação (ALEGRE *et al.*, 2000).

As perdas em um sistema de abastecimento de água ocorrem na produção (da captação à estação de tratamento) e/ou na distribuição (após o tratamento):

a) Na produção, as perdas podem ocorrer em adutoras e/ou linhas de recalque de água bruta, em equipamentos/conexões de estações elevatórias e de tratamento; e

b) Na distribuição, podem ocorrer perdas em adutoras e/ou linhas de recalque de água tratada, estações elevatórias, reservatórios, redes de distribuição e ramais prediais, e unidades consumidoras (GONÇALVES, 1998).

As perdas de água dividem-se em perdas reais ou físicas e perdas aparentes ou não físicas, ou comerciais.

#### 2.1.1 Perdas reais

Perdas reais são perdas reais do sistema em pressão, até o ponto de medição do cliente. O volume anual de perdas através de todos os tipos de fissuras, rompimentos e extravasamentos ocorridos na rede, reservatórios e

nas ligações prediais, até o ponto de medição, depende da frequência, da vazão e da duração média de cada vazamento (MIRANDA, 2002).

Segundo Gomes (2005), as perdas reais ocorrem em qualquer tipo de sistema de abastecimento, e são decorrentes de vazamento, provocados por deficiência nos equipamentos, envelhecimento das tubulações e conexões, e operação e manutenção inadequadas em todo o sistema.

De acordo com Miranda (2002), apesar das perdas reais localizadas a jusante do hidrômetro do cliente se encontrar excluídas do cálculo das perdas reais, são muitas vezes significativas, em particular quando não há medidor, e merecedoras de atenção no contexto dos objetivos da gestão dos consumos.

A Tabela 2, transcrita do Documento Técnico de Apoio C3 – Medidas de redução de perdas - Elementos para planejamento do Programa Nacional de Desperdício de Água – PNCDA, mostra a origem das perdas reais bem como a magnitude de cada componente:

**Tabela 2: Origem das perdas reais de água (CONEJO; LOPES; MARCKA, 1999)**

	<b>PARTE DO SISTEMA</b>	<b>ORIGEM DA PERDA</b>	<b>MAGNITUDE</b>
<b>PERDAS REAIS</b>	Captação	Vazamento na adução Limpeza no poço de sucção Limpeza desarenador	Variável, função do estado das instalações
	Estação de Tratamento	Vazamentos estrutura Lavagem dos filtros Descarga de lodo	Significativa, função do estado das instalações e eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estrutura Extravasamentos Limpeza	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Adução	Vazamentos tubulação Descargas	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões

### 2.1.2 Perdas aparentes

Perdas aparentes contabilizam todos os tipos de imprecisões associadas às medições de água produzida e da água consumida, e ainda o consumo não autorizado, por furto ou uso ilícito (MIRANDA, 2002).

O termo aparente foi recentemente adotado e alguns estudiosos da área o questionam, pois a expressão “perda aparente” em contraponto a “perda real” dá impressão de algo que na verdade não ocorre. Segundo Ferreira (2005), a definição para aparente é: “que parece real ou verdadeiro, mas não existe, necessariamente, na realidade”. Em contrapartida, Carteadó e Vermersch (2006) apontam:

“As perdas aparentes são tão “reais” quanto às perdas físicas. Em muitos casos este é o mais relevante componente da perda. É necessário avaliar as perdas não físicas com o mesmo rigor que se aplica às perdas físicas.”

Segundo Gomes (2005), as perdas aparentes ou comerciais, decorrem de falhas nos equipamentos de medição (macro e micromedidores), erros no cadastro do sistema e fraudes de ligações.

A Tabela 3, extraída do Documento Técnico de Apoio C3 – Programa Nacional de Desperdício de Água – PNCDA, apresenta as origens das perdas aparentes:

Tabela 3: Origem das aparentes reais de água (PNCDA, 1999)

	ORIGEM DA PERDA	MAGNITUDE
PERDAS APARENTES	Ligações clandestinas / irregulares	Podem ser significativas,
	Ligações não hidrometradas	dependendo de:
	Hidrômetros parados	procedimentos cadastrais,
	Hidrômetros que submedem	de faturamento,
	Ligações inativas reabertas	de manutenção preventiva e
	Erro de leitura	adequação de hidrômetros e
	Número de economias errado	de monitoramento do sistema

## 2.2 Balanço Hídrico

A definição de balanço hídrico ou balanço de águas é dada como a representação das parcelas de volume de água que compõem o volume total da água que é fornecido ao sistema de distribuição. A partir do Balanço Hídrico, pode-se conhecer o destino da água que está sendo fornecida ao sistema, ou seja, é possível fazer uma contabilização de todos os tipos de utilização da água introduzida no sistema. O cálculo contínuo do balanço hídrico permite determinar o volume de água perdido na distribuição e desta forma, representa uma das melhores ferramentas para o gerenciamento de perdas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

Para melhor compreensão do balanço hídrico é fundamental o entendimento de determinados conceitos, alguns destes citados por Alegre *et al.* (2000):

- **água captada**: volume anual de água obtida a partir de captações de água bruta para entrada em estações de tratamento de água (ou diretamente em sistemas de adução e de distribuição);

- **água bruta, importada ou exportada:** volume anual de água bruta que é transferido, de ou para, outros sistemas de abastecimento de água (as transferências podem ocorrer em qualquer ponto entre a captação e a estação de tratamento);

- **água fornecida ao tratamento:** volume anual de água bruta que aflui às instalações de tratamento;

- **água produzida:** volume anual de água tratada que é fornecida ao sistema de adução ou diretamente ao sistema de distribuição;

- **água tratada, importada ou exportada:** volume anual de água tratada que é transferido, de ou para, outros sistemas de abastecimento de água (as transferências podem ocorrer em qualquer ponto à jusante do tratamento);

- **água fornecida à adução:** volume anual de água tratada que aflui ao sistema de adução;

- **água fornecida para distribuição:** volume anual de água tratada que aflui ao sistema de distribuição;

- **água fornecida para distribuição direta:** diferença entre a água fornecida para distribuição e a água tratada exportada (não sendo possível separar a adução da distribuição, a água fornecida para distribuição direta corresponde à diferença entre a água fornecida à adução e a água tratada exportada);

- **água entrada no sistema:** volume anual introduzido na parte do sistema de água que é objeto do cálculo do balanço de águas.

Além das definições citadas, outras importantes são destacadas por Ministério das Cidades (2006):

- **volume de água de consumo autorizado:** volume de água não medido, utilizado por consumidores cadastrados na empresa e outros que são, implicitamente ou explicitamente autorizados pela empresa. Neste consumo pode ser incluído: combate a incêndio, limpeza de ruas, limpeza de reservatórios, limpeza de redes de esgoto, regas de espaços verdes municipais, abastecimento de caminhões pipa, alimentação de fontes públicas e chafarizes, etc. Esses consumos podem ser: faturados ou não, dependendo da prática local;

- **volume de água faturado:** são volumes que produzem renda. É igual a soma do volume de água faturado medido e volume de água faturado não medido e volume de água faturado não consumido;

- **volume de água faturado não consumido:** ocorre no Brasil, porque muitas operadoras utilizam o sistema de faturar no mínimo certa cota básica, geralmente 10 m<sup>3</sup> por mês. Como há usuários que consomem abaixo disso, freqüentemente os volumes faturados anuais são maiores do que os volumes registrados pelos hidrômetros no mesmo período.

- **volume de água autorizado não faturado:** são volumes que não produzem renda, obtidos pela diferença entre o volume fornecido ao sistema e o consumo autorizado faturado. Inclui, não apenas as perdas de água, mas também o consumo autorizado não faturado.

- **volume de perdas de água:** é a diferença entre o volume fornecido ao sistema e o consumo autorizado. Divide-se em perdas aparentes e reais.

- **volume de perdas aparentes:** é o volume que contabiliza todos os tipos de imprecisões associada às medições de água produzida e consumida,

e, ainda, o consumo não autorizado, por furto ou uso ilícito, tais como: ligações clandestinas e, ou irregulares e fraudes nos hidrômetros;

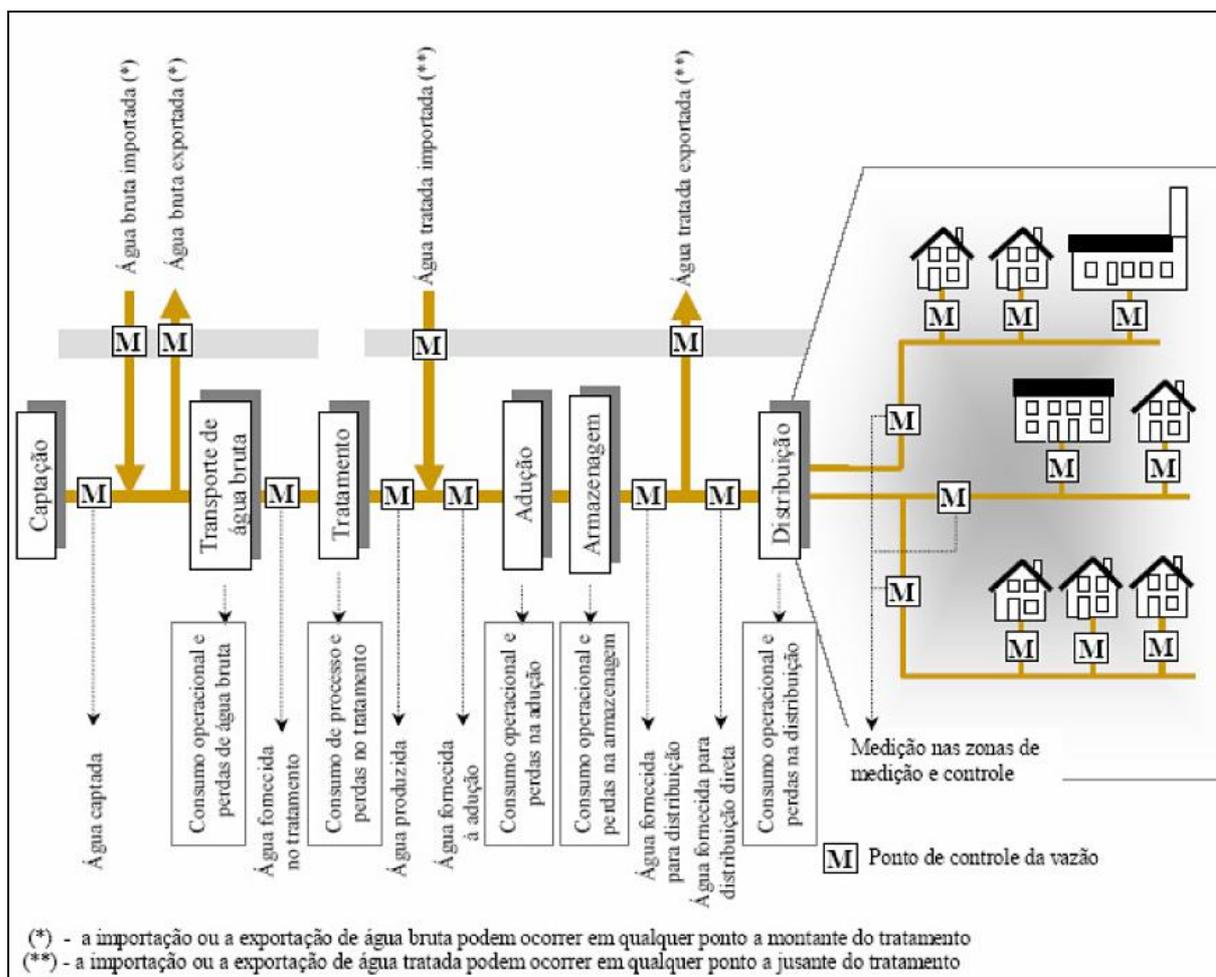
- **volume de perdas reais:** é toda água disponibilizada que não chega aos consumidores. São relacionadas às perdas por vazamentos e às operacionais.

Miranda (2002), recomenda que no intuito de neutralizar os efeitos da sazonalidade pertinentes ao comportamento de um sistema de abastecimento de água, o cálculo do balanço hídrico seja feito com dados globais de um ano de operação. Outra recomendação importante é a obtenção dos dados setorialmente por zonas de pressão/abastecimento, onde as entradas, contornos e saídas são conhecidos e medidos. A Figura 1 mostra as componentes do Balanço Hídrico

Água entrada no sistema [m <sup>3</sup> /ano]	Consumo autorizado [m <sup>3</sup> /ano]	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (incluindo água exportada) [m <sup>3</sup> /ano]	Água faturada [m <sup>3</sup> /ano]
		[m <sup>3</sup> /ano]	Consumo faturado não medido [m <sup>3</sup> /ano]	
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido [m <sup>3</sup> /ano]	Água não faturada (perdas aparentes) [m <sup>3</sup> /ano]
		[m <sup>3</sup> /ano]	Consumo não faturado não medido [m <sup>3</sup> /ano]	
	Perdas de água [m <sup>3</sup> /ano]	Perdas Aparentes	Consumo não autorizado [m <sup>3</sup> /ano]	
		[m <sup>3</sup> /ano]	Erros de medição [m <sup>3</sup> /ano]	
		Perdas reais [m <sup>3</sup> /ano]	Perdas reais nas tubulações de água bruta e no tratamento (quando aplicável) [m <sup>3</sup> /ano]	
			Vazamentos nas tubulações de adução e/ou distribuição [m <sup>3</sup> /ano]	
	Vazamentos e extravasamento nos reservatórios de adução e/ou distribuição [m <sup>3</sup> /ano]			
	Vazamentos em ramais (a montante do ponto de entrega) [m <sup>3</sup> /ano]			

Figura 1: Componentes do balanço de águas (ALEGRE *et al.*, 2000, MODIFICADO APUD MIRANDA, 2002)

A Figura 2 ilustra um sistema típico destacando as unidades que o compõem e os pontos de entrada e saída de água. O controle desses pontos permite construir o balanço de águas (ALEGRE *et al.* 2000).



**Figura 2: Componentes de um sistema típico de abastecimento de água e localização dos pontos de controle de vazão (ALEGRE *et al.*, 2000)**

De acordo com Miranda (2002), para a realidade atual dos sistemas brasileiros, o número de pontos de macromedição indicados na Figura 2, talvez seja excessivo, devendo tal arranjo ser adaptado em função das características locais de cada sistema, das condições econômico-financeiras e da capacidade do operador em manter em perfeito funcionamento os pontos de medição.

### 2.3 Indicadores de perdas

Segundo Miranda (2002), os indicadores devem oferecer bases seguras para o planejamento das ações e a avaliação de seus resultados; possibilitar a análise de desempenho, permitindo a comparação entre diferentes sistemas e operadores de serviços; bem como contribuir na definição de políticas públicas para o setor saneamento, nas três esferas de governo - federal, estadual e municipal.

No âmbito dos operadores, a possibilidade de identificar os pontos fortes e fracos de seus diversos setores e das unidades dos sistemas, fornecendo elementos importantes para a tomada de decisões e o monitoramento das ações. Os indicadores servem ainda às rotinas de *benchmarking*, seja nas unidades internas das entidades ou no âmbito externo, permitindo a comparação com entidades semelhantes.

Segundo a classificação da *IWA - Internacional Water Association*, citada por Ministério da Cidade (2006), os indicadores para avaliação de perdas de água, estão divididos em:

- **nível básico:** composto por indicadores derivados de informações técnicas mínimas, exigíveis de todos os sistemas indistintamente; fornece uma síntese da eficiência e da eficácia do operador;
- **nível intermediário:** composto por indicadores derivados de informações técnicas específicas mais refinadas do que as utilizadas nos indicadores do nível básico; permite um conhecimento mais pormenorizado que os indicadores do nível básico, para uma análise mais profunda;
- **nível avançado:** composto por indicadores derivados de informações técnicas que, adicionalmente aos atributos das anteriores (níveis básico e intermediário) envolvem um grande esforço de monitoramento e controle operacional, utilizando técnicas e equipamentos mais sofisticados; indicadores com maior detalhe específico, relevantes para a gestão do operador.

Indicadores Nível Básico:

- Indicador Percentual do Volume de água Não Faturado (IANF)

$$I_{ANF} = \frac{(\text{VolumeDistribuído} - \text{VolumeFaturado}) \times 100}{\text{VolumeDistribuído}}$$

- Indicador Percentual do Volume de Perdas Totais de Água (IAPG)

$$I_{PAG} = \frac{(\text{VolumeDistribuído} - \text{VolumedeÁguadeConsumoAutorizado}) \times 100}{\text{VolumeDistribuído}}$$

Indicadores Nível Intermediário:

- Indicador de Volume de Perdas Reais por Ligação (IPREL):

$$I_{PREL} = \frac{\text{VolumeAnualPerdas Reais}}{\text{QuantidadeLigaçõesAtivasÁgua}} \quad (\text{m}^3 / \text{ligação} / \text{ano})$$

- Indicador de Volume de Perdas Aparentes por Ligação (IPAPL)

$$I_{PAPL} = \frac{\text{VolumeAnualPerdasAparentes}}{\text{QuantidadeLigaçõesAtivasÁgua}} \quad (\text{m}^3 / \text{ligação} / \text{ano})$$

Indicadores Nível Avançado:

- Indicador de Vazamentos na Infra-estrutura:

$$I_{VIN} = \frac{\text{VolumePerdas Reais}}{\text{VolumedePerdas ReaisInevitáveis}}$$

Segundo Miranda (2002), embora haja fortes críticas aos indicadores expressos em percentual, a grande maioria dos trabalhos ainda sustenta esses indicadores. Os estudos iniciais do Grupo de Trabalho da IWA sobre Perdas de Água, do qual surgiram as primeiras críticas, apresentam tais indicadores, embora recomendem a sua não utilização. Já os trabalhos mais recentes do

Grupo aumentam as críticas com novos e mais fortes argumentos e decidem, de forma categórica, pela não utilização dos mesmos, recomendando o seu abandono definitivo. No entanto, a melhor situação para o Brasil ainda é manter os indicadores em percentual, paralelamente incrementa-se o uso de indicadores mais representativos.

O Ministério das Cidades publica anualmente, desde 1995, o “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos”, que divulga a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, abrangendo uma série de indicadores, inclusive de perdas.

Nos últimos dez anos, o SNIS consolidou-se como o maior e o mais importante banco de dados do setor de saneamento. Esse instrumento serve a múltiplos propósitos nas esferas federal, estadual e municipal, sendo utilizado especialmente para os seguintes propósitos: (i) planejamento e execução de políticas públicas; (ii) orientação da aplicação de recursos; (ii) avaliação de desempenho dos serviços; (iv) aperfeiçoamento da gestão, elevando os níveis de eficiência e eficácia; (v) orientação de atividades regulatórias e de fiscalização; (vi) contribuição para o controle social; e (vii) utilização de seus indicadores como referência para comparação e medição de desempenho no setor (PMSS, 2004).

Na Tabela 4 são apresentados os indicadores do SNIS relacionados a perdas de água:

**Tabela 4: Indicadores do SNIS (PMSS, 2005)**

---

**Índice de Hidrometração**

$$\frac{\text{quantidade de ligações ativas de água micromedidas}}{\text{quantidade de ligações ativas de água}}$$

---

**Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado**

$$\frac{\text{volume de água micromedido}}{\text{volume de água disponibilizado para distribuição} - \text{volume de água de serviços}}$$

---

**Índice de Macromedição**

$$\frac{\text{volume de água macromedido} - \text{volume de água tratado exportado}}{\text{volume de água disponibilizado para distribuição}}$$


---

---

**Índice de Perdas de Faturamento**

$$\frac{\text{volume de água (produzido tratado importado - de serviço) - volume de água faturado}}{\text{volume de água (produzido tratado importado - de serviço)}}$$

---

**Consumo Micromedido por Economia**

$$\frac{\text{quantidade de economias ativas de água micromedidas}}{\text{volume de água micromedido}}$$

---

**Consumo de Água Faturado por Economia**

$$\frac{\text{quantidade de economias ativas de água}}{\text{volume de água faturado - volume de água tratada exportado}}$$

---

**Consumo Médio *per Capita* de Água**

$$\frac{\text{população total atendida com abastecimento de água}}{\text{volume de água consumido - volume de água tratada exportado}}$$

---

**Volume de Água Disponibilizado por Economia**

$$\frac{\text{quantidade de economias ativas de água}}{\text{volume de água disponibilizado para distribuição}}$$

---

**Índice de Faturamento de Água**

$$\frac{\text{volume de água (produzido tratado importado - de serviço)}}{\text{volume de água faturado}}$$

---

**Índice de Perdas na Distribuição**

$$\frac{\text{volume de água (produzido tratado importado - de serviço)}}{\text{volume de água (produzido tratado importado - de serviço) - volume de água consumido}}$$

---

**Índice Bruto de Perdas Lineares**

$$\frac{\text{extensão da rede de água}}{\text{volume de água (produzido + tratado importado - de serviço) - volume de água consumido}}$$

---

**Índice de Perdas por Ligação**

$$\frac{\text{quantidade de ligações ativas de água}}{\text{volume de água (produzido + tratado importado - de serviço) - volume de água consumido}}$$

---

**Índice de Consumo de Água**

$$\frac{\text{volume de água (produzido tratado importado - de serviço)}}{\text{volume de água consumido}}$$

---

**Consumo Médio de Água por Economia**

$$\frac{\text{quantidade de economias ativas de água}}{\text{volume de água consumido - volume de água tratado exportado}}$$


---

Miranda (2002) fez uma análise completa e aprofundada dos indicadores obtidos em várias metodologias de cálculo de indicadores de perdas. Baseado

nesta pesquisa, o autor elaborou uma proposta para estes indicadores, transformando-a em ferramenta útil no gerenciamento das perdas.

Esta proposta está dividida em grupos de indicadores de perdas e indicadores complementares, identificados como de níveis básico, intermediário e avançado, apresentados na Tabela 5. Os critérios para posicionamento dos indicadores nesses níveis variam em função do grau de dificuldade para obtenção dos dados.

**Tabela 5: Indicadores recomendados (MIRANDA, 2002)**

<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>Unidade</b>	<b>Fórmula</b>
<b>NÍVEL BÁSICO</b>			
IANF/V	Indicador de águas não faturadas por volume	%	$\frac{VANF * 100}{VDIS}$ VANF = VDIS – VFAT VDIS = VPRO + VTIM
IPAG	Indicador de perdas totais de água	%	$\frac{VPAG * 100}{VDIS}$ VPAG = VDIS – VCAU VCAU = VTEX + VCON + VCNF VCNF = VOPE + VREC + VESP
IPAG/L	Indicador de perdas totais de água por ligação	L/lig.dia	$(VDIS - VCAU) / (QLAT * QDIA)$
<b>NÍVEL INTERMEDIÁRIO</b>			
IPRE/L	Indicador de perdas reais por ligação	l/lig.dia	$\frac{VPRE}{(QLAT * QDIA * T)}$ VPRE = VVAZ + VOEX T = QTPR / (QDIA * 24)
IPAP	Indicador de perdas aparentes por ligação	l/lig.dia	$\frac{VPAP}{(QLAT * QDIA)}$ VPAP = VCNA + VCMC
IANF/C	Indicador de águas não faturadas em termos de custo	%	$\frac{[(VCNF + VPAP) * QTMA + (VPRE * QCMP)]}{QDEX}$
<b>NÍVEL AVANÇADO</b>			
IPRE/P	Indicador de perdas reais por ligação associado à pressão	l/lig.mca.dia	$\frac{VPRE}{(QLAT * QPME * QDIA)}$
IVIN	Indicador de vazamentos da infra-estrutura	-	$\frac{VPRE}{VPRI}$ VPRI = [(18 * QEPR) + (0,8 * QLAT) + (25 * QERA)] * QPME / 1000

A Tabela 6 traz os significados das siglas utilizadas por Miranda (2002).

**Tabela 6: Significados das siglas (MIRANDA, 2002)**

VPRO	Volume de água produzido	m <sup>3</sup>
VTIM	Volume de água tratada importado	m <sup>3</sup>
VDIS	Volume disponibilizado para distribuição	m <sup>3</sup>
VTEX	Volume de água tratada exportado	m <sup>3</sup>
VCONm	Volume de água consumido medido	m <sup>3</sup>
VCONnm	Volume de água consumido não medido	m <sup>3</sup>
VCON	Volume de água consumido	m <sup>3</sup>
VOPE	Volume de água para usos operacionais	m <sup>3</sup>
VREC	Volume de água recuperado	m <sup>3</sup>
VESP	Volume de água para usos especiais	m <sup>3</sup>
VCNF	Consumo autorizado não faturado	m <sup>3</sup>
VCAU	Volume de água de consumo autorizado total	m <sup>3</sup>
VFAT	Volume água faturado	m <sup>3</sup>
VCNA	Volume de água de consumo não autorizado	m <sup>3</sup>
VCMC	Volume de água de consumo mal contabilizado	m <sup>3</sup>
VPAP	Volume de perdas aparentes de água	m <sup>3</sup>
VVAZ	Volume de água de vazamentos nas redes	m <sup>3</sup>
VOEX	Volume de água de usos operacionais extraordinários	m <sup>3</sup>
VPRE	Volume de perdas reais de água	m <sup>3</sup>
VPAG	Volume de perdas totais de água	m <sup>3</sup>
VANF	Volume de águas não faturadas	m <sup>3</sup>
QLAT	Quantidade de ligações ativas de água	lig
QLAM	Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	lig
QLIN	Quantidade de ligações inativas de água	lig
QERE	Quantidade de economias ativas residenciais de água	eco
QEPR	Extensão da rede de água.	km
QETR	Extensão total da rede de água	km
QERA	Extensão do ramal predial interno	km
QREP	Quantidade de reparos realizados	reparos
QPME	Pressão média de operação da rede	mca
QTPR	Tempo de pressurização do sistema	horas
QDEX	Despesa de exploração	R\$
QTMA	Tarifa média de água	R\$/m <sup>3</sup>
QCMP	Custo médio assumido das perdas reais	R\$/m <sup>3</sup>
QDIA	Quantidade de dias	dia

Segundo Gomes (2005), em termos de viabilidade econômica, pode-se considerar que há três faixas de índices de perdas, tanto para as reais como para as aparentes. Acima do nível 2, ilustrado na Figura 3, as ações de combate às perdas são economicamente viáveis, de forma que os benefícios diretos superam todos os custos envolvidos no programa de diminuição dos desperdícios. Na faixa intermediária, entre os níveis 2 e 1, os benefícios diretos não superam os custos. Nesta faixa o programa de combate às perdas pode ser ainda mais viável, desde que considerem os benefícios indiretos envolvidos, tais como os decorrentes da conservação dos recursos hídricos. Abaixo do nível 1 situam-se os índices de perdas inevitáveis, que ocorrem em todos os sistemas e que não vale a pena, economicamente combatê-las. Na grande maioria dos sistemas de abastecimento de água no mundo, o nível 1 está em torno de 10%. Isto significa que não vale a pena, economicamente, reduzir as perdas de água para níveis abaixo de 10%.

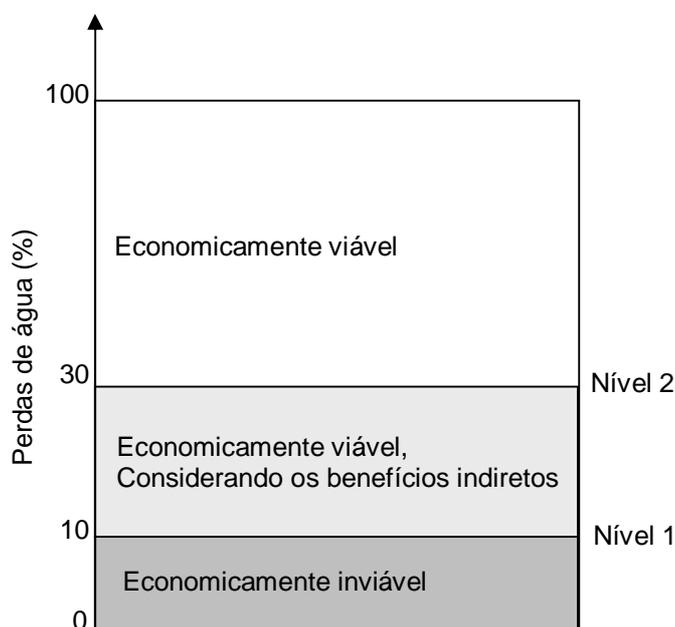


Figura 3: Faixas de índices de perdas de água (GOMES,2005)

## 2.4 Programa de controle e redução de perdas

### 2.4.1 Requisitos básicos

Conejo, Lopes e Marcka (1999) em trabalho desenvolvido para o PNCDA, recomendam alguns requisitos básicos para implantação de um programa de perda, que são resumidos na seqüência:

#### 2.4.1.1 Subdivisão do Sistema

O sistema deve ser dividido em subsistemas para facilitar o diagnóstico das perdas e a orientação para ações corretivas e preventivas. Dessa forma, pode-se dividir o programa de controle nos seguintes subsistemas:

- Captação - captação e adução de água bruta;
- Estação de Tratamento de Água;
- Reservação;
- Adução - adução de água tratada e instalações de recalque; e
- Distribuição - redes de distribuição e ligações prediais.

#### 2.4.1.2 Monitoramento

Não é possível o conhecimento das perdas sem mensurações dos volumes transportados em vários pontos do sistema, desde a captação, tratamento, adução, reservação e distribuição até os volumes consumidos. Assim, para estimar-se perdas é imprescindível investir-se em equipamentos medidores de vazão - macromedidores, localizados em pontos estratégicos, associados a altos índices de micromedição - hidrômetros. Uma vez instalados tais equipamentos, requer-se uma sistemática de leituras simultâneas de valores macromicromedidos e análises periódicas de dados para diagnosticar as perdas existentes em partes ou em todo o sistema e, por conseqüência, a adoção de medidas corretivas para sua redução.

#### 2.4.1.3 Setorização

Conceitualmente, o sistema de distribuição deveria ocorrer a partir de um centro de reservação e abranger uma área de influência bem delimitada fisicamente, denominada Setor de Abastecimento, que por sua vez pode estar dividido em subsetores. Outra possibilidade, não recomendada, é a distribuição ocorrer a partir de derivação de adutora para atender determinado Setor de Abastecimento. Em ambos os casos, através do monitoramento, fica fácil identificar o percentual de perdas em cada Setor de Abastecimento, com a instalação de macromedidores nas saídas dos centros de reservação e nas derivações para alimentação de cada Setor. Como na realidade os sistemas de distribuição são freqüentemente ampliados sem respeitar critérios técnicos rígidos, comumente encontra-se pouca ou nenhuma setorização em sistemas de água, sobretudo de centros urbanos que experimentaram crescimento populacional acelerado.

Assim, o trabalho de reiniciar a setorização é muitas vezes difícil e oneroso, devendo ser implantado gradualmente, iniciando pelo isolamento de áreas e eliminando zonas de mistura, a partir das quais, por aproximações sucessivas, vai se implantando a setorização e subsetorização mais convenientes.

#### 2.4.1.4 Cadastro Técnico

Base de dados contendo informações sobre o sistema de adução e distribuição de água, o cadastro localiza numa base cartográfica as tubulações de água, indicando diâmetros, extensões, materiais e conexões e permitindo o conhecimento do sistema e o estabelecimento de regras operacionais. É, portanto, elemento imprescindível na modernização da empresa e na melhoria de controle e prestação de serviços.

O aprimoramento contínuo e a informatização do cadastro técnico devem ocorrer concomitantemente ao incremento do intercâmbio de

informações entre as áreas de operação e, principalmente, de manutenção (distritos de manutenção) com a área técnica que mantém e atualiza o cadastro.

#### 2.4.1.5 Cadastro de Consumidores

Também conceituado como sistema comercial ou de faturamento, deve envolver a base de dados sobre os consumidores, com categorias, endereços, consumos e características dos hidrômetros, entre outras informações.

É de fundamental importância para o adequado atendimento ao cliente, e para o faturamento da empresa. Constitui-se também em indispensável subsídio para a programação da manutenção preventiva de hidrômetros. Requer excelência na sua formulação e performance, além de permanente atualização para que as perdas financeiras sejam minimizadas. Pode-se dizer que o Cadastro de Consumidores e atividades associadas é o foco central para atuação e recuperação rápida e altamente rentável das perdas de faturamento nas empresas de saneamento.

#### 2.4.1.6 Micromedição

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

O sistema de micromedição apresenta os seguintes fatores indutores de perdas aparentes:

- perdas inerentes do sistema (ou incompressíveis);
- hidrômetros inclinados;
- hidrômetros com problemas diversos;

- hidrômetros mal dimensionados.

Um motivo importante de erros na medição, refere-se aos hidrômetros com problemas diversos, entre eles destacam-se: hidrômetros parados, com a cúpula riscada ou opaca - o que induz a erros de leitura - e medidores com o tempo de instalação vencido levando a submedições superiores às normais.

Salientam-se as perdas aparentes representadas pela submedição de hidrômetros mal dimensionados para as vazões fornecidas, principalmente aqueles com capacidade superior aos volumes medidos, que já na sua instalação apresentam um custo adicional desnecessário e durante sua vida operacional, por seu superdimensionamento, induzirão a perdas de faturamento.

Especial atenção merecem os grandes consumidores, aqueles responsáveis por parcela substancial do consumo e, principalmente, do faturamento da empresa.

#### 2.4.2 Plano de ação

Quatro tipos de ações devem ser estabelecidos:

- ações básicas - pré-requisitos;
- redução de perdas reais;
- redução de perdas aparentes; e
- redução de desperdícios.

As situações específicas de cada sistema irão determinar as ações que melhor se enquadrem em seus respectivos programas de redução e controle de perdas. Como primeira proposta, podem ser consideradas as ações mais adotadas em programas desta natureza, listados a seguir:

##### 2.4.2.1 Ações básicas - pré-requisitos

- adequação do sistema de macromedição, telemetria e telecomando;
- adequação do sistema informatizado de gestão de consumidores;
- melhoria da qualidade dos serviços operacionais; e

- informatização das ferramentas de acompanhamento das ações corretivas.

#### 2.4.2.2 Redução de perdas reais

- melhoria no controle de vazamentos visíveis;
- pesquisa e reparo de vazamentos não visíveis;
- implantação da setorização;
- eliminação de extravasamentos; e
- controle de pressão na rede.

#### 2.4.2.3 Redução de perdas aparentes

- atualização do cadastro comercial;
- adequação da capacidade dos medidores aos consumos medidos (grandes consumidores);
- medição das ligações não medidas;
- adequação do parque de hidrômetros instalados;
- macromedição distrital de áreas de baixa renda;
- combate intensivo a fraudes;
- melhoria da gestão de grandes consumidores;
- acompanhamento de consumos zero.;
- acompanhamento do processo de leitura;
- acompanhamento de cortes e supressões; e
- avaliação do rendimento de lotes de hidrômetros instalados.

#### 2.4.2.4 Redução de desperdícios

- redução de consumo predial - aparelhos poupadores de água; e
- grandes consumidores - otimização de processos e recirculação.

## 2.5 Micromedição

A micromedição faz uso de equipamentos para quantificar um volume de água. Segundo a Norma NBR NM 212 (ABNT, 1999), o hidrômetro é um aparelho destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa.

### 2.5.1 Tipos de medidores

Segundo Nielsen (2003), os tipos mais comumente usados em companhias de saneamento são os descritos a seguir:

#### 2.5.1.1 Velocimétricos

São acionados pela ação da velocidade da água sobre um órgão móvel, que pode ser uma turbina ou rodas de palhetas, uma hélice, etc. (RECH, 1999). Também são chamados de taquimétricos, e podem ser:

- **Monojato:** Também chamado de unijato. Toda corrente é guiada por um conjunto injetor e incide nas palhetas das turbinas, tangencialmente e na forma de um único jato. Estes medidores necessitam de boas condições de instalação, trechos retos de tubulações a montante e a jusante e boas condições de aproximação do fluxo de água para serem utilizados nas melhores condições (NIELSEN, 2003).
- **Multijato:** A corrente de água é dividida por intermédio de uma caixa injetora (câmara de distribuição) em múltiplos jatos e estes incidem igualmente nas palhetas das turbinas (NIELSEN, 2003).

O desenho hidráulico interno da câmara é desenvolvido de modo que a rotação da turbina tenha uma relação constante com o volume que passa por ela, por exemplo, uma volta da turbina equivale a 0,1 L – também chamado volume cíclico (ALVES *et al.*, 2004).

Atualmente é o medidor mais utilizado no Brasil.

- **Tipo Turbina Helicoidal:** Medidores providos de turbina com pás helicoidais, que não necessitam de câmara de medição ou jatos tangenciais. Particularmente utilizados em diâmetros acima de 50mm (2”), são também denominados medidores Woltmann (ALVES *et al.*, 2004).

Estes medidores não são muito sensíveis a presença de sólidos e fibras, que eventualmente sejam transportados pela água, devem operar sempre cheios de água e apresentam baixa perda de carga (NIELSEN, 2003).

#### 2.5.1.2 Volumétricos

Um fluxo é gerado por uma “peça” (pistão ou disco) que se move dentro de uma caixa de medição que enche e esvazia de maneira alternada e contínua, deixando passar a cada volta ou oscilação, um volume cíclico preciso (NIELSEN, 2003).

Os hidrômetros volumétricos são mais precisos e sensíveis que os velocimétricos, porém pelo fato de possuírem um sistema de câmara rotativa, que exige grande precisão construtiva e pequenas folgas entre paredes, o aparelho pode parar com facilidade se alguma impureza se alojar entre as paredes da câmara e da carcaça (RECH, 1999)

### 2.5.2 Vazões características dos medidores

Segundo a NBR NM 212 (ABNT, 1999) as vazões características dos medidores de água são definidas como:

- **Vazão nominal ( $Q_n$ ):** vazão até a qual o medidor pode funcionar de forma satisfatória, sob condições normais de uso. Esta vazão determina o valor numérico da designação do medidor e corresponde a 50% da vazão máxima.

- **Vazão máxima ( $Q_{m\acute{a}x}$ ):** vazão até a qual o medidor pode funcionar de forma satisfatória por um curto período sem danificar-se.

- **Vazão de transição ( $Q_t$ ):** valor de vazão situada entre as vazões máxima e mínima (campo de medição).

- **Vazão mínima ( $Q_{m\acute{i}n}$ ):** menor vazão em que o medidor deve registrar sem que os erros sejam maiores que o erro máximo admissível.

### 2.5.3 Erros máximos admissíveis

De acordo com a NBR NM 212 (ABNT, 1999) os erros máximos admissíveis são determinados por zonas de medição. O campo de medição é a faixa limitada pela vazão máxima e a vazão mínima, dentro da qual as indicações dos medidores não devem apresentar um erro maior que os máximos admissíveis. Este campo está dividido em duas zonas de medição, denominadas superior e inferior, separadas pela vazão de transição.

Os erros máximos admissíveis para cada zona de são:

- a) zona inferior: erro máximo admissível:  $\pm 5\%$ ;
- b) zona superior: erro máximo admissível:  $\pm 2\%$ .

#### 2.5.4 Classes metrológicas

Os hidrômetros são classificados pela sua classe metrológica. A norma NBR NM 212 (ABNT, 1999) estabelece três classes: A, B e C. Elas correspondem, nesta ordem, a vazões mínimas de maior valor. Portanto, hidrômetros classe C têm maior capacidade de medição de vazões baixas que os hidrômetros B e estes por sua vez, maior que os de classe A.

A Tabela 7 apresenta os valores das vazões mínimas e de transição de acordo com a classe metrológica e relacionados ao valor da vazão nominal representado pela letra N.

A Tabela 8 traz os valores das vazões mínimas e de transição convertidos para medidores de vazão nominal de 0,6 a 15 m<sup>3</sup>/h. Os valores dentro de cada quadrícula desta tabela, são apresentados em L/h.

**Tabela 7: Classificação dos medidores de água em classes metrológicas (m<sup>3</sup>/h) (ABNT, 1999)**

Classe	Valor numérico da designação do medidor N $\times$ 15 m <sup>3</sup> /h
Classe A	
Q <sub>min</sub>	0,04 N
Q <sub>t</sub>	0,10 N
Classe B	
Q <sub>min</sub>	0,02 N
Q <sub>t</sub>	0,08 N
Classe C	
Q <sub>min</sub>	0,01 N
Q <sub>t</sub>	0,015 N

**Tabela 8: Vazões características de hidrômetros segundo sua classe metrológica e vazão nominal (ALVES *et al.*, 2004)**

Classe	Vazão [l/h]	Vazão Nominal [m <sup>3</sup> /h]								
		0,60	0,75	1,0	1,5	2,5	3,5	5,0	10,0	15,0
A	Q <sub>min</sub>	24	30	40	40	100	140	200	400	600
	Q <sub>t</sub>	60	75	100	150	250	350	500	1000	1500
B	Q <sub>min</sub>	12	15	20	30	50	70	100	200	300
	Q <sub>t</sub>	48	60	80	120	200	280	400	800	1200
C	Q <sub>min</sub>	6	7,5	10	15	25	35	50	100	150
	Q <sub>t</sub>	9	11	15	22,5	37,5	52,5	150	150	225

### 2.5.5 Critérios para seleção de hidrômetros

Segundo Alves (1999), a seleção do hidrômetro deve ter em conta que as condições reais de operação do medidor estejam, na medida do possível, dentro das faixas e condições de trabalho para as quais ele foi projetado.

Devem ser levados em conta, principalmente, os seguintes fatores:

- qualidade da água;
- temperatura e pressão da água;
- condições de instalação; e
- vazões de consumo.

Muitas companhias de saneamento adotam tabelas para dimensionamento, advindas de outros municípios, outros estados e até outros países. De acordo com Nielsen (2003) existem tabelas que foram elaboradas para países onde predomina o abastecimento direto das ligações de água e que em alguns casos foram simplesmente adaptadas ou até mesmo copiadas para situações de abastecimento indireto.

No Brasil, algumas companhias de saneamento vêm desenvolvendo pesquisas e baseadas nestas, criando suas próprias tabelas.

A SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná, através de estudos realizados pelo seu corpo técnico desenvolveu uma tabela para dimensionamento (Tabela 9).

**Tabela 9: Seleção e dimensionamento de medidores de água para residências unifamiliares e coletivas, abastecimento direto (NIELSEN 2003, modificado)**

Faixas de consumo normal	Faixas de consumo ampliado	Medidores de água				
		m <sup>3</sup> /mês	Q <sub>max</sub> m <sup>3</sup> /h	D <sub>n</sub> pol	Classe Metroológica	Tipo
0 a 10	0 a 15	1,2	1/2	B	UJ	1 – 2
0 a 10	0 a 15	1,5	1/2 3/4	B	UJ / MJ	1 – 2
0 a 10	0 a 15	2,0	1/2 3/4	B	UJ / MJ / V	1 – 2
0 a 15	0 a 30	3,0	3/4	B-B+	MJ	1 – 2
15 a 30	0 a 30	3,0	3/4	C	UJ / MJ / V	2 – 4
30 a 100	10 a 100	3,0	3/4	C	UJ / MJ / V	4 – 8
100 a 180	30 a 250	3,0	3/4	C	UJ / MJ / V	4 – 8
180 a 350	150 a 450	5,0	3/4	C	UJ / MJ / V	10 – 15
351 a 560	300 a 700	7,0	1	C	UJ / MJ / V	15 – 25
561 a 800	550 a 1100	10	1 1/4	C	UJ / MJ / V	25 – 45
801 a 1200	800 a 1800	20	1 1/2	C	UJ / MJ / V	45 – 65
> 1200	Seleção e Dimensionamento Específico Projeto de instalação			UJ / MJ / W		
UJ = Unijato, MJ = Multijato, V = Volumétrico, W = Woltman						

Outra Companhia referência nacional a SANASA, Campinas/SP, Também adotou uma tabela própria para dimensionamento de hidrômetros (Tabela 10).

**Tabela 10: Tabela de dimensionamento de hidrômetros da SANASA (2006)**

Critérios de dimensionamento											
Medidores	Normas ABNT		Faixa de Consumo (m <sup>3</sup> /mês)		Histograma de Vazão (m <sup>3</sup> /h)				Manutenção Preventiva (anos)		Classe metroológica
	Caracter	DN (pol)	Mínima	Máxima	Limite Mínimo	Limite Máximo	Faixa Ideal Q <sub>trans</sub> Q <sub>nom</sub> (80% das vazões)		RES	COM e IND	
Unijato / Multijato	Y	3/4"	0	40	0,015	0,060	0,750	1,050	10	5	B
	A	3/4"	41	400	0,030	0,120	1,500	2,100	10	5	
	C	1"	4001	2.000	0,070	0,280	3,500	4,900	5	2	
Unijato	E	1 1/2"	2.001	6.000	0,100	0,150	10	14	5	2	C
	F	2"	6.001	10.000	0,090	0,225	15	21	5	2	
	J	3"	10.001	20.000	0,180	0,450	30	42	3	1	
	K	4"	20.001	30.000	0,300	0,750	50	70	3	1	

O Ministério das Cidades em documento do Curso de Capacitação Técnica dos Prestadores de Serviço de Saneamento – Gestão Eficiente de Água e Energia Elétrica em Saneamento, também sugere uma tabela de dimensionamento de hidrômetros, como mostrado na Figura 4.

**HIDRÔMETROS VELOCIMÉTRICOS**

		CONSUMO - m <sup>3</sup> /mês																	
		0	90	120	180	210	250	300	350	420	430	540	750	900	1000	1200	1500		
Q <sub>max</sub> . m <sup>3</sup> /h	1,5																		
	3																		
	5																		
	7																		
	10																		
	20																		
	30																		
	30																		

Figura 4: Tabela de dimensionamento de hidrômetros (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006)

## 2.6 Panorama Nacional

Algumas companhias de saneamento nacionais vêm demonstrando preocupação quanto ao controle de perdas de água, desde meados da década de 70. Vários estudos e programas foram desenvolvidos e algumas destas companhias têm alcançado resultados significativos. A seguir, um breve descritivo sobre algumas experiências nacionais de companhias que se tornaram referência nacional no controle de perdas, com enfoque especial para as ações tomadas na Micromedição:

### 2.6.1 SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

O Relatório Interno de Redução de Perdas da Região Metropolitana de São Paulo, traz muitas informações desenvolvidas no âmbito de controle de perdas dentro da Sabesp (SABESP, 1997).

As primeiras ações de Controle de perdas na região Metropolitana de São Paulo iniciaram-se na década de 70, tomando maior impulso quando os

financiamentos para novas obras passaram a exigir a implantação de programas de combate no sistema de abastecimento de água.

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, percebendo que os incrementos financeiros para reduzir os índices de perdas iam aumentando à medida que esse índice ia diminuindo, o PECOP foi reformulado, tendo sua abrangência ampliada. Desta forma implantou-se o PEDOP – Programa de Controle e Desenvolvimento da Operação, calcado na premissa de que a partir de uma ação global de planejamento, controle e desenvolvimento da operação, os resultados de redução de perdas seriam mera consequência dessas ações gerais.

Em 1989, iniciou um programa de investimentos de cinco anos, com recursos do BID, com o objetivo de incrementar os índices de atendimento de água e a deficiência operacional de Companhia.

Em 1991, foi contratada uma empresa de consultoria (LYSA) para formatar um Programa de Redução de Perdas de Águas Não Faturadas. Naquela ocasião o índice de perdas era de 40%, para uma produção total de água de 52m<sup>3</sup>/s. Nos levantamentos para diagnósticos efetuados pela LYSA, chegou-se a uma distribuição das perdas, segundo suas origens, conforme apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11: Distribuição das perdas de água em São Paulo( LYSA, 1991 APUD MARCKA,2004)**

Tipo de perda	Hipótese de trabalho		Composição das perdas de água(%)	
	m <sup>3</sup> /s	(%)	Reais	Aparentes
Vazamentos	8,9	47,6	47,6	-
Macromedicação	1,0	5,3	-	5,3
Micromedicação	3,8	20,3	-	20,3
Habitações sub-normais	1,8	9,7	3,4	6,3
Gestão Comercial	3,2	17,1	-	17,1
<b>TOTAL</b>	<b>18,7</b>	<b>100,0</b>	<b>51,0</b>	<b>49,0</b>

Outras avaliações importantes integrantes 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 macromedicação dos pontos de vendas de água por atacado aos municípios não operados pela SABESP se apresentava deficiente, onde as perdas, no conceito de água não faturada, podiam se situar entre 0,5 m<sup>3</sup>/s e 2 m<sup>3</sup>/s;
- a submedição dos hidrômetros era devida à existência de caixa d'água em 80% dos domicílios, aos equipamentos inclinados ou variados e não adequação dos hidrômetros aos consumos verificados. Quanto a este último aspecto, observou-se que os hidrômetros de 1,5 m<sup>3</sup>/h e 3,0m<sup>3</sup>/h eram empregados quase que indiferentemente e que 47% dos hidrômetros de grande capacidade não eram adequados aos consumos medidos;
- as perdas em habitações subnormais (favelas e áreas invadidas) estavam associadas aos aspectos decorrentes da política de abastecimentos de água de favelas na RMSP (onde se destacava a cobrança de tarifa mínima, independentemente do consumo) e da existência de ligações irregulares em zonas invadidas, para as quais a SABESP era penalizada com bastante prejuízo;
- o aperfeiçoamento da gestão comercial seria um dos pontos mais importantes a ser atacado, dada a magnitude das perdas ligadas a esse aspecto.

Nesse caso enquadram-se diversas causas de perdas aparentes (não-físicas), tais como o não cadastramento em tempo real das novas ligações, ligações clandestinas, deficiências de cadastro de consumidores, política de cobrança, sub-avaliações e fraude de diversos tipos.

Em Janeiro de 1995, os profissionais da SABESP elaboraram um Plano alternativo para utilização de recursos próprios da companhia na implantação e gerenciamento de um programa de ações que levasse à redução de perdas. As

ações propostas tinham como objetivo a redução dos índices de perdas para 30% em dois anos, chegando-se ao patamar de 24% ao longo de 5 anos.

O Programa Interno de Redução de Perdas finalmente adotado pela SABESP é derivado basicamente do Plano Alternativo que incorpora a maioria dos aspectos dos trabalhos elaborados pela LYSA.

No início de 1995 foram estabelecidas as metas de redução do índice de perdas totais, cujo acompanhamento tem mostrado os seguintes resultados apresentados na Tabela 12:

**Tabela 12: Metas de redução do índice de perdas (MARCKA, 2004)**

<b>Data</b>	<b>Meta</b>	<b>Índice Modificado</b>
Dez/95	39%	36,1%
Dez/96	35%	34,3%
Dez/97	-----	33,5%
Dez/98	31%	
Dez/99		
Dez/00		
Dez/01	31%	31,0%

Em 2001, verificou-se uma alteração da composição do índice de perdas, segundo suas origens, em comparação com o trabalho realizados em 1993, conforme apresentado no tabela a seguir:

**Tabela 13: Composição dos índices de perdas em 2001 (MARCKA, 2004)**

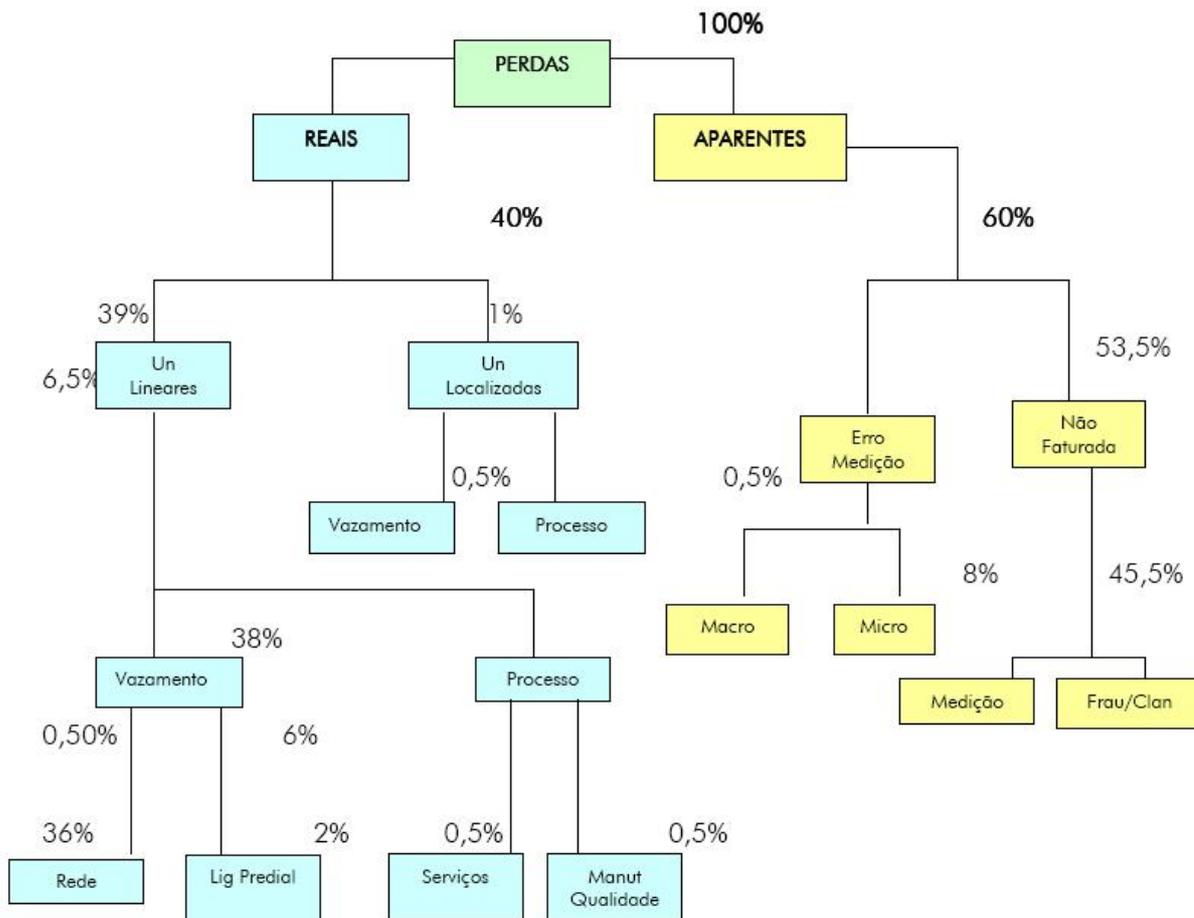
<b>Tipo de perda</b>	<b>Hipótese de trabalho</b>		<b>Composição das perdas de água (%)</b>	
	<b>m³/ano</b>	<b>(%)</b>	<b>Reais</b>	<b>Aparentes</b>
Vazamentos	271.806.951	45,2	45,2	
Macromedição	19.414.782	3,2	-	3,2
Micromedição	174.733.040	29,0	-	29,0
Gestão Comercial	135.903.475	22,6	-	22,6
<b>TOTAL</b>	<b>601.858.248</b>	<b>100,0</b>	<b>45,2</b>	<b>54,8</b>

## 2.6.2 SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

Devido a SANEPAR possuir uma estrutura organizacional formada por especialidades conclui-se pela necessidade da criação de um grupo específico para controle de perdas, que dentro da empresa tem caráter estratégico (MARCKA,2004). Foi desenvolvido um plano estratégico de controle de perdas, com as principais ações descritas a seguir:

- Pesquisa de vazamentos: pesquisa dirigida, com pessoal próprio e varredura por zona terceirizada;
- Micromedição: substituídos 1 milhão de hidrômetros em 3 anos e definidos alguns critérios importantes:
  1. Consumo < 20 m<sup>3</sup>/mês = Hidrômetros Classe B;
  2. Consumo > 20 m<sup>3</sup>/mês = Hidrômetros Classe C;
  3. Consumos de 100 a 1.000 m<sup>3</sup>/mês = Hidrômetros Classe C com telemetria;
  4. Consumos de 1.000 a 3.000 m<sup>3</sup>/mês = medidores composto de acúmulo de dados;
  5. Consumo acima de 3.000 m<sup>3</sup>/mês = relação com o cliente se torna efetivamente personalizada, com acompanhamento passível de ser realizado na mínima fração de tempo;
- Geoprocessamento;
- Sistema de aquisição, supervisão e controle de dados;
- Análise hidráulica integrada;

As hipóteses e metas de distribuição das perdas na SANEPAR configuram o quadro apresentado na Figura 5:



**Figura 5 : Análise das perdas de água na Sanepar (MARCKA, 2004)**

### 2.6.3 SANASA - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A – Campinas/SP

Na SANASA foi criada uma Gerência de Controle de Perdas que conta com um corpo técnico dedicado e permanentemente responsável pelo monitoramento das informações, diagnósticos das causas e pela implantação das ações (SANASA, 1997).

Um programa de redução de perdas iniciado em 1993, possibilitou uma redução do índice de perdas na distribuição de 41% para 26%, e do índice de perdas de faturamento de 37,6% para 23,4%.

Principais ações realizadas de 1994 a 2002:

1. Processos informatizados;
2. Cadastro técnico/geoprocessamento;

3. Macromedição e pitometria;
4. Telemetria e telecomando;
5. Estanqueidade em reservatórios e poços de sucção de bombas;
6. Testes de recebimento de redes novas;
7. Controle do funcionamento de ventosas;
8. Manutenção/recuperação de vazamentos aparentes em redes/ligações;
9. Detecção e conserto de vazamentos não aparentes em redes/ligações;
10. Setorização;
11. Redução de pressão;
12. Troca de redes e ramais;
13. Micromedição;
14. Contabilização de abastecimentos especiais e águas de processos.

#### Micromedição:

Desde 1994 a SANASA substituiu aproximadamente 220.000 hidrômetros, englobando três modalidades:

- **Manutenção corretiva:** substituição de hidrômetros que apresentam problemas;
- **Manutenção preventiva:** realizada apenas em hidrômetros acima de diâmetro 1pol , prevê a substituição em períodos determinados independente das condições do equipamento;
- **Manutenção preditiva:** substituição somente de hidrômetros que apresentam redução no consumo medido, utilização de *software* específico para seleção;

A utilização de uma tabela de dimensionamento de hidrômetros, que prioriza a qualidade da medição em detrimento da vida útil dos equipamentos, possibilita que os equipamentos trabalhem o máximo possível com vazões altas próximas das nominais.

A partir de 1997 a SANASA realizou 2.300 dimensionamentos de hidrômetros com os seguintes benefícios:

- Retorno do investimento em torno de 6 meses;
- Diminuição de aproximadamente R\$ 350.000,00 em custos de manutenção;
- Aumento de aproximadamente 10.000 m<sup>3</sup>/mês e,
- Pequena quantidade de hidrômetros de 1 pol, facilitando o monitoramento.

A SANASA possui um laboratório de Hidrometria credenciado pelo INMETRO desde 1998, que possibilita a realização de ensaios para recebimento de lotes e devolução de lotes aprovados, bem como realização de ensaios a pedido de clientes.

A criação de um padrão de ligação de água que é uma importante ferramenta de combate às perdas, pois apresenta diversos benefícios tais como: dificulta a realização de fraudes; diminui os pontos de vazamentos enterrados; otimiza os serviços de leitura, troca de hidrômetro, fiscalização e corte.

#### 2.6.4 CAGECE - Companhia de Águas e Esgotos do Ceará

No ano de 1993 teve início na CAGECE o Programa de Controle Operacional (PECOP), a partir da qual começou-se a desenvolver na empresa uma conscientização da necessidade de combater-se a perda de água nos sistemas, na ocasião o índice de perdas era estimado entre 50 a 60%.

No ano seguinte a CAGECE priorizou o Projeto de Micromedição, instalando 302.552 hidrômetros, com investimentos da ordem de 25 milhões de reais.

O Programa de Controle e Redução de Perdas de água da CAGECE foi publicado em 2003, com o objetivo geral de otimizar a disponibilização de água nos sistemas, mediante aumento da oferta para uma mesma produção ou redução da produção para uma mesma oferta. Nesta publicação foram apontadas as questões críticas do processo:

- Existência de mais de um método de cálculo para os indicadores de perdas;
- Falta de comunicação e tomada de decisão sem levar em conta integração a integração;
- Base de dados inconsistente;
- Ausência de Confinamento em algumas áreas da rede de distribuição
- Falta medição nas áreas que não podem ser confinadas;
- Gestão e manutenção errada, e insuficiência de macromedidores;
- Micromedição:
  - a) Insuficiência de micromedidores
  - b) Transporte, armazenamento e instalação inadequados;
  - c) Deficiência de monitoramento de consumo dos clientes medidos ao longo do tempo;
  - d) Deficiência no monitoramento e controle para programa de substituição de hidrômetros
  - e) Alto índice de hidrômetros violados, danificados e de imóveis fechados;
  - f) Hidrômetros com defeito de fabricação;
  - g) Recursos financeiros insuficientes para o programa de micromedição
  - h) Inexistência de telemetria e acompanhamento para clientes especiais;
  - i) Insuficiência de estrutura de micromedição.
  
- Fraudes e ligações clandestinas;
- Sistemas de médio e grande porte sem plano diretor de abastecimento de água;
- Vazamentos;
- Deficiências na comunicação de atualizações cadastrais nas ordens de serviços de intervenções na rede e execução das ligações;
- Não apropriação dos volumes oriundos dos refaturamentos após o fechamento da cobrança;

- Falta de apropriação dos volumes dos parcelamentos na avaliação mensal das perdas;
- Estrutura tarifária;
- Falta de medição em hidrantes e chafarizes e fornecimento gratuito;
- Localidades e ligações com faturamento suspenso;
- Falta de medição em consumos operacionais;
- Falta de medição em volumes macromedidos.

### 2.6.5 EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento

Em 1996 a EMBASA, contratou o programa de redução e controle de perdas de água, cujo objetivo principal era reduzir os índices de perdas totais de água no Sistema Integrado de Abastecimento de Salvador, Lauro Freitas e Simões Filho (MARCKA, 2004). Este programa elaborou um diagnóstico da situação geral do sistema, descrito na Figura 6:

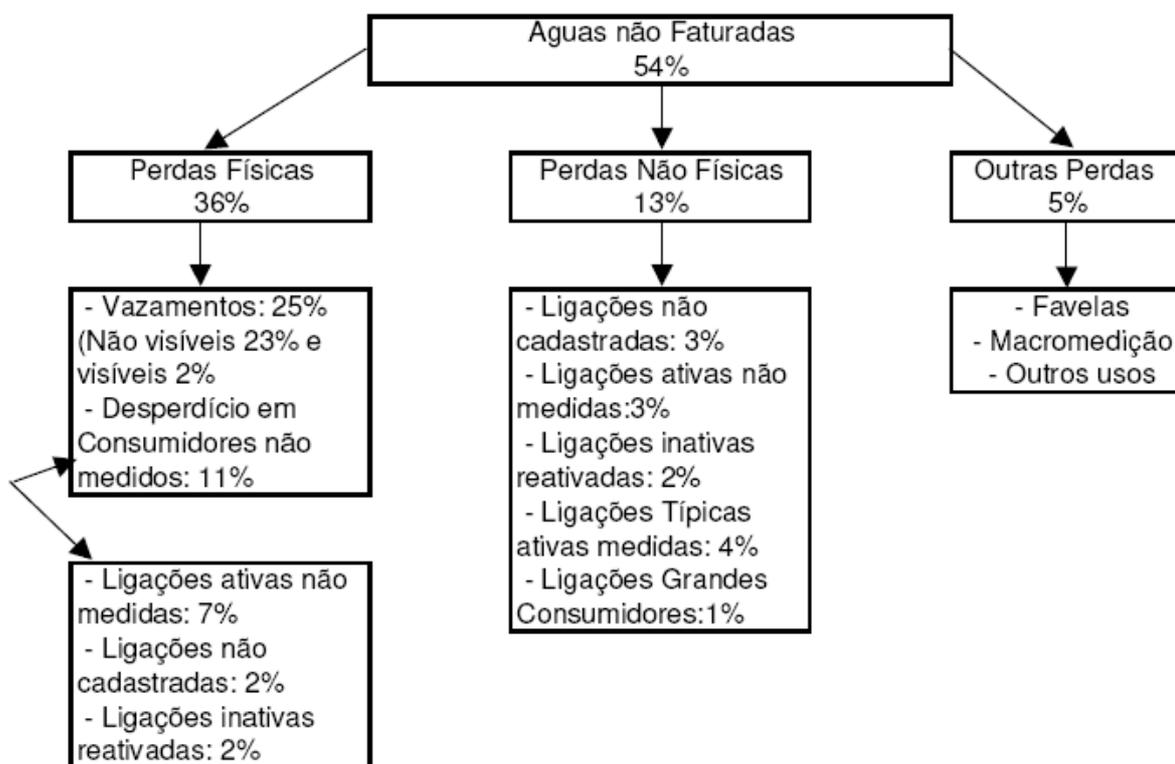


Figura 6: Diagnóstico da situação do SAA da Embasa (MARCKA, 2004)

Foi elaborado um plano de ação, composto de diversos projetos com as seguintes metas:

- Aumentar o volume faturado em 19%;
- Reduzir as perdas reais decorrentes de vazamentos e desperdícios nas ligações não medidas, para 20% da produção de água tratada;
- Reduzir as perdas aparentes a 5% da produção de água tratada;
- Reduzir as águas não faturadas de 54% para faixa próxima a 30%.

Baseados no plano de ação e diagnóstico da situação foram realizados alguns trabalhos e alcançados alguns resultados:

- Implantação da macromedição de vazão em zonas de abastecimento;
- Implantação das zonas de abastecimento;
- Desenvolvimento e implantação de software aplicativo de controle de perdas das zonas de abastecimento
- Aquisição de aparelhos pra detecção de vazamentos;
- Implantação do coletor de dados e emissor de contas de água, eletronicamente, e da atividade do agente comercial;
- Realização da pesquisa de vazamentos;
- Recadastramento comercial com a utilização de geoprocessamento;
- Instalação e substituição de hidrômetros;
- Implantação de distritos de controle de perdas nas comunidades de baixa renda, conjuntamente com trabalhos de natureza assistencial e educacional.

#### 2.6.6 Comparação entre os índices de perdas das companhias nacionais

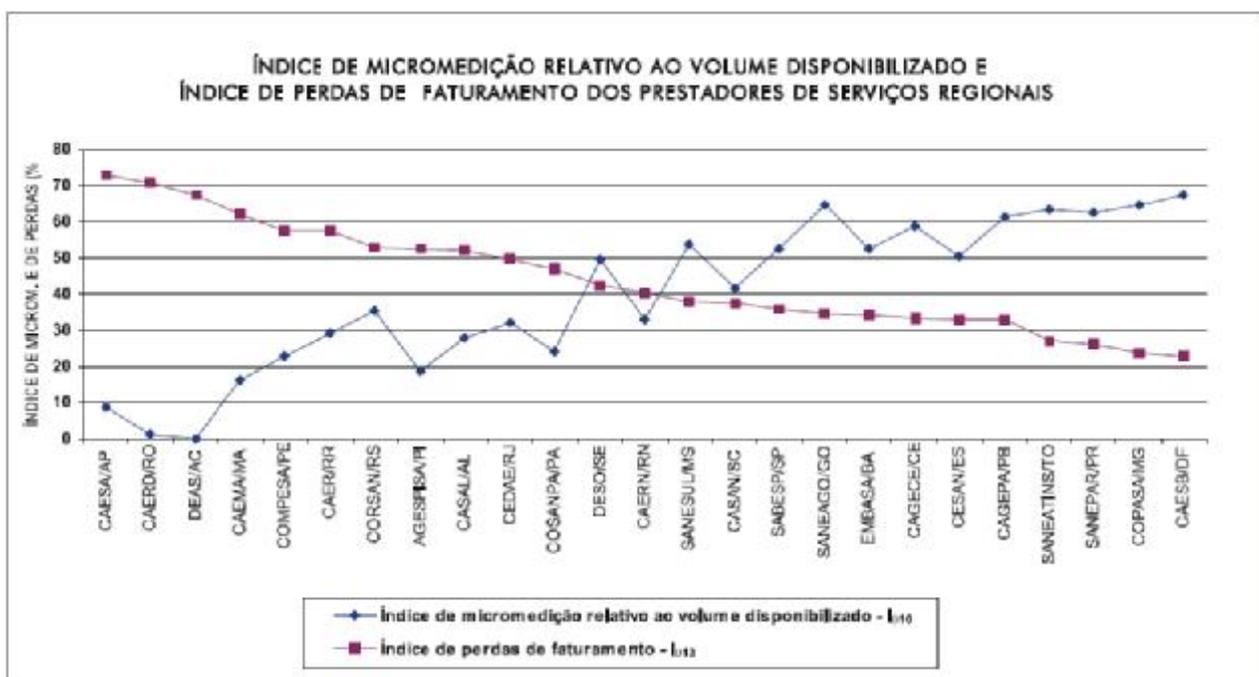
Partindo das empresas citadas no item anterior, são apresentados na Tabela 14, seus índices de perdas no ano de 2005, segundo dados publicados no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2005. Além destes são

apresentados ainda os índices da CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento e CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento.

**Tabela 14: Índices de perdas de prestadores de abrangência regional no ano de 2005 (PMSS, 2006)**

Prestador de Serviços - Brasil	Índice de Hidrometração [%]	Índice de Perdas de Faturamento [%]	Índice de Perdas na Distribuição [%]	Índice Bruto de Perdas Lineares [m <sup>3</sup> /dia.km]	Índice de Perdas por Ligação [L/dia.lig]
CAGECE	95,6	36,2	41,7	39,6	342,8
CASAN	85,8	34,4	47,6	24,3	433,6
CORSAN	66,9	26,6	33,3	20,0	298,1
EMBASA	87,9	34,3	39,4	25,7	341,8
SABESP	100	34,2	41,2	52,3	520,7
SANASA	99,9	22,0	25,8	21,2	316,6
SANEPAR	100	27,0	37,8	16,8	287,9

A Figura 7, extraída de PMSS (2004) compara o Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado e o Índice de Perdas de Faturamento dos prestadores de serviços regionais do Brasil.



**Figura 7: Índice de micromedição X Índice de perdas de faturamento (PMSS, 2004)**

## 2.7 Panorama Estadual

Os Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de alguns municípios de Santa Catarina estão passando por um momento muito importante em sua história. Em 2001 muitos dos contratos de concessão firmados entre 221 municípios e CASAN se encerraram. Alguns destes municípios não renovaram estes contratos, criando suas próprias companhias e autarquias, retomando para si a responsabilidade com o tratamento e distribuição de água e com a coleta e tratamento de esgotos.

A cidade de Timbó foi a primeira cidade a romper a parceria com a CASAN, no ano de 2001. De lá para cá já são 14 municípios. A saber: Lages, Itajaí, Itapema, Fraiburgo, Caçador, São João Batista, Balneário Camboriú, Camboriú, Papanduvás, Tubarão, Barra Velha, Jaguaruna, entre eles Joinville.

Na Tabela 15 estão apresentados os índices de perdas de água apresentado no SNIS (2005), de alguns municípios catarinenses. Os dados referentes a CASAN representam a média dos 210 municípios atendidos pela CASAN no estado de Santa Catarina, e um no estado do Paraná.

**Tabela 15: Índices de perdas em Santa Catarina no ano de 2005 (PMSS, 2006)**

<b>Prestador de Serviços - Santa Catarina</b>	<b>Índice de Hidrometração [%]</b>	<b>Índice de Perdas de Faturamento [%]</b>	<b>Índice de Perdas na Distribuição [%]</b>	<b>Índice Bruto de Perdas Lineares [m<sup>3</sup>/dia.km]</b>	<b>Índice de Perdas por Ligação [L/dia.lig]</b>
Araranguá	99,8	25,9	25	6,2	195,3
Blumenau	99,6	16,3	24,2	9,6	193,7
Brusque	100	37,5	44,4	19,0	426,2
Itajaí	85,4	32,6	36,9	36,4	493,3
Jaraguá	100	20,3	31,3	12,7	253,2
<b>Joinville</b>	<b>85,7</b>	<b>47,5</b>	<b>60,9</b>	<b>39,7</b>	<b>667,6</b>
Rio Negrinho	100	23,7	36,3	8,6	220,4
São Bento do Sul	100	22,0	37,7	11,2	245,1
<b>CASAN</b>	<b>85,8</b>	<b>34,4</b>	<b>47,6</b>	<b>24,3</b>	<b>433,6</b>

## 2.8 Cenário em Joinville

### 2.8.1 O município

Segundo Cunha (2006), há cerca de cinco mil anos, comunidades de caçadores e coletores já ocupavam a região, hoje denominada de Joinville, deixando alguns vestígios (sambaquis, artefatos). Por fim, no século XVIII, estabeleceram-se na região famílias de origem lusa.

Por volta do ano de 1840, uma grave crise econômica, social e política assolaram a Europa. Fugindo da miséria, do desemprego, de perseguições políticas, milhares de pessoas resolveram emigrar. Um dos destinos era a colônia Dona Francisca, para onde vieram cerca de 17.000 pessoas entre os anos de 1850 e 1888.

Na década de 1880, surgem as primeiras indústrias têxteis e metalúrgicas. O mate transforma-se no principal produto de exportação da colônia Dona Francisca; o seu comércio, iniciado por industriais vindos do Paraná, deu origem às primeiras fortunas locais e consolidou o poder de uma elite luso-brasileira.

No início do século XX, uma série de fatos acelerou o desenvolvimento da cidade: é inaugurada a Estrada de Ferro São Paulo - Rio Grande, que passava por Joinville, rumo a São Francisco do Sul; surge a energia elétrica, o primeiro automóvel, o primeiro telefone e o sistema de transporte coletivo. Na área educacional, o professor paulista Orestes Guimarães promove a reforma no ensino em Joinville. Em 1926, a cidade tinha 46 mil habitantes.

Entre as décadas de 50 e 80, Joinville viveu um surto de crescimento: com o fim do conflito mundial, o Brasil deixou de receber os produtos industrializados da Europa. Isso fez com a cidade se transformasse em pouco tempo em um dos principais pólos industriais do país, recebendo por isso a denominação de "Manchester Catarinense".<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Referência à cidade inglesa de mesmo nome

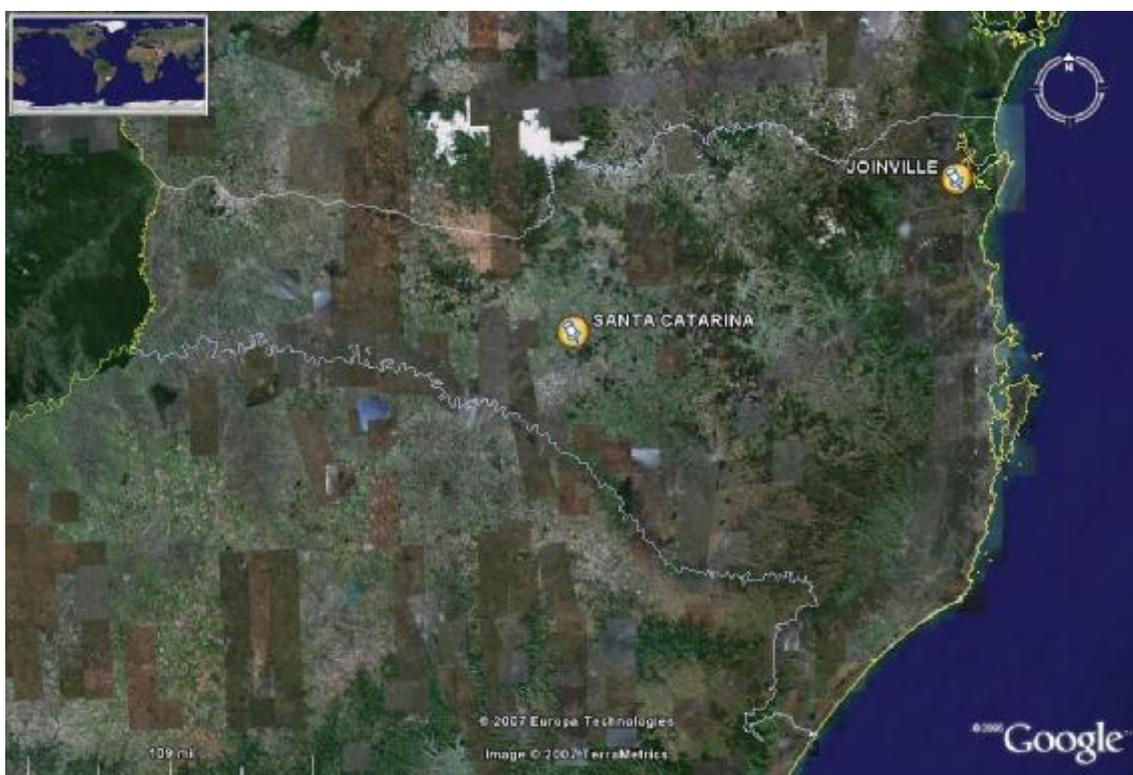
O perfil da população modificou-se radicalmente com a chegada de migrantes vindos de várias partes do país, em busca de melhores condições de vida. Aos descendentes dos imigrantes que colonizaram a região, que hoje representam a minoria, somam-se pessoas das mais diferentes origens étnicas.

### 2.8.2 Dados Geográficos

O Município de Joinville situado no norte do Estado de Santa Catarina (ver Figura 8) possui uma área de 1.135,05 km<sup>2</sup> sendo 212,6 km<sup>2</sup> na área urbana e 922,45 km<sup>2</sup> na área rural. A Tabela 16 apresenta as coordenadas geográficas e a Figura 9 uma imagem de satélite do município.

**Tabela 16: Coordenadas geográficas de Joinville (FATMA, 2002)**

Latitude (de Greenwich)	26° 18' 05" S
Longitude (de Greenwich)	48° 50' 38" W
Altitude	4,5 m acima do nível do mar



**Figura 8: Localização geográfica do município de Joinville no estado de Santa Catarina**  
**Fonte: GOOGLE EARTH**



Figura 9: Imagem de satélite do município de Joinville – Fonte: [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)

Os limites geográficos do município são apresentados na Tabela 17:

**Tabela 17: Limites geográficos de Joinville (FATMA, 2002)**

Norte	Municípios de Campo Alegre e Garuva
Sul	Municípios de Schroeder, Guaramirim e Araquari
Leste	Município de São Francisco do Sul
Oeste	Município de Jaraguá do Sul

O clima do município, segundo Koeppen, classifica-se como Úmido a Superúmido, Mesotérmico, com pouco ou nenhum déficit de água, apresentando três subclasses diferentes, devido às características geomorfológicas. Apresenta uma temperatura média anual de 22,51° C e uma precipitação média anual de 134,99 mm.

De acordo com IBGE (2005) a população estimada de Joinville é de 487.045 habitantes.

### 2.8.3 Histórico do Sistema de Abastecimento de Água

De acordo com Chiste Neto (2005), os primeiros registros de um sistema de abastecimento público de água em Joinville datam do ano de 1910, quando a captação era feita no Rio do Engenho, afluente do Rio Cachoeira, situado no Morro Boa Vista, nas proximidades do atual Parque Zoobotânico.

Anos mais tarde, por volta de 1916, entrou em operação a captação no Rio Mutucas, afluente do Rio Piraí, localizado nas encostas da Serra do Mar.

Nas décadas subseqüentes, o crescimento demográfico de Joinville elevou significativamente a demanda por água, levando a necessidade de novas fontes para suprimento das necessidades locais. Em 1955, entrou em operação uma nova captação junto ao Rio Piraí. Esta unidade contava ainda com um sistema de tratamento formado por um sistema de pré-filtragem, cloração e fluoretação (CHISTE NETO, 2005).

Em 1962, a partir de um convênio entre o governo estadual de Santa Catarina, a Aliança para o Progresso (USAID/BRASIL) e a Fundação SESP, foi

criado o Serviço Integrado de Engenharia Sanitária (SIESSC), subordinado a Fundação SESP. Em janeiro de 1965 entrou em operação o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – SAMAE Joinville, o qual foi criado pela Lei nº. 608, de 19/04/63 e regulamentado pelo decreto nº. 1.296 (MORRIESEN JR., 2003).

Em 1973, a Prefeitura Municipal entregou a concessão de exploração dos serviços de água e esgoto à Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN), por 30 anos. Em meados da década de 70, o sistema de abastecimento de água de Joinville possuía uma capacidade de tratamento da ordem de 268 L/s, sendo 248 L/s provenientes do sistema Piraí e 20 L/s do sistema Mutucas (que somente envolvia a desinfecção da água captada).

Esta quantidade de água disponibilizada atendia a um contingente populacional da ordem de 83.000 habitantes, aproximadamente 75% da população urbana do município na época. Ao final da década de 70, o sistema ganhou novo reforço, com a implantação da Estação de Tratamento de Água do Cubatão - ETA Cubatão com capacidade inicial de tratamento de 400 L/s (COMPANHIA ÁGUAS DE JOINVILLE, 2006).

A administração do Município de Joinville atenta às mudanças necessárias a serem implementadas no processo de gestão pública brasileira decidiu em 2001 criar a Agência Municipal de Regulação dos Serviços de Água e Esgotos - AMAE, cuja implementação ocorreu em setembro de 2002 (SANTANA, 2005).

A AMAE foi responsável pela regulamentação do setor, e pela condução do processo de municipalização dos serviços, firmando contrato de mais um ano com a CASAN nos moldes de gestão compartilhada, o qual venceu em junho de 2004. Enquanto se dava a estruturação da companhia municipal, a PMJ renovou o contrato com a CASAN por mais um ano. De acordo com este contrato, a CASAN é responsável por captar, tratar e distribuir a água e coletar e tratar o esgoto, além de serviços de manutenção, sendo que a parte comercial fica sob responsabilidade da PMJ, que repassará a CASAN 50% do lucro líquido (MORRIESEN JR., 2003).

Em 02 de agosto de 2005, a Companhia Águas de Joinville assumiu efetivamente a gestão dos serviços de água e esgotos do município de Joinville.

#### 2.8.4 Dados Sistema de Abastecimento de Água Atual

Atualmente, o sistema de abastecimento de água de Joinville é atendido pelas unidades de tratamento do Piraí e do Cubatão, com capacidade nominal de tratamento de 550 L/s e 1.300 L/s, respectivamente, totalizando 1.850 L/s.

A ETA Piraí é constituída de unidades de mistura rápida, floculação hidráulica, decantação convencional, filtração rápida de fluxo descendente, desinfecção com cloro gasoso e fluoretação. O sistema é responsável por aproximadamente 30% do abastecimento de Joinville. A adução de água tratada é realizada por intermédio de duas linhas adutoras, uma em aço, diâmetro nominal de 450 mm e extensão aproximada de 16.000 metros, e outra em ferro fundido, diâmetro nominal de 350 mm e extensão aproximada de 18.000 metros.

O tratamento realizado na ETA Cubatão é constituído de unidade de mistura rápida, floculação hidráulica, decantação de alta taxa, filtração por fluxo ascendente, também denominado de "Filtro Russo", desinfecção com cloro gasoso e fluoretação. Esta unidade é responsável por 70% do abastecimento de água de Joinville. A adução da água tratada até o sistema de distribuição é realizada por duas linhas adutoras, uma de ferro fundido dúctil, com diâmetro nominal de 700 mm, e a segunda em aço, com diâmetro nominal de 900 mm, ambas com aproximadamente 9.600 metros de extensão.

O sistema de distribuição de água é formado por sub-adutoras, reservatórios e redes de distribuição. Ao todo, são 11 centros de reservação dispostos na área urbana de Joinville, com capacidade de reservação da ordem de 37 milhões de litros. A rede de água é formada por uma malha de distribuição com extensão aproximada de 1.850 km.

A Figura 10 mostra de forma esquemática o Sistema de Abastecimento de Água de Joinville. No Anexo I, o sistema está apresentado em um mapa da



Comercialmente o SAA de Joinville está subdividido em Grupos de Faturamento, baseado nesta divisão é planejado o cronograma de faturamento que compreende a leitura e emissão de faturas de água. Cada grupo de faturamento está dividido em Setores de Medição e Cadastro, através dos quais são traçadas as rotas de leitura dos hidrômetros e cada ligação de água é localizada seguindo uma numeração de quadra, lote e unidade.

Na Figura 11 são apresentados os Grupos de Faturamento e os Setores de Medição e Cadastro.

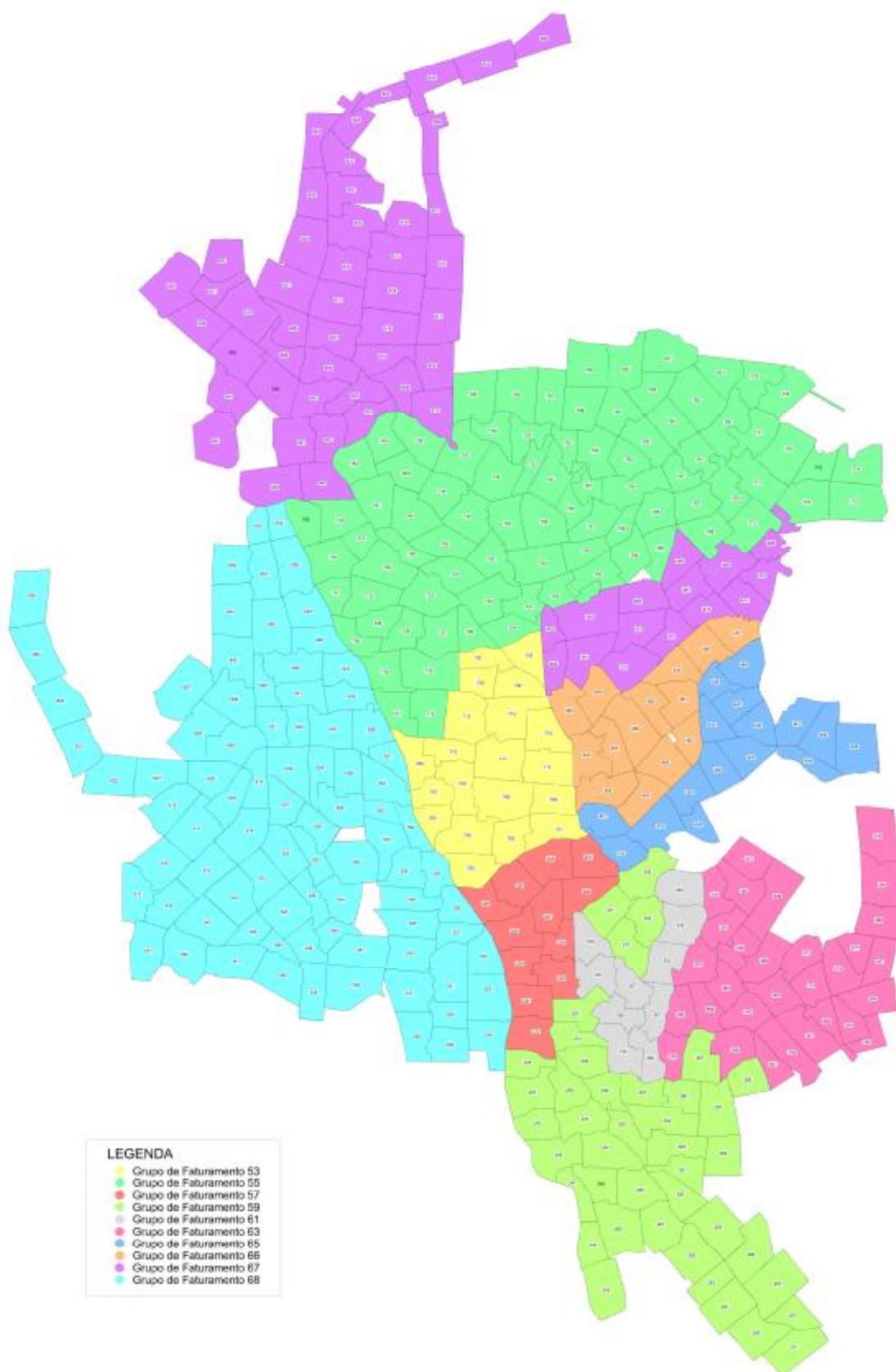


Figura 11: Grupos de faturamento e setores de medição e cadastro do SAA de Joinville

### 2.8.5 Situação das perdas de água em Joinville

Com os freqüentes problemas de falta de água no município de Joinville, ao longo de quase 10 anos a CASAN realizou dois trabalhos na área de controle de perdas. Estes trabalhos ajudam a entender a situação das perdas de águas no município.

#### Ø Diagnóstico e Programa Emergencial de Recuperação do Sistema, 1995

No ano de 1995, a CASAN preocupada com problemas de falta de água no município, realizou um *Diagnóstico e Programa Emergencial de Recuperação do Sistema de Abastecimento de Água de Joinville*.

Segundo Lemos *et al.* (1995), o objetivo deste trabalho era diagnosticar o sistema de abastecimento de água, dando uma idéia clara da produção e controle operacional visando à aprovação de um plano de ação para recolocar o sistema em equilíbrio, sugerindo medidas de caráter emergencial e de curto prazo para a solução dos problemas operacionais existentes.

Foram calculadas as necessidades requeridas da população atendida pelo sistema, por dois métodos: a) número de ligações/economias e b) número de habitantes atendidos. Pelo primeiro método foi obtido um resultado de 3.068.928 m<sup>3</sup>/mês ou 1.184 L/s e pelo segundo método o valor da necessidade do sistema foi de 3.110.400 m<sup>3</sup>/mês ou 1.200 L/s. Em contrapartida, a capacidade de produção do sistema era de 3.628.800 m<sup>3</sup>/mês ou 1.400 L/s. Portanto, a produção naquela época teria condições de abastecer satisfatoriamente o sistema, porém isto não vinha acontecendo.

De acordo com Lemos *et al.* (1995), para alcançar o objetivo proposto no trabalho e manter o sistema em funcionamento numa condição de equilíbrio, foram recomendadas algumas ações a implantar (E) e reforçadas outras já em implantação (I):

- Macromedição na produção de água (I);
- Cobertura de 90% no sistema de micromedição (I);
- Projeto de pitometria em todo o sistema de macro-distribuição (I);

- Montagem de equipes leves de manutenção de redes de distribuição (E);
- Remontagem do sistema de controle de níveis à distância dos reservatórios (E);
- Projeto piloto de pesquisa de vazamentos invisíveis através de geofonamento e manometria (E);
- Cadastro comercial confiável (I);
- Capacidade de reservação boa (I);
- Projeto de implantação e reabilitação de unidades operacionais na rede de distribuição (E).

#### Ø Diagnóstico e Planejamento Operacional e Comercial, 1997 e 1998

Como a situação do abastecimento de água em Joinville se tornara cada vez mais difícil, a CASAN contratou, através de licitação, um Consórcio de empresas para elaboração do Diagnóstico e Planejamento Operacional e Comercial do Sistema de Abastecimento de Água de Joinville e Araquari, por um período de 19 meses, iniciando-se em março de 1997.

O objetivo deste trabalho, descrito no termo de referência abrangia:

- Solucionar os problemas de abastecimento atualmente vivenciados, em caráter de emergência e de curto, médio e longo prazo;
- Equacionar os problemas de qualidade das águas em épocas de chuvas nos mananciais;
- Reduzir o nível de perdas para um valor igual ou menor que 20% sem a necessidade da aplicação de vultuosos investimentos.

Para tanto, o projeto foi dividido em cinco fases:

**Fase 1:** Diagnóstico Preliminar da Situação Atual e definição de um programa de ação imediata dentro de uma zona piloto;

**Fase 2:** Execução do Programa de Ação Imediata na Zona Piloto;

**Fase 3:** Definição e Execução de um Programa de Ação a Curto Prazo;

**Fase 4:** Definição e Execução de Programas de Médio e Longo Prazo;

**Fase 5:** Definição de um Programa Global de Redução de Perdas para um período de 2 anos.

No diagnóstico elaborado na primeira fase dos trabalhos, baseado em dados de referência de dezembro de 1996, a população abastecida era de 377.610 habitantes, em 110.329 economias e 92.054 ligações. O índice de hidrometração de 87,49% e o índice perdas de 58,50%. Neste diagnóstico é apontada uma questão quando compara-se o índice de hidrometração com o índice de perdas. Na Tabela 18 é apresentada a relação dos dois índices:

**Tabela 18: Índice de perdas e índice de hidrometração de 1994 e 1996 (ENGEVIX, 1998)**

Ano	Jun / 1994	Dez / 1994	Jun / 1995	Dez / 1995	Jun / 1996	Dez / 1996
Índice de Perdas	58,56	52,09	47,87	48,28	50,62	58,50
Índice de Hidrometração	75	82	94,21	92,8	90,16	87,49

Portanto, segundo citado no relatório o índice de perdas aumenta quando o índice de hidrometração diminui e vice-versa. Porém, foram encontradas algumas inconsistências no cálculo dos índices de perdas.

Com relação a micromedição, existiam em dezembro de 1996, 26 ligações industriais e 33 ligações do grupo 90 (Poder Público) não hidrometradas, o que normalmente não deveria ocorrer. Para a classe residencial, o consumo médio considerado das economias não hidrometradas era de 10,21 m<sup>3</sup>/mês, enquanto que nas hidrometradas, o consumo médio era de 15,18 m<sup>3</sup>/mês. Sabe-se que os consumidores não hidrometrados consomem em média duas a três vezes mais que os consumidores medidos.

Como resultado da primeira fase foram definidas ações prioritárias para reduzir perdas:

- a) a complementação do sistema de macromedição;
- b) o desenvolvimento de uma campanha de pesquisa e de reparo de vazamentos;
- c) a implementação da política já definida de complementação dos usuários ;
- d) as melhorias já previstas na área comercial (programa de cadastramento, uso de lacre nos hidrômetros);
- e) criação de uma unidade de acompanhamento dos grandes consumidores com ênfase na adequação dos macromedidores utilizados;
- f) criação de uma unidade de combate a fraudes;
- g) melhoria do acompanhamento dos indicadores.

Na fase 2 foi definida uma área do município para implementação de pesquisas de campo, definida como Área Piloto. Esta possuía uma área de 40,23 km<sup>2</sup> e uma população de 101.000, ou seja, na época mais de 25% da área abastecida pelo sistema de Joinville. Foram pesquisadas 597 ligações típicas da área piloto, escolhidas de maneira aleatória, e 35 grandes consumidores da área.

Foram pesquisadas também ligações fora área piloto no total de 4.083 ligações.

Como resultados desta pesquisa (fora e dentro da área piloto) são apresentados alguns índices:

- 5,1% das ligações sem hidrômetro;
- 303 ligações ativadas que estavam como cortadas no cadastro (6,5% das ligações vistoriadas);
- A leitura dos hidrômetros não foi possível em 12,9% dos casos;
- 25% das faturas foram cobradas pela média;
- 15% dos hidrômetros deveriam ser substituídos;
- 9,7% dos hidrômetros inclinados;

- Apesar das dificuldades de detectar fraudes com os métodos utilizados durante a pesquisa 1,8% das ligações pesquisadas estavam fraudes;
- Hidrômetros sem lacre em 22,6% os casos;
- Em 57,9 não havia lacre no cavalete;
- 1,1% com vazamentos visíveis nos ramais antes do hidrômetro;
- 5,2% apresentavam consumo negativo;
- 22,5% consumo menor que a metade da média;
- 2,9% consumo maior do que a metade da média
- o consumo dos grandes consumidores reduziu de 20% entre 1995 e 1996;
- 56% dos grandes consumidores têm medidores superdimensionados;
- Na área piloto, foram encontrados 2,69 vazamentos por km;
- Fora da área piloto foram encontrados 0,5 vazamentos por km,
- 74% dos vazamentos detectados eram visíveis.

Ações de curto / médio prazo:

- a) Continuação da política de complementação da hidrometração dos usuários;
- b) Melhorias na área comercial: programa de recadastramento, uso de lacre nos hidrômetros e criação de unidade contra fraudes;
- c) Criação de uma unidade de acompanhamento dos grandes consumidores com ênfase na adequação dos macromedidores utilizados;
- d) Melhoria do acompanhamento dos indicadores.

Apesar dos trabalhos desenvolvidos, as ações não foram concluídas e os índices de perdas no município alcançaram patamares elevadíssimos, segundo dados fornecidos pela CASAN, cerca de 60% (SNIS,2003).

Em agosto de 2005, quando a Companhia Águas de Joinville assumiu a gestão dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do município, encontrou inúmeros problemas e dificuldades. Grande parte destes problemas foi ocasionada pela falta de manutenção nos sistemas, nos últimos

anos da concessão, principalmente a partir de 2003 onde se iniciou o processo de municipalização.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido na Companhia Águas de Joinville especificamente dentro da Gerência de Medição e Cadastro, e iniciou-se junto à criação desta.

A Companhia Águas de Joinville como já citado anteriormente, foi criada em agosto de 2005 e é uma sociedade de economia mista, onde o acionista majoritário com 99,96% das ações é a Prefeitura Municipal de Joinville.

O Sistema de Abastecimento de Água de Joinville atende cerca de 98% da população do município. A Tabela 19 mostra de forma resumida as principais características do sistema, baseadas nos dados de dezembro de 2006.

**Tabela 19: Dados do sistema de abastecimento de água de Joinville**

Dezembro de 2006	Número de ligações unid	Número de economias unid	Volume água distribuído mensal m <sup>3</sup>	Volume faturado mensal m <sup>3</sup>	Valor faturado mensal R\$
SAA de Joinville	119.712	148.858	5.461.915	2.436.438	6.547.208,43

Para alcançar o objetivo geral do trabalho foi desenvolvida uma metodologia que engloba 4 etapas: a quantificação e avaliação das perdas de água, através do cálculo do balanço hídrico e dos indicadores de perdas; elaboração de um Projeto de Hidrometração, para melhoria da micromedição e elevação dos índices de hidrometração; acompanhamento e avaliação dos resultados do projeto; e recálculo dos índices de perdas após a implementação do projeto.

A Figura 12 mostra de forma esquemática o fluxo das ações citadas:

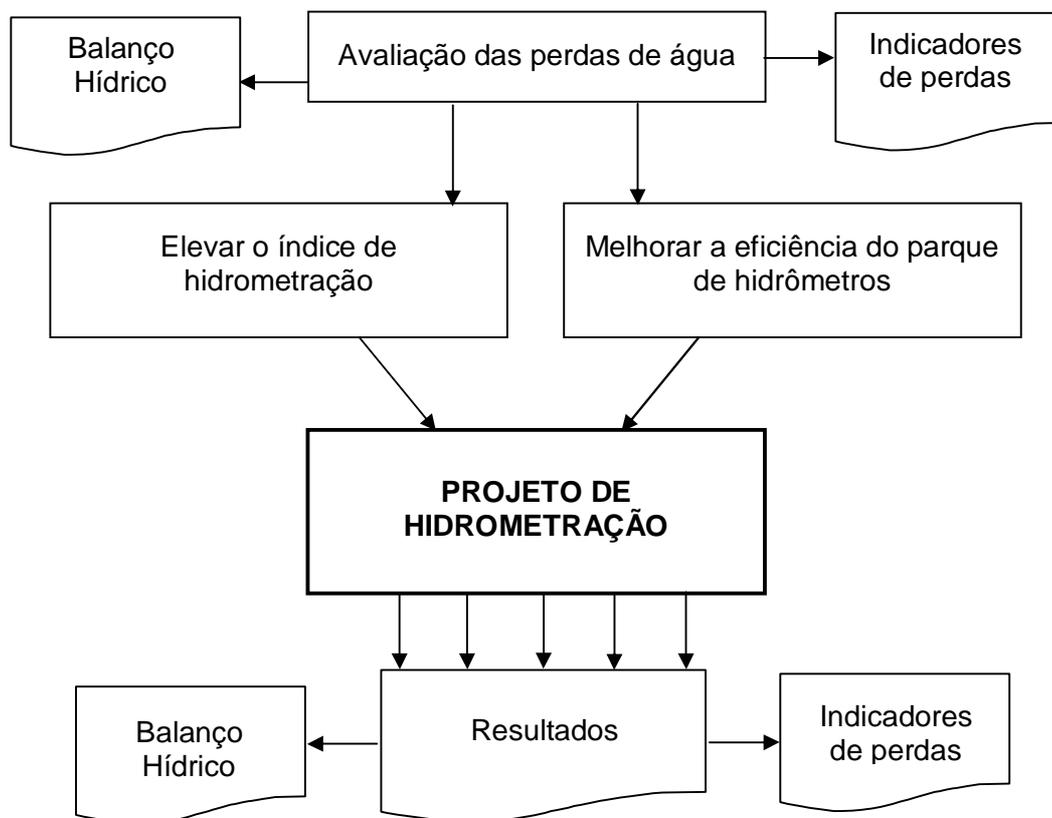


Figura 12: Fluxo das ações

### 3.1 Avaliação das perdas de água - Etapa 1

#### 3.1.1 Balanço hídrico

O balanço hídrico, sendo a representação das parcelas de volume de água que compõem o volume total da água que é fornecido ao sistema de distribuição, deve ser uma premissa básica para o início de qualquer estudo relacionado a perdas de água em um sistema de abastecimento. Deve ser montado, baseado em dados operacionais e comerciais, além de algumas estimativas baseadas em experimentações e pesquisa de campo, como aferição de hidrômetros para determinação dos erros de medição, quantificação de número de ligações clandestinas e fraudes nos hidrômetros,

quantificação de volume perdidos em vazamentos consertados, pesquisa vazamentos invisíveis, entre outros.

Para melhor análise das perdas em Joinville foi montado o Balanço Hídrico do Sistema de Abastecimento de Água, utilizando-se dados referentes ao período de agosto de 2004 a julho de 2005. Este período representa o ano que antecede a criação da Companhia Águas de Joinville mais precisamente o período anterior ao início efetivo das providências para diminuição das perdas de água. Foram utilizados dados do sistema como um todo e não divididos por setores de abastecimento, como recomenda a bibliografia específica, pela falta de setorização do sistema. A planilha utilizada foi extraída do curso a distância “Capacitação Técnica dos Prestadores de Serviço de Saneamento – Gestão Eficiente de Água e Energia Elétrica em Saneamento”, oferecido pelo Ministério das Cidades.

Os dados utilizados foram extraídos do sistema comercial e das informações cedidas pela Diretoria Operacional da Companhia Águas de Joinville.

### 3.1.2 Cálculo dos indicadores de perdas

Para melhor avaliação das perdas no município foram adotados os índices do SNIS mais significativos entre os apresentados no item 2.3 - Indicadores de Perdas. Estes índices foram calculados para período anual, com dados referentes ao ano de 2004, para posterior comparação com os anos de 2005 e 2006. Além disso, foi possível a comparação com os índices de outros sistemas de abastecimento de água do Brasil e de Santa Catarina que possuem seus índices publicados no SNIS. A Tabela 20 apresenta os índices selecionados.

Tabela 20: Indicadores de perdas selecionados do SNIS

<b>Índice de Hidrometração</b> [%]	$\frac{\text{quantidade de ligações ativas de água micromedidas}}{\text{quantidade de ligações ativas de água}}$
<b>Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado</b> [%]	$\frac{\text{volume de água micromedido}}{\text{volume de água disponibilizado}}$
<b>Consumo Micromedido por Economia</b> [(m <sup>3</sup> /mês)/economia]	$\frac{\text{volume de água micromedido}}{\text{quantidade de ligações ativas de água micromedidas}}$
<b>Consumo de água Faturado por Economia</b> [(m <sup>3</sup> /mês)/economia]	$\frac{\text{volume de água faturado}}{\text{quantidade de economia ativas de água}}$
<b>Índice de Perdas de Faturamento</b> [%]	$\frac{\text{volume de água disponibilizado} - \text{volume de água faturado}}{\text{volume de água disponibilizado}^*}$
<b>Índice de Perdas na Distribuição</b> [%]	$\frac{\text{volume de água disponibilizado} - \text{volume de água consumido}}{\text{volume de água disponibilizado}^*}$
<b>Índice Bruto de Perdas Lineares</b> [m <sup>3</sup> /dia.km]	$\frac{\text{extensão da rede de água}}{\text{volume de água disponibilizado} - \text{volume de água consumido}}$
<b>Índice de Perdas por Ligação</b> [L/dia.lig]	$\frac{\text{quantidade de ligações ativas de água}}{\text{volume de água disponibilizado} - \text{volume de água consumido}}$

### 3.2 Projeto de Hidrometração – Etapa 2

Após análise da situação das perdas de água no município de Joinville através dos dados obtidos com o Balanço Hídrico, foram estabelecidos critérios para desenvolvimento do Projeto de Hidrometração.

O principal objetivo do projeto foi de elevar os índices de hidrometração para próximo de 100%. Além disso, para diminuir os índices de perdas era necessário eliminar qualquer imprecisão na micromedição, e a renovação geral do parque de hidrômetros contribuiria para aumentar a confiabilidade da informação dos volumes micromedidos no sistema, portanto, este objetivo também foi incluído no Projeto de Hidrometração.

### 3.2.1 Aquisição de hidrômetros

Como primeiro passo para implementação do projeto foi definida a aquisição de equipamentos para serem instalados nas ligações de água.

Foi desenvolvida pesquisa de mercado junto a fornecedores e junto a outras companhias de saneamento para o desenvolvimento de uma especificação para aquisição de hidrômetros. A especificação deveria definir as características dos medidores para se obter uma maior confiabilidade na medição. Para tanto, foram utilizados critérios de seleção indicados no Documento Técnico de Apoio – DTA D3 – Micromedição, do PNCDA já citado na revisão bibliográfica, que caracterizam o sistema de abastecimento de água do município:

- **Qualidade da água:** no Município de Joinville considera-se que a qualidade da água de distribuição obedece aos padrões estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde nº. 518, de 25 de março de 2004;
- **Temperatura e pressão da água:** na região não há problemas com a temperatura da água. Quanto à pressão na rede, é necessário ter atenção a lugares sujeito a golpes, evitar o uso de medidores monojato, que normalmente tem cúpula rosqueada, e os úmidos, que possuem o visor transparente normalmente mais frágil;
- **Condições de instalação:** as condições de instalação podem afetar os medidores, portanto, como em Joinville no padrão da ligação de água o hidrômetro fica exposto ao tempo deve-se dar preferência aos medidores multijato com o mínimo de peças plásticas exposta, e manter um programa de manutenção rigoroso.



fabricante, cada fabricante ao se credenciar junto ao INMETRO recebe uma letra. Os seis últimos dígitos são números que representam o seqüencial do fabricante (INMETRO, 2000).

Esta numeração vem gravada na carcaça do hidrômetro como demonstrado na Figura 14:



**Figura 14: Foto de um hidrômetro mostrando a numeração**

### 3.2.3 Definição da Estratégia

Para início do programa definiu-se que seriam instalados ou substituídos 20.000 hidrômetros na primeira etapa do projeto que se iniciaria em outubro de 2005, com a previsão de instalação de 5.000 hidrômetros por mês.

Foi traçado então uma estratégia de instalações baseada nos setores de medição e cadastro o que otimizaria o trabalho em campo.

Baseado na análise do quadro da hidrometração do sistema constatou-se: grande número de ligações sem hidrômetro, muitas ocorrências de leituras (ocorre quando os leituristas não conseguem ler o hidrômetro por algum motivo) que indicavam hidrômetro parado e grande número de ligações com baixo consumo. Portanto, foram estabelecidos, três critérios para definir o perfil de ligações foco do programa no momento inicial, ou seja, a Fase 1:

- Ligações sem hidrômetro;
- Ligações com hidrômetro parado;
- Ligações com baixo consumo, até 2m<sup>3</sup> por mês.

Outra frente de instalação foi nas ligações comerciais e industriais que se encontravam sem hidrômetro ou com o medidor danificado.

A geografia do município e a situação da rede de abastecimento de água foram elementos levados em consideração na seleção das áreas as quais seriam atingidas primeiramente pelo projeto. Algumas regiões do município que sofrem com a descontinuidade do abastecimento de água por estarem em cotas elevadas, comprometendo o abastecimento durante o dia, foram excluídas desta etapa do projeto.

Ao final da Fase 1, devido às dificuldades encontradas na instalação de hidrômetros em ligações sem o equipamento, por falta de padronização do cavalete da ligação de água, foi redefinido o critério de instalação.

A Fase 2, iniciada em junho de 2006, passou a somente instalar e não mais substituí-los, pretendia-se instalar 3.000 hidrômetros por mês. Com a conclusão da Fase 2, o foco do projeto ficou voltado para os hidrômetros muitos antigos, com idade superior a 10 anos.

Para a Fase 3, foi realizado um estudo mais aprofundado quanto às faixas de idade dos medidores e verificou-se a inviabilidade de em curto prazo substituir os hidrômetros com menos de 5 anos. Os fabricantes de hidrômetros recomendam que o aparelho seja substituído a cada cinco anos, porém algumas companhias de saneamento do Brasil adotam a substituição a cada 10 anos para os hidrômetros de 3m<sup>3</sup>/h, ou seja, os comumente instalados em residências. De acordo com Engevix (1998) a recomendação de adotar como vida útil do hidrômetro residencial 10 anos é o mais viável para Joinville, devido às condições do parque já naquela época, visto que desde então pouco foi feito. Portanto, foi definido que seriam substituídos os hidrômetros com mais de 10 anos, a partir de outubro de 2006, com a instalação de 3.000 hidrômetros por mês, e sem prazo definido para finalização.

### **3.3 Acompanhamento dos Resultados – Etapa 3**

O consumo das ligações de água onde o hidrômetro foi instalado ou substituído foi acompanhado por um período de doze meses, desde o início do

projeto até novembro de 2006. Foram compilados e comparados dados de consumo de água, em m<sup>3</sup>, faturamento de água e faturamento de esgotos, em R\$. O acompanhamento foi realizado mês a mês, tomando como referência o mês de instalação ou substituição do equipamento.

A primeira fase serviu como uma base para a continuidade do projeto, através da Fase 2 e Fase 3. As duas fases subsequentes a Fase 1 também foram acompanhadas sendo que a terceira fase permanecerá em andamento por aproximadamente mais 2 anos.

Foram calculados os consumos típicos por residência nas ligações onde o hidrômetro foi substituído ou instalado, antes e após a instalação. Este cálculo foi feito considerando-se o volume total micromedido pelo número de ligações.

Foram selecionadas 114 residências para acompanhamento mês a mês da média de consumo. Estas residências foram selecionadas aleatoriamente distribuídas espacialmente pelos setores de medição, sendo 50 da Fase 1 do projeto e 32 para as fases seguintes. O número de ligações a serem acompanhadas foi definido baseado na norma da Norma NBR 5426 - Base para definição do plano de amostragem para o ensaio dimensional (ABNT, 1977). Esta norma é adotada para execução de ensaios para inspeção de lotes de hidrômetros, portanto foi adotada como parâmetro na análise do comportamento das ligações que receberam hidrômetros novos.

Para avaliar o comportamento financeiro do Projeto de Hidrometração com relação ao investimento realizado foi utilizada a técnica de *Períodos de PayBack*.

Segundo Gitmann (1987), os *Períodos de Payback* são geralmente utilizados para avaliar investimentos propostos. É definido como o número de anos necessários para recuperar o investimento inicial e calculado definindo-se exatamente o tempo que leva para se recuperar um investimento inicial.

De acordo com Ross (1995), a regra para cálculo de *Período de Payback* é a seguinte: considere-se um projeto com um investimento inicial de R\$ 50.000. Os fluxos de caixa são de R\$ 30.000, R\$ 20.000 e R\$ 10.000 nos três primeiros anos respectivamente. Neste exemplo, imagina-se que os fluxos

de caixa ocorrem a intervalos de um ano, sendo o primeiro no momento em que tomamos a decisão de fazer o projeto. Esta empresa recebe fluxos de caixa de R\$ 30.000 e R\$ 20.000 nos dois primeiros anos, o que totaliza o mesmo que o investimento inicial, ou seja, R\$ 50.000. Isto quer dizer que a empresa teria recuperado seu investimento em dois anos. Neste caso, dois anos é o Período de *Payback* do investimento.

Uma das razões para empresas empregarem o *Payback* como critério decisivo, ou como complemento a um critério de decisão mais sofisticado é por ser uma medida de risco. O Período de *Payback* reflete a liquidez do projeto e deste modo o risco de recuperar o investimento. Quanto mais líquido for o investimento supõe-se que ele será menos arriscado, e vice-versa.

Considerando o investimento realizado com recursos da própria Companhia Águas de Joinville foi realizado o cálculo do Período de *Payback*, contabilizando o valor investido por mês e o valor faturado durante as Fases 1 e 2. Este resultado serve de fomento e de parâmetro para continuidade do projeto e justificativa do investimento.

### **3.4 Recálculo do balanço hídrico e dos índices de perdas – Etapa 4**

O balanço hídrico foi recalculado para o período de um ano, de novembro de 2005 a outubro de 2006. Os índices de perdas foram recalculados de agosto de 2005 até dezembro de 2006, após o início do projeto de hidrometração, seguindo a metodologia descrita do item 3.1 – Avaliação das perdas de água.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Balanço Hídrico e Índice de Perdas**

O cálculo do balanço hídrico foi feito inicialmente com dados de agosto de 2004 a julho de 2005, período que antecede a Criação da Companhia Águas de Joinville. Foram utilizados dados provenientes do banco de dados da antiga concessionária, porém muitas informações não foram encontradas. A falta de controle fez com que outras, que são estimativas, não fossem repassadas pela antiga concessionária no momento da transição. Portanto não foi possível completar o balanço hídrico nesta primeira etapa.

Esta realidade despertou a atenção para uma questão que deve ser encarada como prioritária na obtenção de informações que servirão de base para o gerenciamento das perdas de água.

A Figura 15 traz o balanço hídrico com as informações obtidas. Estão faltando principalmente informações da área operacional que devem ser estimadas, tais como, volume de água não faturado não medido, volume de consumo não autorizado e as estimativas com relação às perdas reais, como vazamentos em redes, reservatórios e ramais prediais.

				Volume de Água Faturado Não Consumido <b>VFATnc</b>	<b>5.316.024</b>	
<b>Volume Distribuído</b>  <b>VDIS</b>	Volume de Água de Consumo Autorizado Total  <b>VCAU</b> =VCAUf+VCAUnf	Volume de Água de Consumo Autorizado Faturado  <b>VCAUf =</b> VFATm+VFATnm <b>16.925.190</b>	Volume de Água Faturado  <b>VFAT = FATm</b> <b>+VFATnm + VFATnc</b>  <b>22.241.214</b>	Volume de Água Faturado Medido  <b>VFATm</b>	<b>14.645.851</b>	
		Volume de Água de Consumo Autorizado Não Faturado <b>VCAUnf =</b> VANFm+VANFnm <b>16.500</b>		Volume de Água Faturado Não Medido <b>VFATnm</b>	<b>2.279.339</b>	
		Volume de Perdas Aparentes <b>VPAP = VPAPna+VPAPs</b> <b>0</b>		Volume de de Água Não Faturado Medido <b>VANFm</b>	<b>16.500</b>	
	Volume de Perdas de Água  <b>VPAG</b> = VDIS - VCAU	Volume de Perdas Reais  <b>VPRE = VPAG-VPAP</b>	<b>37.214.743</b>	Volume de Água Não Faturado Não Medido <b>VANFnm</b>		
				Volume de Consumo Não Autorizado <b>VPAPna</b>		
				Volume de Perdas por Submedição em Hidrômetros <b>VPAPs</b>		
				Volume de vazamento nas redes <b>VPREredes</b>		
				Volume de vazamentos em reservatórios <b>VPREoutras</b>		
				Volume de vazamentos em ramais prediais até o hidrômetro <b>VPREramais</b>		
<b>59.455.957</b>	<b>42.514.267</b>	<b>42.514.267</b>				
* Volumes em m <sup>3</sup>					<b>QUANTIDADE DE LIGAÇÕES ATIVAS DE ÁGUA (QLAT):</b>	<b>117.071</b>

Figura 15: Balanço hídrico – Período de novembro de 2004 a outubro de 2005

Os índices da Tabela 21 foram publicados no SNIS 2004, porém acredita-se que eles não refletem de forma segura a realidade da época. Os macromedidores das Estações de Tratamento de Água encontravam-se em estado precário, descalibrados e até mesmo parados.

**Tabela 21: Indicadores do SAA de Joinville em 2004 (SNIS,2005)**

<b>INDICES DE PERDAS SNIS</b>	<b>ANO DE 2004</b>
<b>Índice de Hidrometração [%]</b>	85
<b>Índice de Perdas de Faturamento [%]</b>	52,30
<b>Índice de Perdas na Distribuição [%]</b>	63,93
<b>Índice Bruto de Perdas Lineares [m<sup>3</sup>/dia.km]</b>	44,0
<b>Índice de Perdas por Ligação [L/dia.lig]</b>	722,2

Devido à falta de informação sobre o Sistema de Abastecimento de Água, será apresentada uma visão geral do sistema seguindo os tópicos explanados no item 2.4 - Programa de controle e redução de perdas – Requisitos Básicos.

#### Subdivisão do Sistema

- Captação - captação e adução de água bruta;
- Estação de Tratamento de Água;
- Reservação;
- Adução - adução de água tratada e instalações de recalque; e
- Distribuição - redes de distribuição e ligações prediais.

No sistema não se encontra esta divisão, não sendo possível contabilizar separadamente os volumes de captação e tratamento, além de não haver setorização nas redes de distribuição.

### Monitoramento

Só existem macromedidores nas saídas das estações de tratamento de água.

### Setorização

Inexistente. Não existe divisão por setores de abastecimento nem macromedidores nas entradas destes.

### Cadastro Técnico

A antiga concessionária não possuía cadastro técnico em meio digital, o que existiam eram algumas plantas com indicações das tubulações, mas este material contemplava apenas 1/3 do sistema. Foi realizado um levantamento da rede de macrodistribuição com ajuda de alguns técnicos mais antigos da CASAN.

### Cadastro de Consumidores

No processo de transição da antiga concessionária para a PMJ foi repassado um banco de dados com informações incompletas e desatualizado. A Companhia Águas de Joinville, juntamente com outros órgãos da administração pública municipal está envolvida em um projeto de recadastramento que contemplará, tanto um levantamento de dados em campo, como uma reestruturação dos mapas do município incluindo restituição aerofotogramétrica.

Para a Companhia além de utilizar uma base nova e georeferenciada, onde será possível conciliar os mapas do cadastro técnico e do cadastro comercial, acredita-se que o recadastramento represente um aumento no faturamento da ordem de 10%.

### Micromedição

O Projeto de Hidrometração em prática desde outubro de 2005 é a ação mais efetiva da Companhia até o momento no combate as perdas de água.

## 4.2 Implantação do Projeto de Hidrometração

### 4.2.1 Aquisição dos Hidrômetros

Analisando o parque de hidrômetros e os equipamentos oferecidos no mercado nacional, optou-se pela aquisição de hidrômetros multijato classe metrológica B, de vazão máxima 3 m<sup>3</sup>/h, de 1/2 pol e 3/4 pol para substituição e instalação em ligações na faixa de consumo de uma residência. Foram adquiridos ainda hidrômetros de 5 m<sup>3</sup>/h, 7 m<sup>3</sup>/h, 10 m<sup>3</sup>/h, 20 m<sup>3</sup>/h e 30 m<sup>3</sup>/h. Os equipamentos de vazões máximas 20 m<sup>3</sup>/h e 30 m<sup>3</sup>/h foram especificados com classe metrológica C, em função de serem específicos para grandes consumidores que exigem uma medição mais precisa e o valor investido é rapidamente retornado. O Anexo II traz um resumo das especificações dos hidrômetros.

Foram realizadas duas compras de hidrômetros pela modalidade de concorrência pública tipo pregão. A primeira, em setembro de 2005, onde foram adquiridos 20.000 hidrômetros de 3 m<sup>3</sup>/h e mais 200 unidades das outras vazões citadas. Em março de 2006, foram adquiridos 30.000 de 3 m<sup>3</sup>/h e mais cerca de 300 unidades entre as vazões de 5 a 30 m<sup>3</sup>/h.

### 4.2.2 Definição da Estratégia

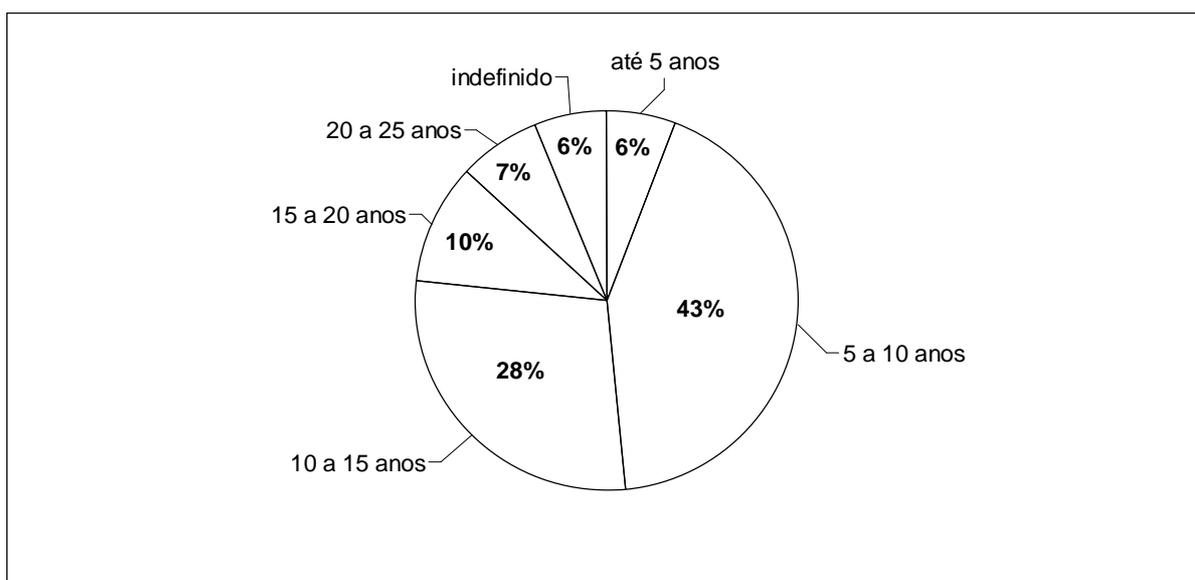
Como base para primeira análise para definição das estratégias foi identificado o número de ligações sem hidrômetro, a Tabela 22 traz o número de ligações totais divididas por categoria de consumidor e o número de ligações sem hidrômetro com referência em agosto de 2005.

**Tabela 22: Ligações de água em Agosto de 2005**

<b>Classe Consumidor</b>	<b>RESIDENCIAL</b>	<b>COMERCIAL</b>	<b>INDUSTRIAL</b>	<b>PÚBLICO</b>	<b>TOTAL</b>
Ligações de Água	108.829	6.641	715	886	<b>117.071</b>
Ligações de Água sem Hidrômetro	19.403	931	30	73	<b>20.437</b>

Os dados mostram um grande número de ligações sem hidrômetro que representando cerca de 17% do número de ligações ativas. Este resultado é significativo e se deu, segundo pesquisa feita junto a antiga concessionária, ao fato de que foram executadas ligações novas sem hidrômetro nos últimos anos. Principalmente a partir de 2003, a concessionária estadual cortou qualquer investimento no município de Joinville, prevendo a perda da concessão. Através da observação do banco de dados os últimos hidrômetros instalados datam do ano 2001.

A idade do parque de hidrômetro foi analisada baseado no ano de fabricação conforme especificado na metodologia, item 3.2.2 - Análise do Parque de Hidrômetros e Histograma de Consumo, a Figura 16 traz estes dados.



**Figura 16: Idade do parque de hidrômetros**

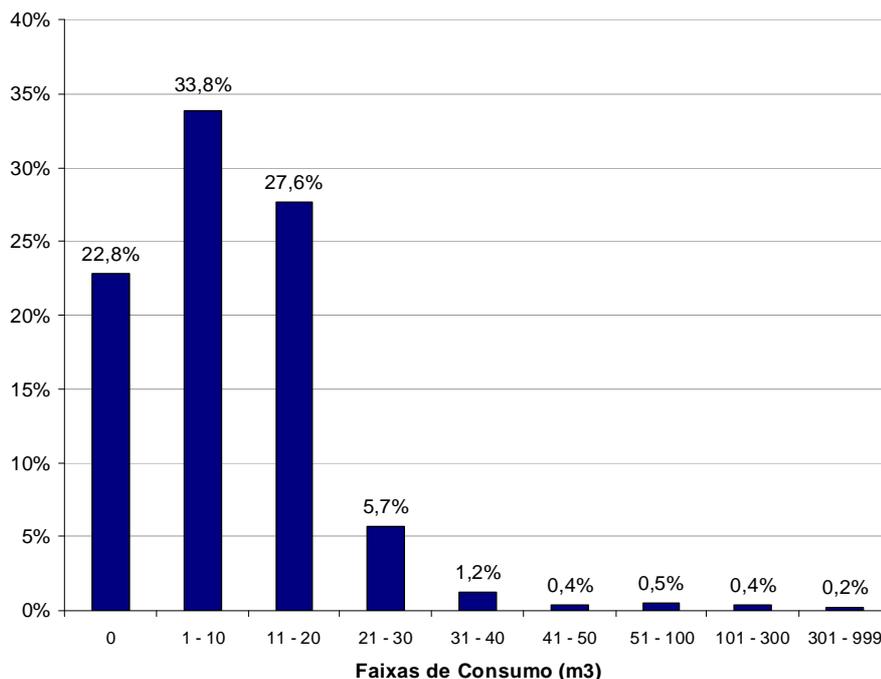
Os fabricantes de hidrômetros recomendam a troca do hidrômetro a cada cinco anos, ou seja, a partir deste prazo o equipamento pode apresentar sinais de submedição. Conforme exposto na metodologia e baseada em pesquisa feita junto a SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná e SANASA - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento de Campinas/SP algumas companhias consideram este prazo demasiado curto e toleram que estes equipamentos fiquem em atuação por mais alguns anos com

a condição de serem monitorados e aferidos. A Portaria nº 246, do INMETRO determina que todo hidrômetro em funcionamento a mais de cinco anos deve ser aferido.

Analisando-se a Figura 16, observa-se que apenas 6% dos hidrômetros estão dentro de uma faixa de idade aceitável pelos fabricantes, e 94% deveriam ser substituídos segundo o critério de 5 anos de uso. Este percentual equivale a 110.046 medidores.

Com idade de até 10 anos tem-se 49% do total, reduzindo o percentual de hidrômetros que necessitariam ser substituídos para 51%, ou 59.706 equipamentos. Importante ressaltar, a necessidade de substituição de todos os hidrômetros antes mesmo do prazo final das primeiras fases do projeto, porém era necessário partir de um número viável para determinação do investimento e dimensionamento das equipes de trabalho.

O histograma de consumo das ligações medidas, ou seja, as ligações em que o consumo mensal foi registrado pela efetiva leitura do hidrômetro, apresentou um número de 20.966 (22,8%) ligações com volume consumido zero, o que representa cerca de 18% do total de ligações de água do sistema. Além disso, 31.058 (33,8%) das ligações lidas consumiam de 1 a 10 m<sup>3</sup>, o que significa que 26,5% das ligações totais estavam nesta faixa. Portanto, cerca de 44,5% das ligações de água consumiam até de 10 m<sup>3</sup>. A Figura 17 demonstra a porcentagem de ligações lidas e suas respectivas faixas de consumo mensal.



**Figura 17: Histograma de consumo – Ligações medidas em agosto de 2005**

Após as análises apresentadas, foi definido que no Projeto de Hidrometração seriam instalados e substituídos aproximadamente 80.000 hidrômetros. Para a primeira fase que se iniciaria em outubro de 2005 foi prevista a instalação de 20.000 medidores, dentro dos critérios estabelecidos:

- Ligações sem hidrômetro;
- Ligações com hidrômetro parado;
- Ligações com baixo consumo, até 2m<sup>3</sup> por mês.

O serviço de instalação e substituição foi contratado por concorrência pública juntamente com outros serviços relacionados às ligações de água, a saber: ligação nova, deslocamento de cavalete, corte e religação do fornecimento de água, instalação de lacres entre outros. Todos estes serviços de campo, inclusive as instalações e substituições de hidrômetros são executados através de ordens de serviço (O.S.). As ordens de serviços do Projeto de Hidrometração foram repassadas, diariamente, para a empresa terceirizada, através do sistema comercial.

#### 4.2.3 Dificuldades encontradas

Foram encontradas muitas dificuldades na implantação do Projeto de Hidrometração, tal como a falta de mão de obra especializada para o serviço. Para amenizar esta deficiência foram treinadas as equipes de uma empresa terceirizada, vencedora de concorrência pública para execução dos serviços. Além de um treinamento técnico foi repassada uma série de informações para prováveis questionamentos dos clientes.

Muitas residências encontravam-se com o portão fechado e o cavalete da ligação de água inacessível. Nestes casos, foram feitas tentativas de execução do serviço em sábados, ou esporadicamente em feriados e domingos. Esta providência resolveu em parte a questão, porém cerca de 40% dos casos não foram resolvidos e serão agendados junto ao cliente.

Um número expressivo de consumidores não permitiu a instalação do novo equipamento, nestes casos será encaminhada uma correspondência alertando sobre a obrigatoriedade de possibilitar o acesso ao cavalete, passível de multa e até mesmo de corte do fornecimento de água.

Porém a dificuldade que mais interferiu no andamento do projeto foi a impossibilidade de instalação do aparelho pela condição das ligações de água, pois um grande número de cavaletes estava fora do padrão ou danificado. As Figuras de 18 a 25 ilustram esta realidade.



**Figura 18: Cavalete solto e inclinado**



**Figura 19: Cavalete e hidrômetro enterrados**



**Figura 20: Cavalete com material inadequado**



**Figura 21: Cavalete inexistente**



**Figura 22: Cavalete e hidrômetro enterrados**



**Figura 23: Cavalete fora do padrão**



**Figura 24: Cavalete inexistente e proteção do hidrômetro inadequada**



**Figura 25: Cavalete inacessível**

Na primeira fase do projeto foram definidas 24.000 ligações para instalação ou substituição dos hidrômetros e abertas Ordens de Serviços (O.S.) para execução do serviço. Deste número não foi possível a instalação em 4.000 ligações por falta de padronização do cavalete. Um número de 300 O.S.s foram recusadas pelo cliente, que não concedeu a permissão de entrada no imóvel para instalação.

Apesar de uma campanha explicativa do projeto na mídia e a distribuição de folhetos informativos conforme Anexo III foram encontradas dificuldades frente à população. Um número expressivo de clientes não compreendia que o aumento na fatura se dava por um consumo real, que a partir da instalação do hidrômetro era efetivamente medido. Além disso, foi encontrado um grande número de vazamentos internos após o cavalete, que somente foram detectados após a instalação do medidor.

### **4.3 Acompanhamento dos Resultados**

O projeto de hidrometração teve início em outubro de 2005, e foram instalados 19.421 hidrômetros na primeira fase, até fevereiro de 2006. Durante os três meses seguintes, o projeto esteve parado em virtude de dificuldades administrativas de renovação de contrato e compra de medidores. Nesta fase

intermediária foram substituídos alguns medidores provenientes de solicitações urgentes, a pedido do cliente ou que envolviam algum processo de faturamento pendente. Em junho de 2006 o projeto foi retomado em sua Fase 2, na qual foram apenas instalados hidrômetros em ligações que não possuíam medidor num total de 9.177 hidrômetros em três meses (junho, julho e agosto). Em setembro de 2006 iniciou-se a Fase 3 para instalação dos hidrômetros com mais de 10 anos. A Tabela 24 traz o número de hidrômetros instalados mês a mês.

**Tabela 23: Número de hidrômetros instalados por fase**

<b>Fase</b>	<b>Mês / Ano</b>	<b>Quantidade de hidrômetros instalados</b>
Fase 1	10/2005	3.617
	11/2005	5.215
	12/2005	3.795
	01/2006	4.341
	02/2006	2.453
Fase Intermediária	03/2006	453
	04/2006	614
	05/2006	941
Fase 2	06/2006	2.269
	07/2006	3.972
	08/2006	2.936
Fase 3	09/2006	3.675
	10/2006	4.111
<b>Total</b>		<b>38.392</b>

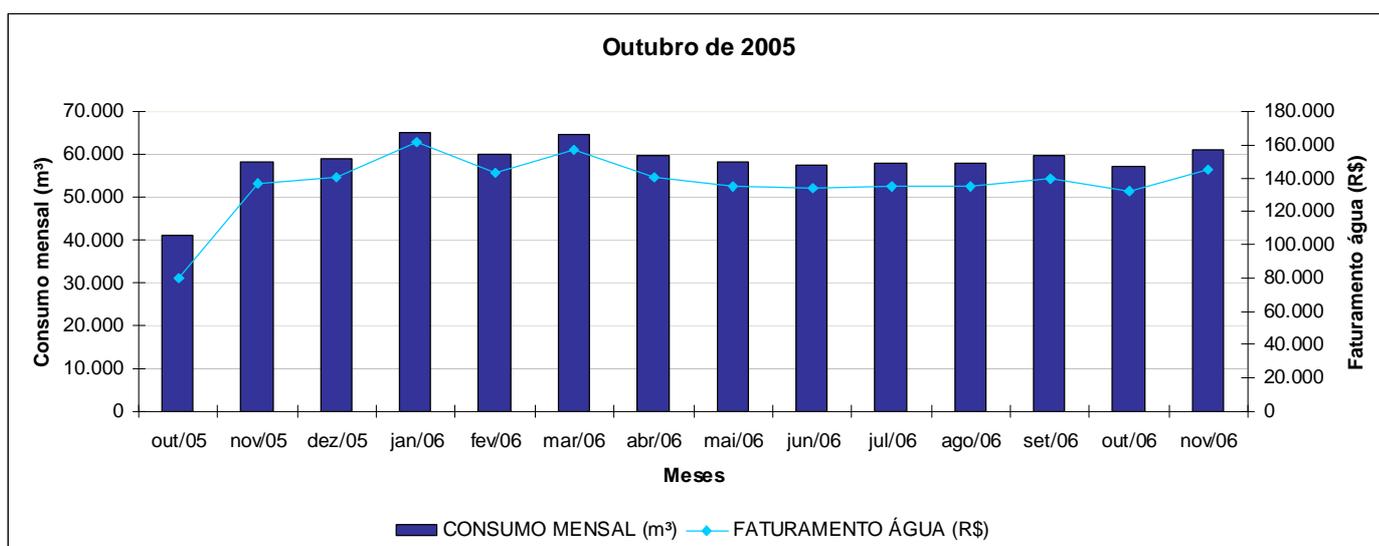
#### 4.3.1 Acompanhamento do Consumo e do Faturamento de Água após a instalação do hidrômetro.

O acompanhamento dos resultados do Projeto de Hidrometração com relação ao consumo e faturamento de água, após a instalação ou substituição do hidrômetro, foi o ponto de partida para várias análises do projeto.

As ligações foram divididas por mês de instalação do medidor de água para que a comparação fosse mais fiel à realidade e permitisse uma análise temporal do comportamento. Partindo-se do mês de outubro de 2005 foram registrados os resultados de 14 meses, até novembro de 2006. As planilhas completas deste acompanhamento são apresentadas no Anexo IV.

Analisando os resultados pode-se perceber que logo após a instalação ou substituição dos hidrômetros existe um período de aumento de consumo que após alguns meses sofre um decréscimo. Este é um período em que a residência e os hábitos familiares estão se adaptando a nova realidade, conceituou-se então, período de adaptação.

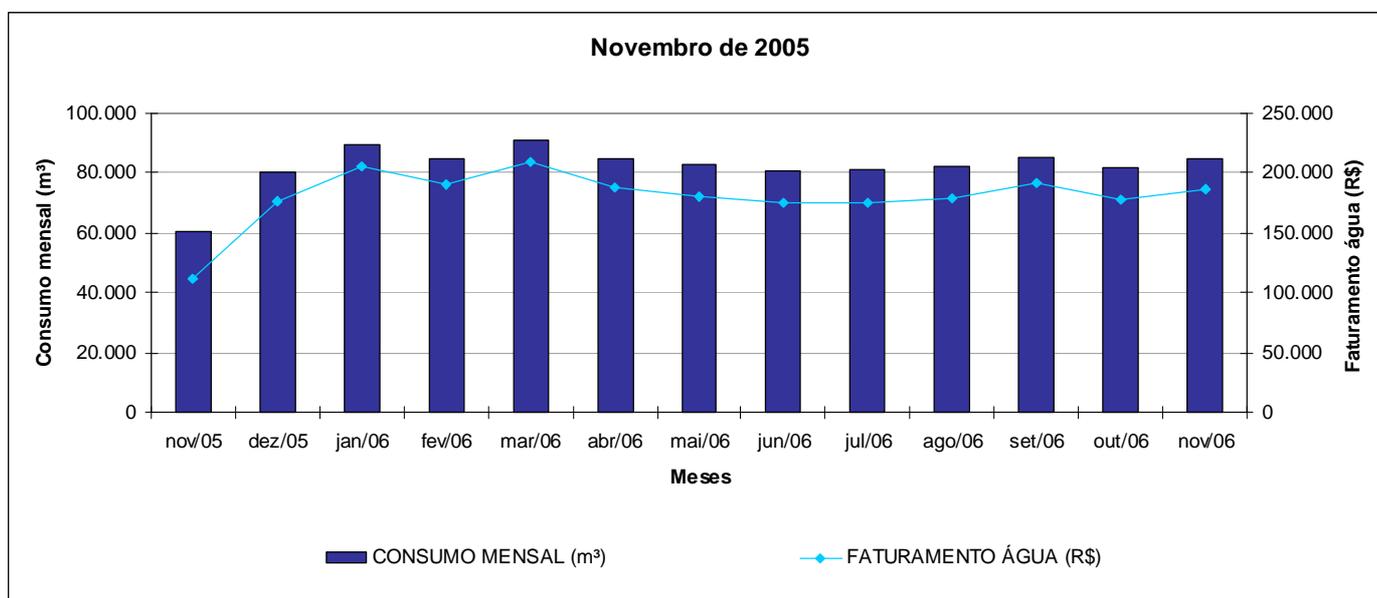
Na Figura 26, que representa o acompanhamento dos consumos e faturamento por um período de quatorze meses dos hidrômetros instalados em outubro de 2005, pode-se observar que após um período de adaptação, o consumo sofreu um decréscimo e estabilizou-se.



**Figura 26: Acompanhamento dos hidrômetros instalados em outubro de 2005**

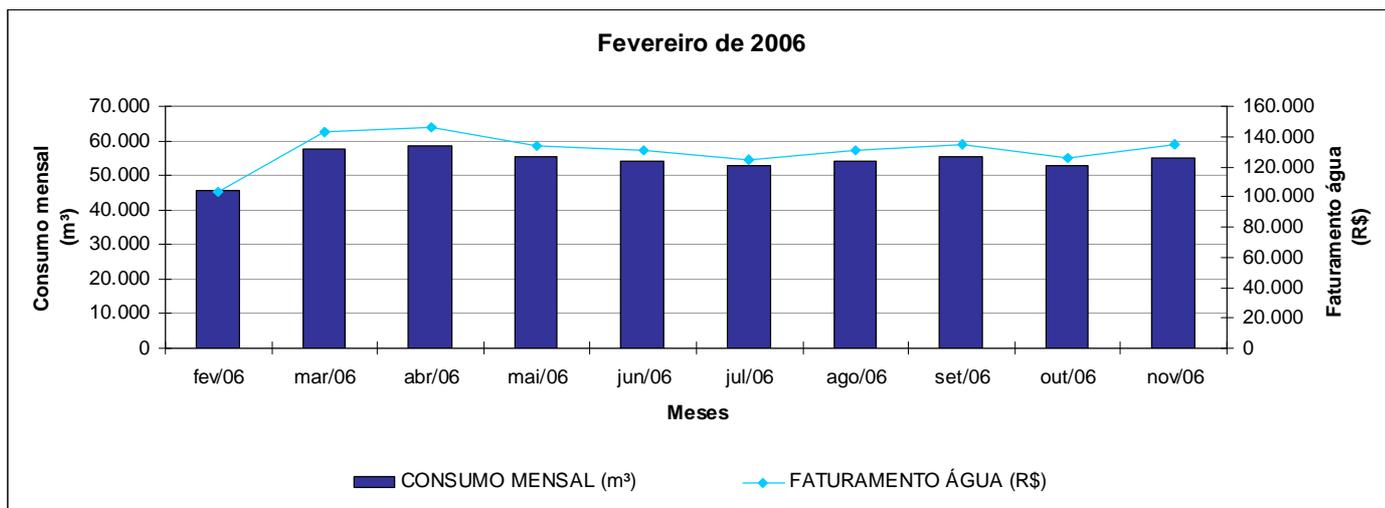
Observa-se também, que o consumo no mês de outubro de 2006 se manteve bem superior se comparado ao do ano anterior, quando houve um aumento de 39%, de 41.219 m<sup>3</sup> para 57.316 m<sup>3</sup>. No mês de novembro de 2006 houve um acréscimo de 5% no consumo se comparado com novembro de 2005 o primeiro mês após a instalação do hidrômetro.

Ainda na Figura 26 vê-se que no quarto mês houve um decréscimo acentuado, este comportamento pode-se observar em quase todas as figuras. Porém em meses diferentes, uns no quarto mês outros no terceiro como ilustrado na Figura 27 que traz os resultados dos hidrômetros instalados no mês de novembro.



**Figura 27: Acompanhamento dos hidrômetros instalados em novembro de 2005**

Nos hidrômetros instalados no mês de fevereiro de 2006 (Figura 28) a fase de adaptação levou dois meses e logo após houve um equilíbrio no consumo, este comportamento pode-se notar também nos medidores instalados no mês de janeiro de 2006, apresentado no Anexo IV.



**Figura 28: Acompanhamento dos hidrômetros instalados em fevereiro de 2006**

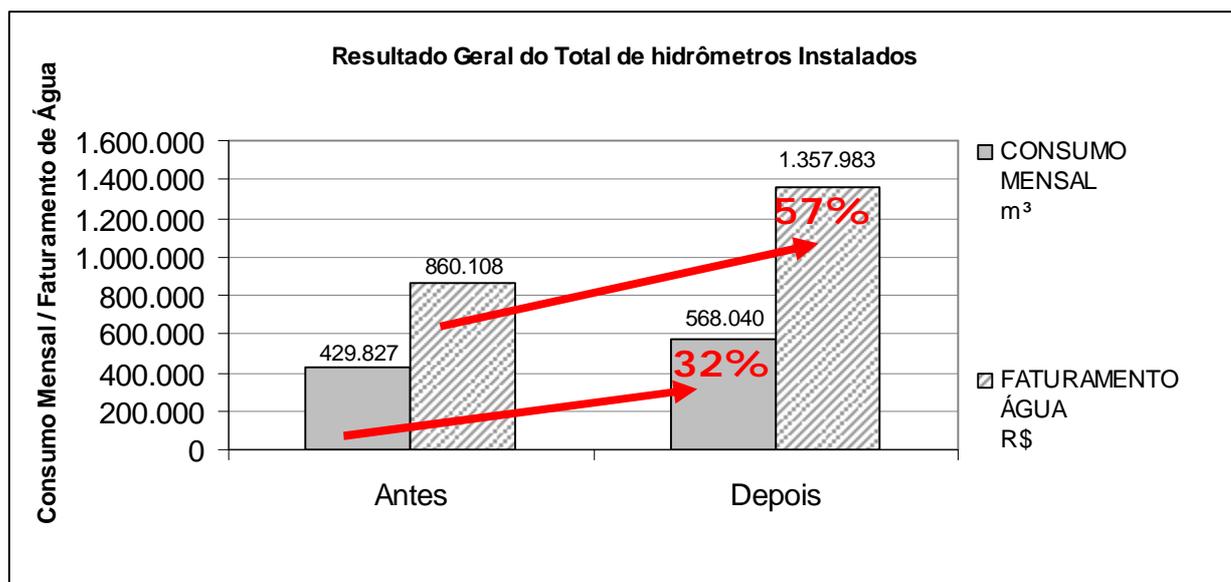
Os meses de março a abril de 2006 não serão considerados nesta análise, pois fazem parte da fase de transição do projeto, onde foi instalado um pequeno número de hidrômetros e em condições especiais, porém estes resultados também estão apresentados no Anexo IV.

Analisando as Figuras 26, 27 e 28 e as apresentadas no Anexo IV, constatou-se um aumento nos dois parâmetros analisados, consumo de água em metros cúbicos e faturamento relacionado ao consumo de água. Em todas as figuras observou-se que após o período de adaptação houve um decréscimo e o consumo se estabilizou num patamar sempre inferior ao primeiro mês após a instalação do hidrômetro, porém nunca voltou à média anterior. A redução representa o controle do consumo após a emissão das primeiras faturas, o comportamento cotidiano dos consumidores muda após a instalação.

Outro fator é o grande número de vazamentos encontrados nas instalações hidráulicas das residências e outros estabelecimentos. Anteriormente, vazamentos ocultos não afloravam, eram de difícil percepção nas ligações sem hidrômetro ou com hidrômetro parado. Somente com a instalação do medidor os consumidores perceberam que seu consumo estava além de uma média aceitável e vistoriaram suas instalações hidráulicas. Um pequeno vazamento no vaso sanitário, um pequeno gotejamento em uma torneira ou mesmo vazamento na torneira de jardim, antes passavam

desapercebidos, e após a instalação de hidrômetro são prontamente consertado assim que aparecem.

Fazendo um agrupamento de valores e somando todos os resultados do consumo e faturamento de água antes e depois da instalação do hidrômetro obteve-se o resultado demonstrado na Figura 29.



**Figura 29: Resultado geral do total de hidrômetros instalados**

Na Figura 29 percebe-se um aumento no total de volume consumido de 429.827 m<sup>3</sup> para 568.040 m<sup>3</sup> representando um aumento de ordem de 32%. Conseqüentemente com o aumento do volume micromedido foi constatado um crescimento no faturamento na faixa dos 57%, de R\$ 860.108 para R\$ 1.357.983 nas ligações com hidrômetro substituído ou instalado.

Baseada em experiências de outros municípios, o aumento na curva de consumo nos primeiros meses da análise e um decréscimo nos meses subseqüentes era esperado e foi observado em Joinville.

#### 4.3.2 Acompanhamento do consumo típico por amostragem

Para realização do acompanhamento do consumo típico das residências onde o hidrômetro foi substituído ou instalado, as ligações de água foram

divididas em foram divididos em 3 lotes. O primeiro lote corresponde a Fase 1, onde o critério de seleção do projeto foram ligações sem hidrômetro, ligações com hidrômetro quebrado e ligações com baixo consumo, desta fase considerando o número de hidrômetros instalados igual a 20.000, foram selecionadas de maneira aleatória 50 residências unifamiliar . Este número foi definido de acordo com a Norma NBR 5426 – Base para definição do plano de amostragem para o ensaio dimensional (ABNT, 1997).

Para acompanhamento da Fase 2, onde apenas foram instalados hidrômetros em residências que não possuíam o equipamento, considerando um número próximo a 10.000 hidrômetros instalados foram selecionadas 32 residências. Para o lote final correspondente a Fase 3, quando foi iniciada a substituição pela idade dos medidores de água, ou seja, cerca de 8.000 hidrômetros substituídos, foram definidas 32 residências para acompanhamento do consumo típico.

Na Figura 30 são demonstradas as localizações das residências selecionadas para cada fase do projeto.

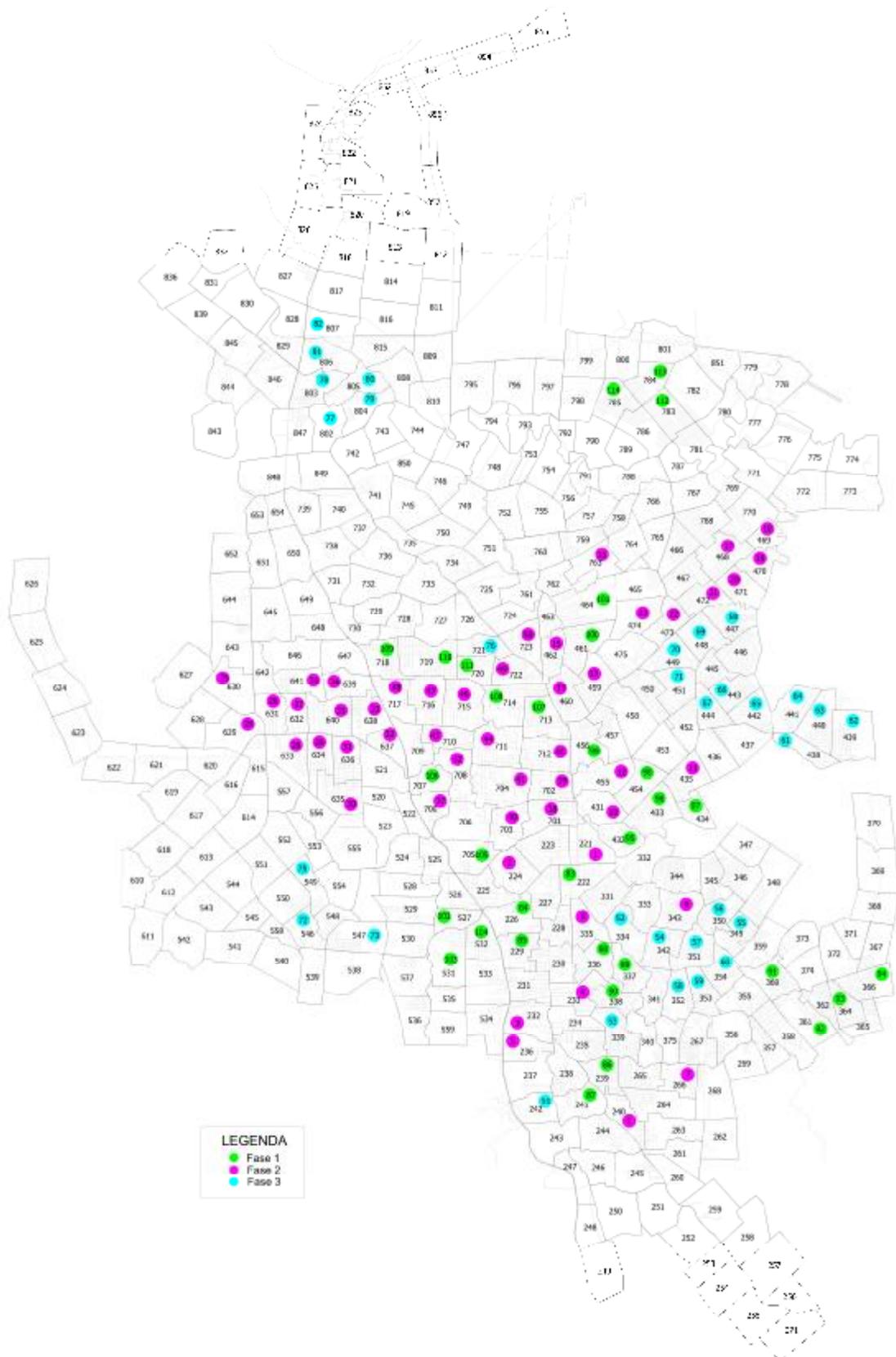


Figura 30: Acompanhamento do consumo típico por residência - Localização

A Tabela 24 traz os resultados do acompanhamento do consumo típico da Fase 1 do projeto. Analisando estes resultados observou-se que em apenas 7 residências, que representam 14% do total, o consumo foi de 10 m<sup>3</sup>/mês, ou seja, dentro da taxa mínima de água cobrada no município. Nos 86% restante esta média foi além dos 10 m<sup>3</sup>/mês, porém, em 2 casos pode-se considerar que após um determinado período o consumo mensal ficou em torno deste patamar registrando uma média 11 m<sup>3</sup>/mês. Portanto considera-se 18% até 10m<sup>3</sup>/mês.

Em 24 residências a média de consumo ficou em uma faixa entre 10 e 20 m<sup>3</sup>/mês, ou seja, 48% da amostra e os restantes 34%, ou seja, em 17 residências o consumo foi além dos 20 m<sup>3</sup>/mês.

O consumo apresentou um comportamento semelhante em 31 das 50 residências acompanhadas, ou seja, 62% do total. Neste perfil o consumo foi alto nos primeiros meses após a instalação e apresentou-se em declínio nos meses seguintes.

A Figura 31 retrata o perfil de consumo de 3 das residências da Fase 1.

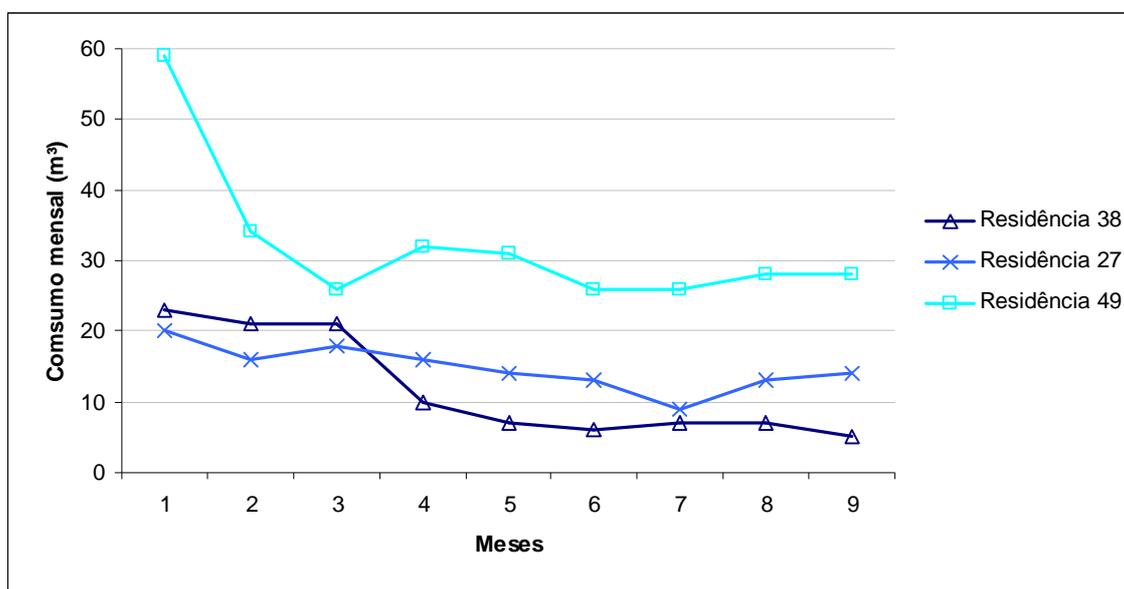


Figura 31: Perfil de consumo de residências - Fase 1

Na residência 49 vê-se um comportamento que reflete um esforço para redução do consumo até o mês 3 e depois um novo acréscimo de consumo, controlado nos meses seguintes.

Tabela 24: Acompanhamento do consumo típico das residências - Fase 1

Referência	Matrícula	Setor	Média Anterior m³/mês	Consumos após a instalação/substituição do hidrômetros em m³									Nova Média m³/mês	Observações
				Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9		
1	1255415-4	221	0	32	16	12	15	21	14	18	20	13	16	sem hidrômetro
2	277292-2	224	0	19	8	11	10	13	15	12	14	14	12	sem hidrômetro
3	640891-5	232	0	37	20	16	13	15	16	12	18	14	16	hidrômetro parado
4	1297864-7	233	0	25	17	20	23	12	10	15	10	11	15	sem hidrômetro
5	350425-5	236	0	114	190	275	35	13	16	15	16	14	15	hidrômetro parado*
6	722222-0	240	0	42	483	285	36	36	25	20	24	25	26	hidrômetro parado*
7	3523160	266	0	81	29	30	30	29	35	26	33	26	30	hidrômetro parado
8	395829-9	335	0	26	18	10	14	7	10	1	15	9	11	hidrômetro parado
9	8224200	343	0	23	37	44	14	15	15	17	18	19	22	sem hidrômetro
10	463051-3	431	0	36	19	20	16	14	10	17	21	37	19	hidrômetro parado
11	464797-1	435	2	16	17	18	21	21	17	16	16	21	18	consumo baixo
12	505668-3	455	0	21	21	24	24	22	26	21	21	31	24	sem hidrômetro
13	1296816-1	459	0	26	52	36	24	49	35	33	28	29	36	hidrômetro parado
14	863390-8	460	0	11	15	14	16	10	8	10	12	7	12	hidrômetro parado
15	843434-4	462	0	12	19	20	28	18	19	22	21	25	22	hidrômetro parado
16	1295987-1	463	0	22	16	14	22	12	13	15	10	18	15	sem hidrômetro
17	989361-0	468	0	14	21	18	20	10	14	13	15	28	17	sem hidrômetro
18	796672-5	469	0	15	14	19	17	20	15	15	14	17	16	hidrômetro parado
19	512389-5	470	0	3	4	8	3	4	3	3	3	3	4	hidrômetro parado
20	512264-3	471	0	18	8	11	13	38	19	26	24	25	21	hidrômetro parado
21	276575-6	472	0	25	18	28	23	27	19	18	17	22	22	hidrômetro parado
22	545573-1	473	0	8	10	16	8	11	7	10	9	10	10	sem hidrômetro
23	1255100-7	474	0	18	14	13	15	11	14	12	12	26	15	sem hidrômetro
24	1263041-1	629	0	26	22	18	24	17	15	19	39	18	22	sem hidrômetro
25	1296937-0	630	0	12	18	17	24	21	10	19	14	16	17	sem hidrômetro
26	974704-4	631	0	41	45	35	36	28	24	23	20	21	29	sem hidrômetro
27	208939-4	632	0	20	16	18	16	14	13	9	16	14	15	sem hidrômetro
28	970413-2	633	0	16	11	15	8	8	12	10	7	9	10	sem hidrômetro

Continuação da Tabela 24: Acompanhamento do consumo típico das residências - Fase 1

Referência	Matrícula	Setor	Média Anterior m³/mês	Consumos após a instalação/substituição do hidrômetros em m³									Nova Média m³/mês	Observações
				Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9		
29	989047-5	634	0	22	13	15	14	14	14	14	14	15	14	sem hidrômetro
30	814052-9	635	0	11	14	10	20	12	10	9	9	12	12	hidrômetro parado
31	556482-4	636	0	176	90	21	16	17	12	16	14	14	25	hidrômetro parado*
32	557085-9	637	0	10	14	10	12	9	4	4	6	6	8	hidrômetro parado
33	937876-6	638	0	32	70	34	58	45	36	57	47	43	49	sem hidrômetro
34	671808-6	639	2	8	14	11	10	6	3	2	3	9	7	consumo baixo**
35	556818-8	640	0	22	11	14	21	14	14	13	12	14	14	hidrômetro parado
36	983594-6	641	0	19	12	6	7	6	9	5	5	8	7	sem hidrômetro
37	1227261-2	700	0	12	10	13	9	14	13	14	15	14	13	sem hidrômetro
38	1263049-7	701	0	23	21	21	10	7	6	7	7	5	11	sem hidrômetro
39	208208-0	702	0	61	37	37	29	31	29	31	20	41	32	hidrômetro parado
40	1228260-0	703	0	14	9	7	11	12	12	9	11	7	10	sem hidrômetro
41	208924-6	704	0	30	19	21	23	21	20	17	18	15	19	sem hidrômetro
42	796805-1	708	0	31	25	22	18	20	16	21	16	21	20	hidrômetro parado
43	9373764	710	0	36	36	40	30	29	35	33	33	37	34	hidrômetro parado
44	991858-2	711	0	37	30	8	13	18	11	13	19	14	16	sem hidrômetro
45	1274336-4	712	0	26	33	23	26	23	28	20	25	23	25	sem hidrômetro
46	214645-2	715	0	5	11	19	17	19	20	20	19	17	18	sem hidrômetro
47	854742-4	716	0	24	13	18	16	20	15	14	16	14	16	sem hidrômetro
48	272090-6	717	0	26	15	17	14	12	14	15	14	15	15	hidrômetro parado
49	2132710	722	2	59	34	26	32	31	26	26	28	31	29	consumo baixo
50	213930-8	723	0	55	44	39	44	29	24	22	22	19	30	hidrômetro parado

\*após a instalação do hidrômetro foi detectado vazamento interno, a nova média de consumo foi calculada descartando-se os meses de vazamento

\*\*devido ao consumo baixo foi fiscalizado e constatado que hidrômetro está operando em condições normais sem sinais de violação

No acompanhamento efetuado nas residências da Fase 2 (Tabela 25), apenas 2 residências mantiveram o consumo abaixo de  $10\text{m}^3$  por mês, equivalente a 6% por mês. É importante ressaltar que neste lote, anteriormente a instalação dos hidrômetros, todas as residências pagavam o equivalente à taxa mínima, ou seja,  $10\text{m}^3$  por mês.

O consumo de 25 residências ficou entre  $10$  e  $20\text{m}^3$  por mês, ou seja, 78% do total, os outros 16%, equivalente a 5 residências, tiveram consumo mensal acima de  $20\text{m}^3$  por mês.

A Figura 32 mostra o perfil de consumo de três residências da Fase 2, onde mostra um esforço na redução do consumo após um período de pico. Nestes casos, como não havia hidrômetro instalado anteriormente, o consumo do primeiro mês após a instalação pode ser baixo, pois não representa o consumo de um ciclo completo, ou seja, a instalação do medidor foi feita entre os períodos de leitura que representam cerca de 30 dias.

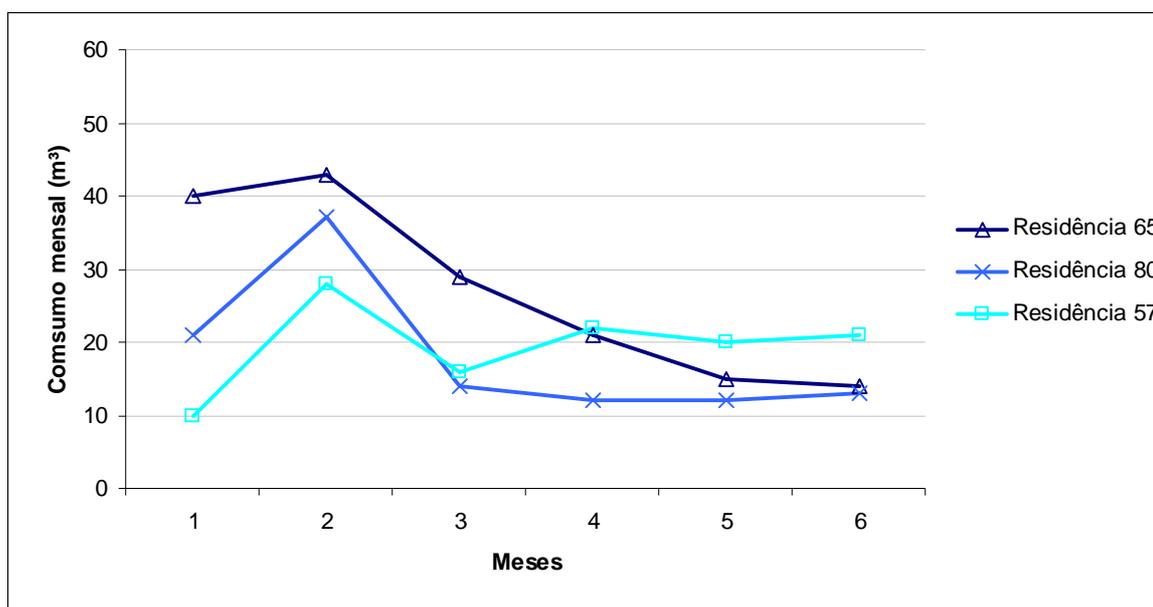


Figura 32: Perfil de consumo de residências - Fase 2

Tabela 25: Acompanhamento do consumo típico das residências - Fase 2

Referência	Matrícula	Setor	Média Anterior m³/mês	Consumos após a instalação do hidrômetros em m³						Nova Média m³/mês
				Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	
51	943860-2	242	0	12	13	20	14	17	12	13
52	656472-0	334	0	18	17	15	11	12	10	12
53	1274279-1	339	0	13	19	27	19	17	19	16
54	982539-8	342	0	20	23	20	10	14	13	14
55	690221-9	349	0	10	14	12	13	14	13	11
56	1205738-0	350	0	22	20	20	12	21	15	16
57	1277135-0	351	0	10	28	16	22	20	21	17
58	404406-1	352	0	10	10	19	18	10	14	12
59	634836-0	353	0	23	16	12	12	13	14	13
60	952563-7	354	0	12	13	23	26	11	14	14
61	723784-7	438	0	8	10	10	14	9	7	8
62	1296018-7	439	0	25	39	35	42	40	48	33
63	1259424-5	440	0	14	25	22	18	21	24	18
64	892296-9	441	0	9	24	10	9	11	10	10
65	467300-0	442	0	40	43	29	21	15	14	23
66	469734-0	443	0	21	17	20	20	25	31	19
67	468827-9	444	0	35	30	25	17	23	20	21
68	930925-0	447	0	17	15	20	18	21	12	15
69	1222693-9	448	0	17	14	14	12	13	8	11
70	937317-9	449	0	22	20	17	9	9	11	13
71	510727-0	451	0	17	25	24	22	28	23	20
72	965974-9	546	0	12	17	18	18	21	20	15
73	1297947-3	547	0	9	15	15	15	14	13	12
74	975851-8	548	0	27	33	32	39	22	20	25
75	840588-3	549	0	8	18	13	16	15	14	12
76	1259896-8	721	0	18	16	12	10	13	13	12
77	1219887-0	802	0	8	10	12	16	13	59*	12
78	1219816-1	803	0	19	17	22	22	19	26	18
79	992351-9	804	0	9	20	22	17	13	17	14
80	1268205-5	805	0	21	37	14	12	12	13	16
81	1224706-5	806	0	6	8	8	10	9	13	8
82	1272126-3	807	0	14	24	23	24	18	27	19

\* no mês 6 houve um vazamento que foi consertado

O acompanhamento do consumo típico das residências do lote que representa a Fase 3 do projeto de hidrometração não apresenta um resultado tão concretizado como das outras duas fases que precedem a esta. A Fase 3 teve início em setembro de 2006 e foram acompanhados os consumos de apenas três meses após a substituição do medidor de água (Tabela 26).

Em 8 residências, ou 25% do total, o consumo manteve-se igual ao anterior à substituição do hidrômetro. Em 30 % das ligações, equivalente a 10 residências, o novo consumo foi mais que o dobro do consumo anterior. Os outros 45% tiveram um aumento de consumo superior a 30%.

Tabela 26: Acompanhamento do consumo típico das residências - Fase 3

Referência	Matrícula	Setor	Média Anterior m³/mês	Consumos após a substituição do hidrômetros em m³			Nova Média m³/mês	Observações
				Mês 1	Mês 2	Mês 3		
83	275596-3	222	7	24	25	24	24	A92N057072
84	279458-6	226	7	20	23	25	23	880131*
85	279316-4	229	20	20	30	33	28	A95S104452
86	349518-3	239	5	18	28	11	19	A94L472301
87	350926-5	241	3	11	13	10	11	A94L472077
88	396132-0	336	15	20	23	33	25	A97C004671
89	396816-2	337	20	20	21	24	22	A92N056806*
90	778377-9	338	25	12	8	16	12	A86L129655
91	461631-6	360	4	6	4	6	5	A86L121597
92	868719-6	361	14	17	13	16	15	A92N058338*
93	617739-5	364	14	20	22	19	20	A96C007843
94	628078-1	366	10	13	11	20	15	A96C005613
95	463566-3	432	21	38	43	35	39	A99S226523
96	463812-3	433	5	34	32	24	30	000C004835
97	465024-7	434	6	22	10	11	14	A95X101101
98	505365-0	454	8	16	13	13	14	A94L135341
99	5054877	456	10	48	36	29	38	A86L125624
100	549269-6	461	15	24	34	23	27	A94T092755
101	550262-4	464	11	20	11	14	15	A97C005558
102	552147-5	527	20	20	22	28	23	A97C012027
103	553220-5	531	8	15	17	16	16	A92N071450
104	849871-7	532	15	20	24	19	21	A98C04916
105	208704-9	705	11	14	15	18	16	A90S136810
106	210199-8	707	2	3	4	2	3	L120420
107	689327-9	713	36	33	41	33	36	A96C003215
108	211550-6	714	12	23	22	22	22	4007052
109	272782-0	718	17	14	17	18	16	A96C085727
110	557276-2	719	20	22	21	14	19	A94T199036
111	869728-0	720	5	31	31	23	28	A00N163517
112	8667276	783	7	16	17	16	16	A96C051964
113	647341-5	784	36	181**	146	26	57	A94L134410
114	682476-5	785	8	10	11	16	12	A96C051721

\* hidrômetro parado

\*\* foi detectado vazamento e consertado

### 4.3.3 Cálculo do retorno do investimento

Para a implantação do projeto de hidrometração foram investidos até novembro de 2006, R\$ 2.663.309,00 (dois milhões, seiscentos e sessenta e três mil, trezentos e nove) divididos entre aquisição de hidrômetros e mão-de-obra para instalação dos medidores.

A Tabela 27 traz o cálculo do Período de *Payback*. Na tabela constam mês a mês o incremento no faturamento de água e o incremento no faturamento de esgoto, visto que o esgoto é cobrado com base no consumo de água. São apresentados também os investimentos feitos mês a mês para instalação de 36.348 hidrômetros. Não foram considerados os hidrômetros instalados na fase intermediária do projeto (março a maio de 2006) por ser um número pequeno e não representativo dentro do valor total.

Observou-se um acréscimo de mais de R\$ 200.000,00 (duzentos mil) por mês no faturamento, logo após o terceiro mês, referente apenas ao consumo de água, sem considerar o acréscimo no faturamento de esgoto.

De acordo com a metodologia apresentada e cálculos demonstrados na Tabela 27, o Período de *Payback* do Projeto de Hidrometração é de 7 meses, ou seja, em 7 meses o investimento foi recuperado. Importante ressaltar, que a vida útil de um hidrômetro é de no mínimo 60 meses (5 anos).

Tabela 27: Cálculo do período de *payback*

Mês / Ano	Quant. Hidr.	Faturamento de Água - R\$														
		out/05	nov/05	dez/05	jan/06	fev/06	mar/06	abr/06	mai/06	jun/06	jul/06	ago/06	set/06	out/06	nov/06	
Outubro de 2005	3.617	0	57.092	60.395	81.340	62.840	76.929	60.259	55.003	54.000	54.637	54.955	59.667	52.287	64.864	
Novembro de 2005	5.215	0	0	64.683	93.492	78.335	97.671	75.887	69.263	63.786	66.978	66.978	79.691	66.133	75.232	
Dezembro de 2005	3.795	0	0	0	42.719	64.653	72.540	50.987	40.078	64.127	36.390	45.251	45.165	11.128	23.705	
Janeiro de 2006	4.341	0	0	0	0	53.121	93.076	68.881	63.749	54.545	46.441	52.208	58.968	51.459	57.692	
Fevereiro de 2006	2.453	0	0	0	0	0	39.109	42.555	30.509	27.432	21.784	27.183	31.613	22.652	30.965	
Junho de 2006	2.269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.433	32.362	34.434	23.766	33.153	
Julho de 2006	3.972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53.921	67.038	51.634	59.405	
Agosto de 2006	2.936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.256	41.835	42.953	
Setembro de 2006	3.675	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53.386	72.313	
Outubro de 2006	4.111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39.630	
<b>Valor Faturado Água</b>	R\$/mês	0	57.092	125.078	217.551	258.949	379.326	298.569	258.603	263.890	248.663	332.858	414.831	374.281	499.913	
Mês / Ano	Quant. Hidr.	Faturamento de Esgoto - R\$														
		out/05	nov/05	dez/05	jan/06	fev/06	mar/06	abr/06	mai/06	jun/06	jul/06	ago/06	set/06	out/06	nov/06	
Outubro de 2005	3.617	0	4.366	8.458	10.051	9.163	7.714	9.267	7.933	8.696	7.753	8.320	9.396	8.242	9.403	
Novembro de 2005	5.215	0	0	2.767	3.736	2.734	3.201	3.596	2.880	3.078	2.669	3.227	3.742	3.521	4.508	
Dezembro de 2005	3.795	0	0	0	8.090	4.831	3.308	1.871	2.432	2.897	2.622	3.410	3.443	0	0	
Janeiro de 2006	4.341	0	0	0	0	3.885	8.596	8.608	6.945	8.017	4.977	6.302	11.207	8.810	10.997	
Fevereiro de 2006	2.453	0	0	0	0	0	2.861	8.483	3.841	5.463	3.937	4.572	5.985	3.830	4.764	
Junho de 2006	2.269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	343	575	784	138	182	
Julho de 2006	3.972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	828	1.891	633	446	
Agosto de 2006	2.936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	643	1.452	1.230	
Setembro de 2006	3.675	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.227	2.973	
Outubro de 2006	4.111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.270	
<b>Valor Faturado Esgoto</b>	R\$/mês	0	4.366	11.225	21.877	20.613	25.680	31.825	24.031	28.151	22.300	27.235	37.090	27.853	40.775	
		Faturamento Água + Esgoto														
<b>Valor Faturado/mês</b>	R\$/mês		61.458	136.303	239.428	279.562	405.005	330.394	282.634	292.041	270.963	360.093	451.921	402.134	540.687	
<b>Valor Faturado Acumulado</b>	R\$		61.458	197.761	437.189	716.751	1.121.757	1.452.151	1.734.785	2.026.826	2.297.789	2.657.882	3.109.803	3.511.937	4.052.624	
		Investimento														
<b>Hidrômetros Instalados</b>	unid/mês	3.617	5.215	3.795	4.341	2.453	0	0	0	2.269	3.972	2.936	3.675	4.111	0	
<b>Investimento/mês</b>	R\$/mês	-264.764	-381.738	-277.794	-317.761	-179.560	0	0	0	-166.091	-290.750	-214.915	-269.010	-300.925	0	
<b>Investimento Acumulado</b>	R\$	-264.764	-646.502	-924.296	-1.242.058	-1.421.617	-1.421.617	-1.421.617	-1.421.617	-1.421.617	-1.587.708	-1.878.458	-2.093.374	-2.362.384	-2.663.309	-2.663.309
		Resultado														
<b>Resultado Alcançado:</b>	R\$		264.764	-585.045	-726.536	-804.868	-704.866	-299.860	30.534	313.168	439.118	419.330	564.508	747.420	848.628	1.389.315

#### 4.4 Recálculo do balanço hídrico

Como exposto no item 4.1 foram encontradas algumas dificuldades na montagem do Balanço Hídrico no início dos trabalhos por falta de informações relacionadas ao sistema. Uma dos fatores mais agravantes desta situação é a falta de setorização do sistema de abastecimento de água. Para correta caracterização das perdas se faz necessário uma macromedição confiável na entrada dos setores para que se possa comparar com o volume micromedido em cada ligação deste setor.

Conforme Engevix (1998), após uma pesquisa aprofundada em campo, a distribuição das perdas no Sistema de Abastecimento de Joinville ficou em: 44% de perdas reais e 56% de perdas aparentes. As perdas aparentes estavam divididas em: 27% de ligações não medidas, 17% hidrômetros parados, 10% fraudes e 2% de submedição por hidrômetros inclinados.

Considerando-se que o Projeto de Hidrometração praticamente eliminou as ligações sem hidrômetro e já substituiu muito dos hidrômetros parados. Além disso, houve um incremento no volume micromedido da ordem de 33%. Para montagem do Balanço Hídrico a perda foi redistribuída descontando-se esses percentuais recuperados. Com relação às perdas reais não foram definidos valores para vazamentos em redes de distribuição, reservatórios e ramais prediais. Nenhum estudo ou estimativa foi feito no município que poderia estimar tais valores.

A Figura 33 traz o Balanço hídrico para o período de novembro de 2005 a outubro de 2006.

<b>Volume Distribuído</b>  <b>VDIS</b>	<b>Volume de Água de Consumo Autorizado Total</b>  <b>VCAU</b> =VCAUf+VCAUnf	<b>Volume de Água de Consumo Autorizado Faturado</b>  <b>VCAUf =</b> VFATm+VFATnm <b>22.166.100</b>	<b>Volume de Água Faturado</b>  <b>VFAT =</b> VFATm+VFATnm + VFATnc <b>25.762.576</b>	<b>Volume de Água Faturado Não Consumido</b> <b>VFATnc</b> <b>3.596.476</b>	
		<b>Volume de Água de Consumo Autorizado Não Faturado</b> <b>VCAUnf =</b> VANFm+VANFnm <b>15.692</b>		<b>Volume de Água Faturado Medido</b> <b>VFATm</b> <b>20.620.834</b>	
		<b>Volume de Água Não Faturado Medido</b> <b>VANFm</b> <b>15.692</b>		<b>Volume de Água Faturado Não Medido</b> <b>VFATnm</b> <b>1.545.266</b>	
	<b>Volume de Perdas de Água</b>  <b>VPAG</b> = VDIS - VCAU	<b>Volume de Perdas Aparentes</b> <b>VPAP = VPAPna+VPAPs</b> <b>15.162.021</b>	<b>Volume de Água Não Faturado</b> <b>VANF = VDIS-VFAT</b> <b>33.693.381</b>	<b>Volume de Água Não Faturado Não Medido</b> <b>VANFnm</b> <b>0</b>	
				<b>Volume de Consumo Não Autorizado</b> <b>VPAPna</b> <b>5.054.007</b>	
		<b>Volume de Perdas por Submedição em Hidrômetros</b> <b>VPAPs</b> <b>10.108.014</b>		<b>Volume de vazamento nas redes</b> <b>VPREredes</b>	
		<b>Volume de Perdas Reais</b> <b>VPRE = VPAG-VPAP</b> <b>22.112.144</b>		<b>Volume de vazamentos e extravazões em reservatórios</b> <b>VPREoutras</b>	
	<b>59.455.957</b>	<b>37.274.165</b>	<b>22.112.144</b>	<b>Volume de vazamentos em ramais prediais até o hidrômetro</b> <b>VPREramais</b>	<b>QUANTIDADE DE LIGAÇÕES ATIVAS DE ÁGUA (QLAT):</b> <b>119.911</b>

\* Volumes em m<sup>3</sup>

Figura 33: Balanço hídrico – Período de novembro de 2005 a outubro de 2006

## 4.5 Recálculo dos Indicadores de perdas

Para acompanhamento dos indicadores de perdas após o início da implementação do Projeto de Hidrometração, foram adotados os indicadores chaves do SNIS para perdas de água e acompanhados desde de agosto de 2005 até dezembro de 2006.

### 4.5.1 Índice de Hidrometração

O índice de hidrometração é um dos indicadores principais para avaliação do resultado do projeto de hidrometração, pois está diretamente ligado a um dos objetivos do projeto, que é instalar hidrômetro em todas as ligações do sistema de abastecimento de água. Este índice é definido pelo percentual de ligações com hidrômetro em relação ao número total de ligações.

A Figura 34 traz o acompanhamento do índice de hidrometração desde agosto de 2005 a dezembro de 2006.

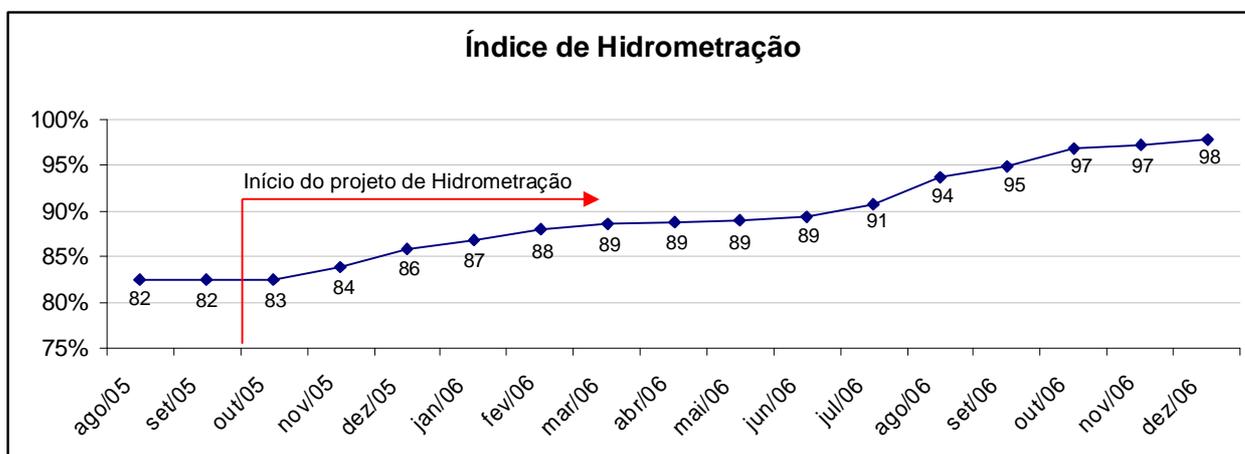


Figura 34: Índice de hidrometração

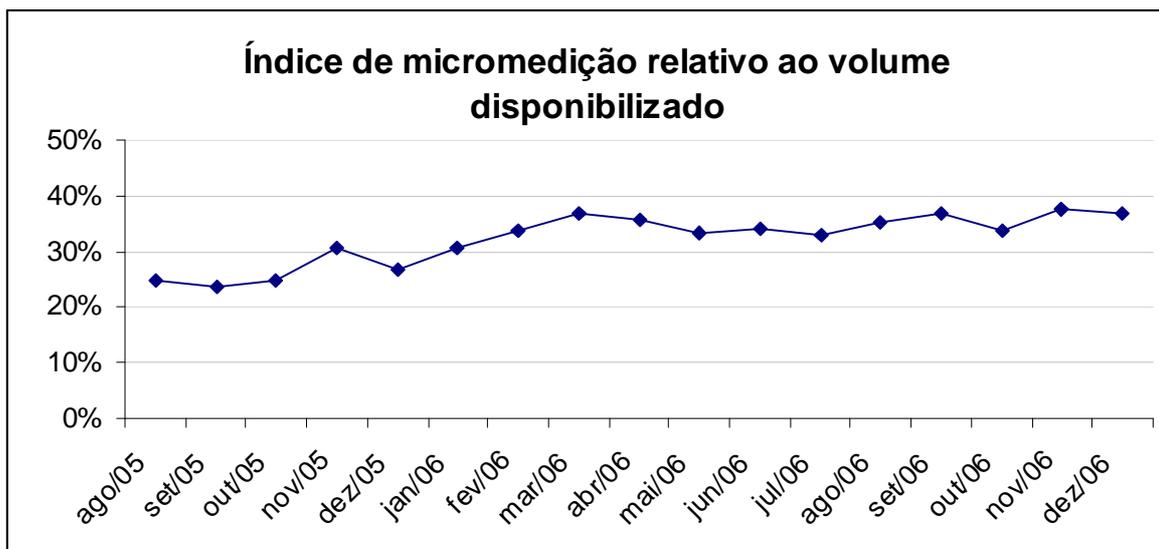
Observa-se claramente o aumento do índice de hidrometração após o início do projeto. Durante os meses de março, abril e maio ocorreu uma estabilização do índice, este período corresponde a fase intermediária, quando o projeto estava parado. Logo após, um aumento significativo nos meses

seguintes, este período representa a Fase 2 do projeto. Em dezembro de 2006 foi alcançado o índice de 98% de hidromedidação, apesar de ser um ótimo resultado não atingiu o percentual de 100 devido às dificuldades encontradas, explicadas no item 4.2.3 - Dificuldades encontradas. Porém, a partir de 2007 estas ligações receberão uma atenção especial para que em breve seja alcançado o percentual almejado.

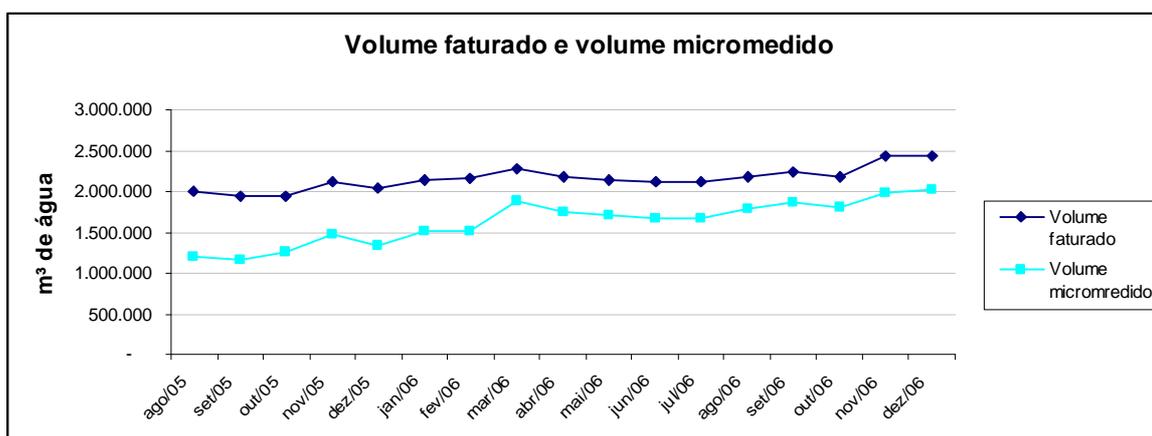
#### 4.5.2 Índice de Micromedidação relativo ao Volume Disponibilizado

A Figura 35 apresenta o Índice de Micromedidação relativo ao Volume Disponibilizado e observa-se um aumento gradativo deste índice. Em alguns pontos, porém um acríve acentuado, como no mês de março de 2006, quando houve a troca do sistema comercial. O antigo software responsável por toda gestão comercial da companhia foi substituído por um novo sistema que corrigiu algumas inconsistências, que se acumularam durante um longo período e foram compensadas no primeiro mês de implantação.

Como citado anteriormente, o volume disponibilizado é dado pelos medidores instalados nas saídas das ETAs, apesar de uma melhora na macromedidação estes ainda não apresentam confiabilidade total. Portanto, para melhor representação da melhora na micromedidação, apresentam-se na Figura 36 os valores dos volumes micromedidos e também a evolução dos volumes faturados para representação mais exata do estudo em questão. Importante destacar, que o consumo faturado considera além do volume micromedido a diferença das ligações que consomem abaixo da taxa mínima de 10m<sup>3</sup> por mês.



**Figura 35: Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado**



**Figura 36: Volume faturado e volume micromedido**

Independente dos valores estabelecidos como volumes disponibilizados devem ser observados os volumes micromedidos e faturados que estão em ascensão. Observa-se um aumento de 22% no volume faturado passando de 1.991.368 m<sup>3</sup> por mês em agosto de 2005, para 2.436.396 m<sup>3</sup> por mês em dezembro de 2006. No volume micromedido o aumento foi de 69% no período analisado, passando de 1.195.236 m<sup>3</sup> por mês para 2.019.017 m<sup>3</sup> por mês.

Novamente em março de 2006, visualiza-se um pico devido à mudança do sistema comercial.

A aproximação da curva do volume micromedido à curva do volume faturado expressa que cada vez mais o volume cobrado está mais próximo do real e o volume estimado diminui.

#### 4.5.3 Consumo de Micromedido e Consumo Faturado, por Economia

A Tabela 28 traz o os consumos micromedidos e faturados em cada economia por mês, o que demonstra um comportamento em ascensão diretamente ligado ao aumento da hidrometração e melhoria do parque de hidrômetros.

Nas 38.392 ligações de água alcançadas pelo projeto o consumo médio que era de 11 m<sup>3</sup> / residência / mês passou a média de 16 m<sup>3</sup> / residência / mês. Este aumento significativo explica-se principalmente porque foram atingidas as ligações de água que se encontravam em situação mais crítica em termos de medição de água, ou seja, sem hidrômetro ou com o hidrômetro parado.

**Tabela 28: Consumo de Micromedido e Consumo Faturado, por Economia**

<b>Mês/ano</b>	<b>Consumo micromedido (m<sup>3</sup>/economia)/mês</b>	<b>Consumo faturado (m<sup>3</sup>/economia)/mês</b>
ago/05	8,15	13,68
set/05	7,90	13,32
out/05	8,55	13,35
nov/05	9,99	14,56
dez/05	9,07	13,99
jan/06	10,21	14,53
fev/06	10,24	14,59
mar/06	12,88	15,59
abr/06	11,82	14,78
mai/06	11,54	14,57
jun/06	11,19	14,33
jul/06	11,19	14,26
ago/06	11,99	14,65
set/06	12,49	15,03
out/06	12,08	14,57
nov/06	13,24	16,15
dez/06	13,39	16,19

#### 4.5.4 Índice de Perdas de Faturamento

O Índice de perdas de faturamento é um dos índices mais utilizados para quantificar e estudar as perdas de água no Brasil, este índice é dado pela equação 5.1, onde o volume disponibilizado é o que sai das ETAs e vai para rede de distribuição.

$$\text{Índice de Perdas de Faturamento [\%]} = \frac{\text{volume de água disponibilizado} - \text{volume de água faturado}}{\text{volume de água disponibilizado}} \quad (5.1)$$

A Figura 37 traz o índice de perdas de faturamento do período em estudo. Pode-se perceber alguns pontos altos e baixos, mas de maneira geral o índice está diminuindo. Como este índice leva em consideração o volume faturado, vale reforçar que o volume faturado vem aumentando e que o nível de confiabilidade do volume disponibilizado ainda é baixo.

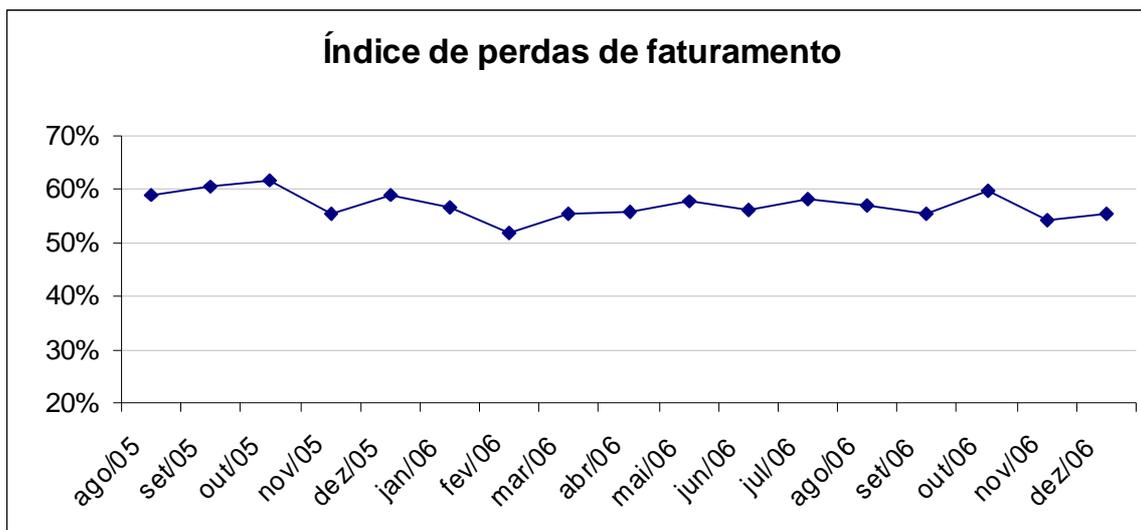


Figura 37: Índice de perdas de faturamento

#### 4.5.5 Índice de Perdas na Distribuição

O índice de perdas na distribuição desconsidera o volume faturado não consumido, que é a diferença dos volumes consumidos a menos que a taxa mínima e considera o volume estimado, onde não existe hidrômetro. O volume consumido autorizado também é considerado como volume utilizado em

caminhão pipa, corpo de bombeiros, chafarizes públicos, entre outros. O controle do volume não faturado ainda é muito impreciso no sistema de abastecimento de água de Joinville.

O índice de perdas na distribuição é calculado pela Equação 5.2 e os resultados para o período estudado estão apresentados na Figura 38.

$$\text{Índice de Perdas na Distribuição [\%]} = \frac{\text{volume de água disponibilizado} - \text{volume de água consumido}}{\text{volume de água disponibilizado}} \quad (5.2)$$

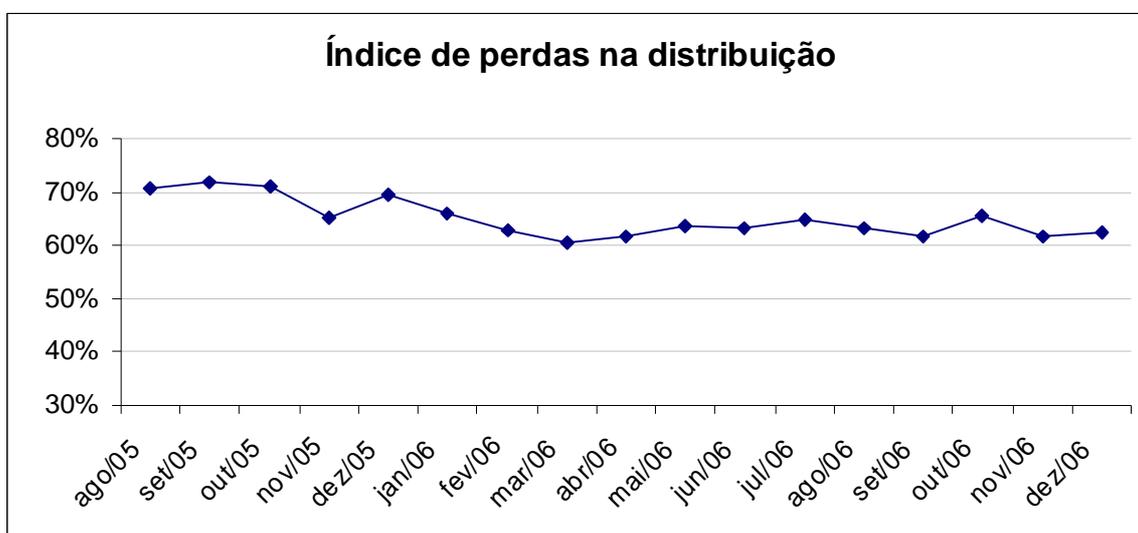


Figura 38: Índice de perdas na distribuição

Este índice tem comportamento próximo ao do índice de perdas de faturamento, pois os dois índices estão ligados ao consumo registrado (micromedido), porém informações operacionais de usos de volumes de água não faturados como grandes vazamentos fazem diferença no segundo índice de perdas na distribuição. Desde agosto de 2005, o índice de perdas na distribuição vem diminuindo, mas apresenta alguns pontos de pico onde o consumo não micromedido teve um aumento pouco significativo em relação ao aumento do volume disponibilizado. Retoma-se novamente a questão da confiabilidade nas informações do volume disponibilizado.

#### 4.5.6 Índice Bruto de Perdas Lineares

O Índice Bruto de Perdas Lineares é dado pela Equação 5.3 e apresentou um comportamento demonstrado na Figura 39. Observa-se um decréscimo neste índice e novamente pontos de altos e baixos.

$$\text{Índice Bruto de Perdas Lineares} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{dia.km}} \right] = \frac{\text{extensão da rede de água}}{\text{volume de água disponibilizado}^* - \text{volume de água consumido}} \quad (5.3)$$

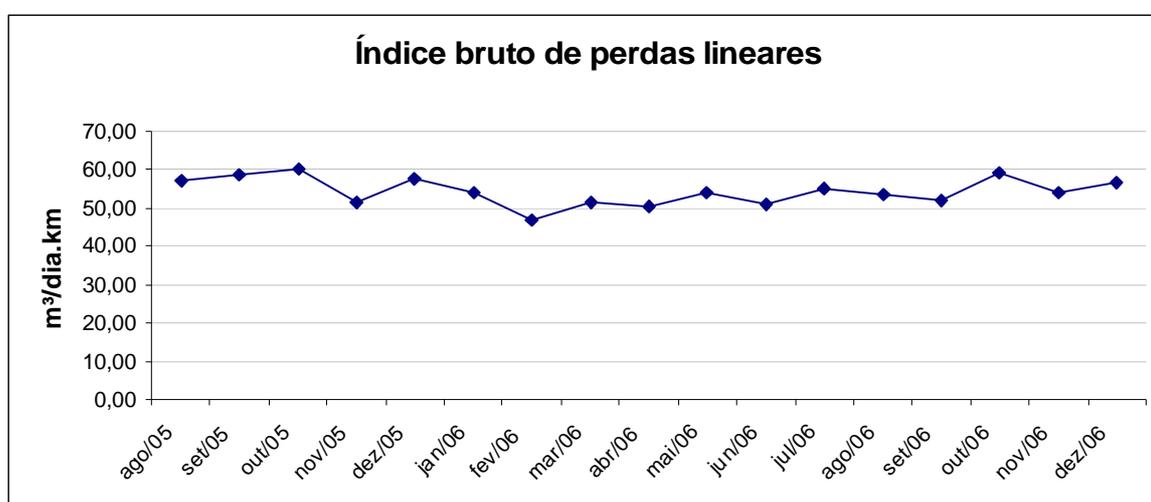
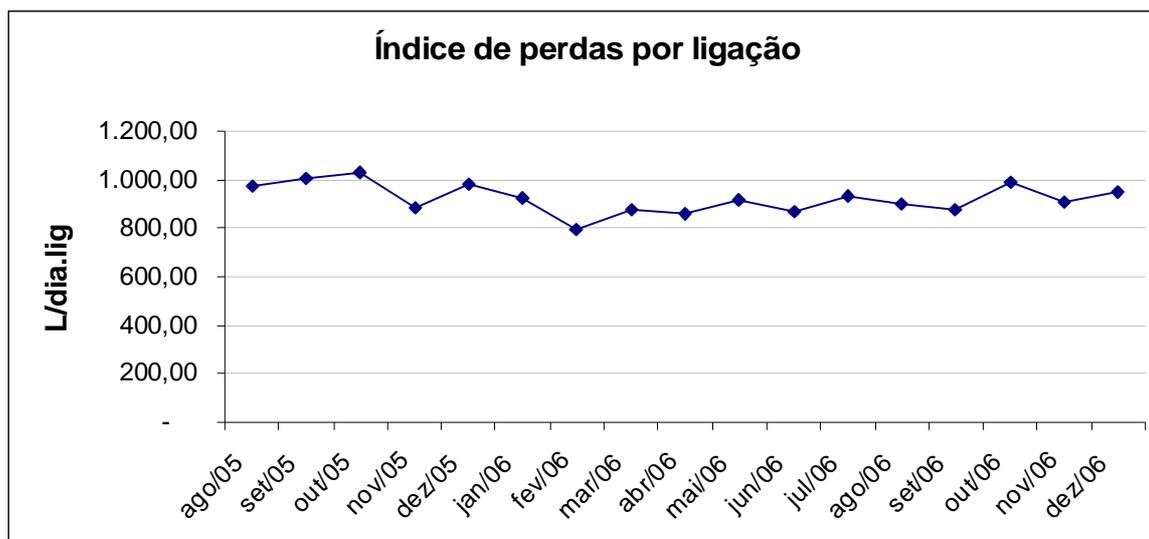


Figura 39: Índice de perdas lineares

#### 4.5.7 Índice de Perdas por Ligação

O Índice de Perdas por Ligação é dado pela Equação 5.4 e apresentou comportamento semelhante ao do Índice Bruto por Perdas Lineares como se observa na Figura 40.

$$\text{Índice de Perdas por Ligação} \left[ \frac{\text{L}}{\text{dia.lig}} \right] = \frac{\text{quantidade de ligações ativas de água}}{\text{volume de água disponibilizado} - \text{volume de água consumido}} \quad (5.4)$$



**Figura 40: Índice de perdas por ligação**

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cálculo do balanço hídrico, principalmente a etapa da busca pelas informações necessárias para montagem deste, mostrou um panorama dos dados sobre o sistema de abastecimento de água. Muitas informações não existiam, por falta de equipamentos para medições ou por falta controle.

Um gerenciamento operacional e comercial eficiente, deverá estar baseado em informações que vem do campo. Se estas forem imprecisas, as decisões tomadas pela diretoria da companhia poderão ser equivocadas. Por isso, investimentos na setorização e macromedição dos setores de abastecimento de água são indispensáveis.

As dificuldades encontradas na execução do Projeto de Hidrometração, trouxeram à tona uma série de deficiências na execução das ligações de água que devem ser estudadas e sanadas. A criação de um padrão de ligação de água se faz essencial. Assim como as concessionárias de energia elétrica que exigem dos consumidores que seja construído um padrão para o fornecimento da energia, as companhias de saneamento estão cada vez mais em busca desta alternativa para as ligações de água. Este padrão evitaria além dos transtornos para manutenção nas ligações, como por exemplo, o inconveniente de entrar na propriedade do usuário, um padrão mais seguro até no que tange a questão de vazamentos no cavalete.

A falta de informação da população foi um dos grandes empecilhos do projeto, que acabou gerando num primeiro momento, uma antipatia da companhia frente à população que não entendeu os benefícios do projeto ao sistema como um todo.

Observa-se no acompanhamento do faturamento nas ligações onde foram instalados os hidrômetros, que logo após a instalação do equipamento há um aumento no consumo. Decorrido um certo tempo, o período de adaptação, esse consumo baixa e estabiliza, porém não volta ao consumo anterior. Muitas

residências mudaram seus hábitos diários após a instalação do hidrômetro e inúmeros vazamentos foram descobertos.

O incremento no faturamento e o cálculo no retorno do investimento tornaram a execução e continuidade do projeto totalmente viável. Porém, alguns acompanhamentos mais aprofundados devem ser feitos, o que demanda a montagem de uma oficina de hidrômetro, não só para o gerenciamento do parque de hidrômetros, mas para prestar serviços de acordo com as normas estabelecidas pelo INMETRO.

Os índices de perdas calculados para o período de agosto de 2005 a dezembro de 2006 trazem alguns resultados que merecem uma análise mais criteriosa. É fundamental a percepção de que o volume faturado e micromedido se apresentam em crescente aumento, porém o volume disponibilizado também. A falta de um macromedição confiável nos deixa a mercê de um dado que pode estar além do real, o volume disponibilizado.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base no trabalho desenvolvido conclui-se:

Foram obtidos dados estatísticos e de faturamento que demonstram à importância de uma política de micromedição efetiva no combate às perdas de água. Partindo-se do cenário onde o Projeto de Hidrometração estava inserido, pode-se assegurar que qualquer melhoria nos índices de controle do sistema, é resultado deste projeto.

O índice de hidrometração passou de 82% em outubro de 2005 para 98% em dezembro de 2006. Apesar de não alcançado o índice de 100%, este foi um ótimo resultado que refletiu diretamente nos índices de volume micromedido e faturado. No volume micromedido observou-se um aumento de 69%, no período foco da análise, de agosto de 2005 a dezembro de 2006. No volume faturado o aumento foi de 22%.

Com a análise do consumo das residências que tiveram seus hidrômetros instalados ou substituídos, pode-se concluir que o aumento de consumo foi significativo e que o perfil de consumo se altera após a instalação do hidrômetro.

O projeto se mostrou economicamente viável, considerando-se o efeito financeiro, sem levar em conta todo o benefício operacional e social.

O Projeto de Hidrometração contribuiu não só para o incremento no faturamento, como para uma maior disponibilidade de água para a população. Este novo panorama permite à Companhia Águas de Joinville, o adiamento de investimentos em captação, tratamento, reservação e distribuição para aumento de vazão, pois há folga no sistema, o que existe é um percentual elevado de perdas de água.

Para desenvolvimento de trabalhos relacionados ao controle de perdas e a micromedição, no Sistema de Abastecimento de Água de Joinville, recomenda-se:

- desenvolvimento de metodologia para o incremento de informações para a complementação do balanço hídrico;

- setorização do sistema e acompanhamento dos índices de perdas de níveis intermediários e avançados;
- estudo do desempenho dos hidrômetros instalados no Projeto de Hidrometração, para definição da vida útil de um medidor de água nas condições encontradas no Sistema de Abastecimento de Água de Joinville.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426 – Base para definição do plano de amostragem para o ensaio dimensional**. Rio de Janeiro, 1977. 15 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 212 - Medidores velocimétricos de água potável fria até 15m<sup>3</sup>/h**. Rio de Janeiro, 1999. 19 p.

ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. **Performance Indicators for Water Supply Services**. Londres: International Water Association - IWA, 2000. 162p.

ALVES, W. C.; PEIXOTO J. B.; SANCHEZ J. G.; LEITE S. R. **Micromedição: DTA D3**. Brasília: Programa de Combate Ao Desperdício de Água - PNCDA, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 2004. 171 p. Disponível em: <[www.pncda.gov.br](http://www.pncda.gov.br)>.

CARTEADO, F.; VERMERSCH, M. **O Círculo das Águas Perdidas**. Disponível em: <[www.bvs.br](http://www.bvs.br)>. Acesso em: 15 abr. 2006.

CHISTE NETO, Henrique. **Abastecimento de Água em Joinville**. Disponível em: <[www.aguasdejoinville.com.br](http://www.aguasdejoinville.com.br)>. Acesso em: 11 out. 2005.

COMPANHIA ÁGUAS DE JOINVILLE. **Seção: ÁGUA**. Disponível em: <[www.aguasdejoinville.com.br](http://www.aguasdejoinville.com.br)>. Acesso em: 18 out. 2006.

CONEJO, J. G. L.; LOPES, A. R. G.; MARCKA, E. **Medidas de Redução de Perdas - Elementos para Planejamento: DTA C3**. Brasília: Programa de Combate Ao Desperdício de Água - PNCDA, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 1999. 31 p. Disponível em: <[www.pncda.gov.br](http://www.pncda.gov.br)>

CUNHA, D. F. da. **História da Cidade**. Disponível em: <[www.joinville.sc.gov.br](http://www.joinville.sc.gov.br)>. Acesso em: 15 set. 2006.

ENGEVIX Engenharia, GERENTE Projetos e Consultoria, LYSA - Lyonnaise des Eaux Services Associés, ETEP Consultoria. **Elaboração de Diagnóstico, Desenvolvimento e Controle Operacional dos Sistemas de Abastecimento de Água de Joinville e Araquari. Relatório RP-01 – Projeto Técnico**. CASAN - Companhia de Águas e Saneamento. Joinville, 1998.

ENGEVIX Engenharia, GERENTE Projetos e Consultoria, LYSA - Lyonnaise des Eaux Services Associés, ETEP Consultoria. **Elaboração de Diagnóstico,**

**Desenvolvimento e Controle Operacional dos Sistemas de Abastecimento de Água de Joinville e Araquari. Relatório R-07 – Avaliação do Programa de Curto e Médio Prazo e Delimitação do Programa de Ação de Dois Anos para redução e Controle de Águas Não Faturadas.** CASAN - Companhia de Águas e Saneamento. Joinville, 1998.

FATMA - Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. **Atlas ambiental da região de Joinville: complexo hídrico da Baía da Babitonga.** Florianópolis: FATMA/GTZ, 2002.139p.

GOMES, H. P. **Eficiências Hidráulica e Energética em Saneamento.** Rio de Janeiro: ABES, 2005. 114 p.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira.** São Paulo: Editora Harbra, 1987. 781 p.

GONÇALVES, E. **Metodologias para Controle de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água - Estudo de Casos da CAESB.** 1998. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Unidades da Federação.** Disponível em: <[www.ibge.gov.br/cidadesat](http://www.ibge.gov.br/cidadesat)> . Acesso em: 06 out. 2006.

LEMONS, J. C.; GRACIOSA, O. da L.; DUARTE, G.; JUNKES, I. J. **Diagnóstico e Programa Emergencial de Recuperação do Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de Joinville/SC.** Joinville: Casan – Companhia de Catarinense de Água e Saneamento, 1995. 19 p.

MARCKA, Estanislau. **Panorama dos Sistemas Públicos de Abastecimento no País - DTA C2.** Brasília: Programa de Combate Ao Desperdício de Água - Pncda, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 2004. 76 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Gestão Eficiente de Água e Energia Elétrica em Saneamento: Capacitação Técnica dos Prestadores de Serviço de Saneamento.** Brasília, 2006. CD-ROM

MIRANDA, E. C. de. **Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas.** 2002. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

MORRIESEN JÚNIOR, Kurt. **Valoração do Recurso Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Piraí e a Necessidade de Sua Preservação.** 2003. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2003.

NIELSEN, M. J.; TREVISAN J.; BONATO A.; SACHET M. A. de C. **Medição de Água - Estratégias e Experimentações.** Curitiba: Sanepar, 2003. 200 p.

PMSS - PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2001.** Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2002. 420 p.

PMSS - PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2002.** Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria de Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2004. 420 p.

PMSS - PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2003.** Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria de Saneamento Ambiental, 2004. 404 p.

PMSS - PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2004.** Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria de Saneamento Ambiental, 2005. 343 p.

PMSS - PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2005.** Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria de Saneamento Ambiental, 2006. 222 p.

RECH, A. L.. **Água, micromedição e perdas.** São Paulo: Scortecci, 1999. 187 p.

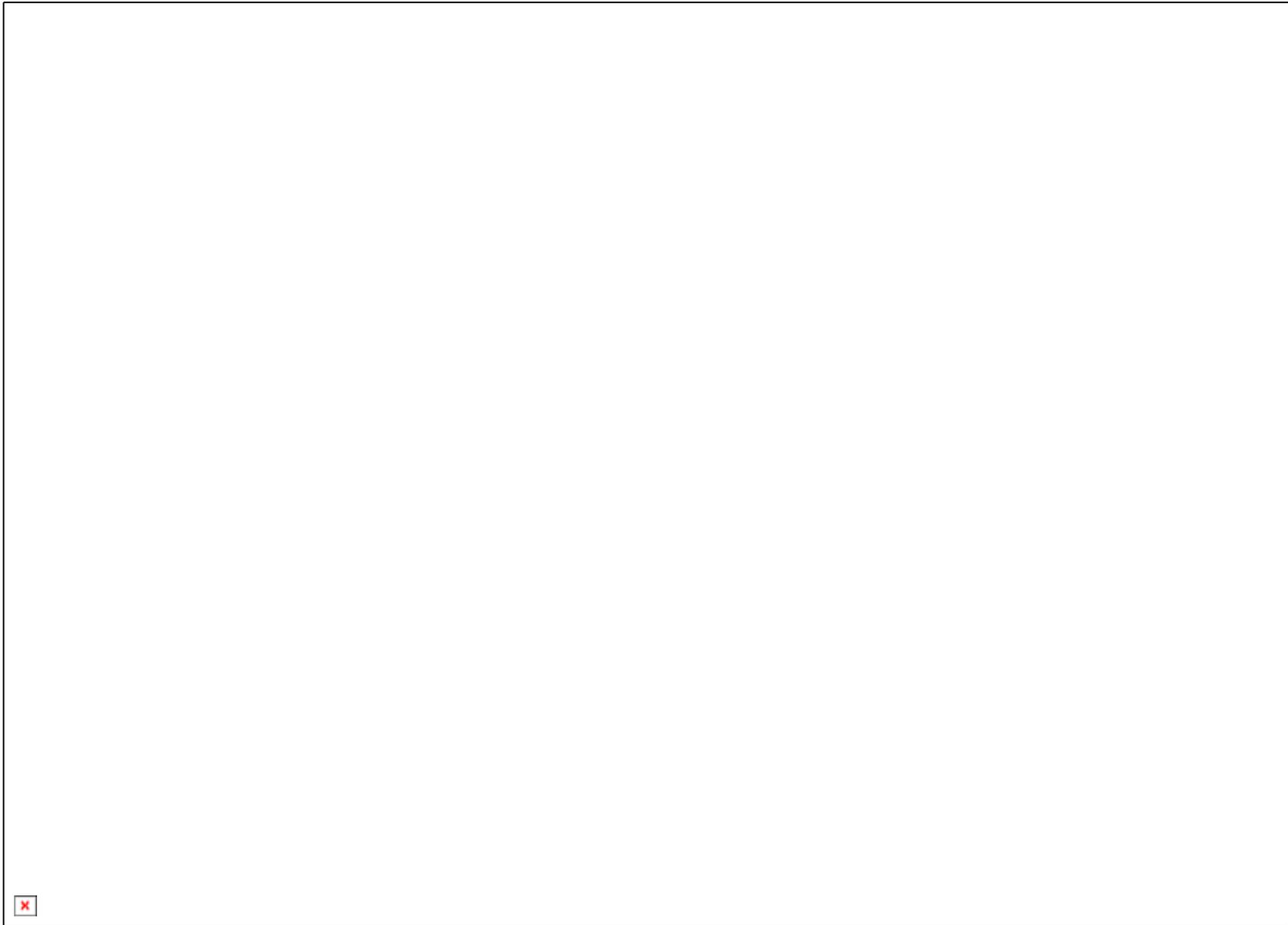
ROSS, S. A.; WESTERFIELD R. W.; JAFFE J. F. **Administração Financeira.** São Paulo: Atlas, 1995. 698 p.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Programa Interno de Redução de Perdas da RMSP - Ações Complementares - Síntese.** São Paulo: Superintendência de Planejamento e Apoio da Distribuição da Vice Presidência de Distribuição da SABESP, 1997.

SANASA - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento de Campinas. **Programa de Controle de Perdas SANASA.** Campinas: Departamento de Controle de Perdas da Diretoria Técnica, 1997.

SANTANA, Naum Alves. **Palavra do Presidente.** Disponível em: <[www.amae.sc.gov.br](http://www.amae.sc.gov.br)>. Acesso em: 27 nov. 2005.

**ANEXO I**  
**Planta do Sistema de Abastecimento de Água**





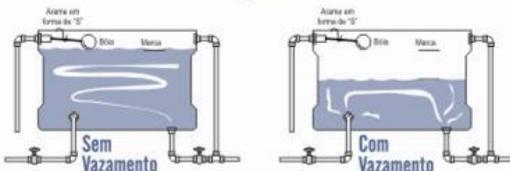
**ANEXO II**  
**Resumo da Especificação dos Hidrômetros**

Item	Descrição
1	Hidrômetro velocimétrico <b>multijato</b> , vazão máxima <b>3m<sup>3</sup>/h</b> , vazão nominal 1,5m <sup>3</sup> /h, vazão de transição 120L/h, vazão de início de funcionamento 11L/h, diâmetro nominal <b>1/2"</b> , classe metrológica <b>B</b> , transmissão magnética direta protegida por blindagem contra ação de campo magnético externo. Relojoaria seca, orientável com giro de até 360° efetuado com a mão, leitura direta com inclinação de 45° em relação ao plano horizontal, com anel metálico ao redor do mostrador para impedir fraudes. Cúpula transparente confeccionada em material plástico de alta resistência, com proteção a ação de radiação ultravioleta, com tampa protetora articulada solidária a relojoaria, com pino metálico de articulação. Pintura externa na cor azul. Normas de fabricação NBR 121 e NBR 8194, modelo aprovado pelo INMETRO atendendo a portaria 246/2000 e ISO 4064, bem como especificações técnicas em anexo.
2	Hidrômetro velocimétrico <b>multijato</b> , vazão máxima <b>3m<sup>3</sup>/h</b> , vazão nominal 1,5m <sup>3</sup> /h, vazão de transição 120L/h, vazão de início de funcionamento 11L/h, diâmetro nominal <b>3/4"</b> , classe metrológica <b>B</b> , transmissão magnética direta protegida por blindagem contra ação de campo magnético externo. Relojoaria seca, orientável com giro de até 360° efetuado com a mão, leitura direta com inclinação de 45° em relação ao plano horizontal, com anel metálico ao redor do mostrador para impedir fraudes. Cúpula transparente confeccionada em material plástico de alta resistência, com proteção a ação de radiação ultravioleta, com tampa protetora articulada solidária a relojoaria, com pino metálico de articulação. Pintura externa na cor azul. Normas de fabricação NBR 121 e NBR 8194, modelo aprovado pelo INMETRO atendendo a portaria 246/2000 e ISO 4064, bem como especificações técnicas em anexo.
3	Hidrômetro velocimétrico <b>multijato</b> , vazão máxima <b>5m<sup>3</sup>/h</b> , vazão nominal 2,5m <sup>3</sup> /h, vazão de transição 100L/h, vazão de início de funcionamento 18L/h, diâmetro nominal <b>3/4"</b> , classe metrológica <b>B</b> , com jogo de conexões em bronze (porcas, tubetes e arruelas), transmissão magnética direta protegida por blindagem contra ação de campo magnético externo. Relojoaria seca, orientável com giro de até 360° efetuado com a mão, leitura direta com inclinação de 45° em relação ao plano horizontal (aceita-se também leitura direta em plano horizontal), com anel metálico ao redor do mostrador para impedir fraudes. Cúpula transparente confeccionada em material plástico de alta resistência, com proteção a ação de radiação ultravioleta, com tampa protetora articulada solidária a relojoaria, com pino metálico de articulação. Pintura externa na cor azul. Normas de fabricação NBR 121 e NBR 8194, modelo aprovado pelo INMETRO atendendo a portaria 246/2000 e ISO 4064, bem como especificações técnicas em anexo.
4	Hidrômetro velocimétrico <b>multijato</b> , vazão máxima <b>7m<sup>3</sup>/h</b> , vazão nominal 3,5m <sup>3</sup> /h, vazão de transição 280L/h, vazão de início de funcionamento 25L/h, diâmetro nominal <b>1"</b> , classe metrológica <b>B</b> com jogo de conexões em bronze (porcas, tubetes e arruelas), transmissão magnética direta protegida por blindagem contra ação de campo magnético externo. Relojoaria seca, orientável com giro de até 360° efetuado com a mão, leitura direta. Cúpula transparente confeccionada em material plástico de alta resistência, com proteção a ação de radiação ultravioleta, com tampa protetora articulada solidária a relojoaria, com pino metálico de articulação. Anel de fechamento da carcaça em material metálico. Pintura externa na cor azul. Normas de fabricação NBR 121 e NBR 8194, modelo aprovado pelo INMETRO atendendo a portaria 246/2000 e ISO 4064, bem como especificações técnicas em anexo.
5	Hidrômetro velocimétrico <b>multijato</b> , vazão máxima <b>10m<sup>3</sup>/h</b> , vazão nominal 5m <sup>3</sup> /h, vazão de transição 400L/h, vazão de início de funcionamento 30L/h, diâmetro nominal <b>1"</b> , classe metrológica <b>B</b> , com jogo de conexões em bronze (porcas, tubetes e arruelas), transmissão magnética direta protegida por blindagem contra ação de campo magnético externo. Relojoaria seca, orientável com giro de até 360° efetuado com a mão, leitura direta. Cúpula transparente confeccionada em material plástico de alta resistência, com proteção a ação de radiação ultravioleta, com tampa protetora articulada solidária a relojoaria, com pino metálico de articulação. Anel de fechamento da carcaça em material metálico. Pintura externa na cor azul. Normas de fabricação

Item	Descrição
	NBR 121 e NBR 8194, modelo aprovado pelo INMETRO atendendo a portaria 246/2000 e ISO 4064, bem como especificações técnicas em anexo.
6	Hidrômetro velocimétrico <b>multijato/monojoato</b> , vazão máxima <b>20m<sup>3</sup>/h</b> , vazão nominal 10 m <sup>3</sup> /h, vazão de transição 150L/h, vazão de início de funcionamento 30L/h, diâmetro nominal <b>1.1/2"</b> , classe metrológica <b>C</b> , com jogo de conexões em bronze (porcas, tubetes e arruelas), transmissão magnética direta. Relojoaria seca, com leitura direta. Cúpula transparente confeccionada em material plástico de alta resistência, com proteção a ação de radiação ultravioleta, com tampa protetora articulada solidária a relojoaria. Pintura externa na cor azul. Normas de fabricação NBR 121 e NBR 8194, modelo aprovado pelo INMETRO atendendo a portaria 246/2000 e ISO 4064, bem como especificações técnicas em anexo.
7	Hidrômetro velocimétrico <b>multijato/monojoato</b> , vazão máxima <b>30m<sup>3</sup>/h</b> , vazão nominal 15m <sup>3</sup> /h, vazão de transição 225L/h, vazão de início de funcionamento 32L/h diâmetro nominal <b>2"</b> , classe metrológica <b>C</b> , conjunto de instalação (contra-flanges, arruelas, porcas e parafusos), transmissão magnética. Relojoaria seca, com leitura direta. Cúpula transparente confeccionada em material plástico de alta resistência, com proteção a ação de radiação ultravioleta, com tampa protetora articulada solidária a relojoaria. Pintura externa na cor azul. Normas de fabricação NBR 121 e NBR 8194, modelo aprovado pelo INMETRO atendendo a portaria 246/2000 e ISO 4064, bem como especificações técnicas em anexo.

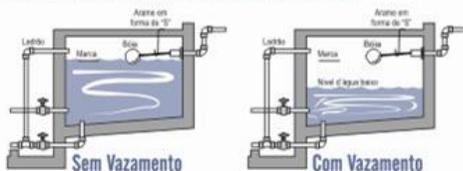
**ANEXO III**  
**Folheto explicativo sobre o Projeto de Hidrometração**

## TESTE DA CAIXA D'ÁGUA VAZAMENTO NA INSTALAÇÃO ALIMENTADA PELA CAIXA



- 1º - Feche todas as torneiras do imóvel e não utilize os sanitários.
- 2º - Prenda completamente a bóia da caixa, impedindo a entrada de água.
- 3º - Marque na caixa o nível e após uma hora, no mínimo, verifique se ele baixou.
- 4º - Em caso afirmativo, existe vazamento na canalização, torneiras ou nos sanitários alimentados pela caixa d'água.

## TESTE DA CISTERNA VAZAMENTO EM CISTERNAS DE EDIFÍCIOS



- 1º - Feche o registro de saída da cisterna do edifício.
- 2º - Prenda completamente a bóia da cisterna impedindo a entrada da água.
- 3º - Marque no reservatório o nível da água. Após uma hora, no mínimo, veja se ele baixou.
- 4º - Em caso afirmativo, existe vazamento na cisterna.

## TESTE DA CINZA VAZAMENTO NA VALVULA OU NA CAIXA DE DESCARGA



- 1º - Jogue cinza no vaso sanitário.
- 2º - O normal é a cinza ficar depositada no fundo do vaso.
- 3º - Em caso contrário, é sinal de vazamento na válvula ou na caixa de descarga.

## IMPORTANTE

Os vazamentos visíveis ocorrem com mais frequência no extravasor da caixa d'água (ladrão), em função do mau funcionamento da bóia, como nas torneiras, na válvula de descarga ou na caixa de descarga. Para você ter uma idéia da importância desses vazamentos no aumento de sua conta, basta citar o exemplo da torneira:



VOCÊ DESPERDIÇA  
1.400  
litros por mês  
(1,4m³)

VOCÊ DESPERDIÇA  
62.600  
litros por mês  
(62,6m³)

VOCÊ DESPERDIÇA  
135.400  
litros por mês  
(135,4m³)

## COMO CONTROLAR O SEU CONSUMO

### 1º - INSTRUÇÕES PARA LEITURA DO HIDRÔMETRO



No hidrômetro deve-se ler os algarismos pretos e desprezar os outros.  
Exemplo: a leitura do mostrador é de 4.933 metros cúbicos (m³)  
Obs: Cada m³ (metro cúbico) corresponde a 1.000 litros.

### 2º - INSTRUÇÕES PARA CONTROLE DE CONSUMO

- Leia periodicamente seu hidrômetro, anotando o número indicado e a data.
- Calcule seu consumo pela diferença entre duas leituras.
- Calcule seu consumo médio diário dividindo o consumo do período pelo número de dias correspondentes.

### 3º - SUGESTÃO DE TABELA PARA CONTROLE DO SEU CONSUMO

Para facilitar seus cálculos use uma tabela como esta. A primeira data vai corresponder a sua primeira leitura. Só a partir da segunda é que poderá começar a medir o seu consumo.

DATA LEITURA	LEITURA	CONSUMO m³	Nº DIAS PERÍODO	CONSUMO MÉD. DIA
01/01	4.933	---	---	---
11/01	4.940	7	10	0,7 m³
21/01	4.952	12	10	1,2 m³
31/01	4.961	9	10	0,9 m³

Se o seu consumo diário apresentar aumento significativo, sem que tenha havido qualquer anormalidade no seu consumo, verifique com urgência suas instalações internas. Isso é sinal de vazamento. Constatado e consentido o vazamento, faça durante 3 dias, no mesmo horário, a leitura do hidrômetro a fim de se confirmar a normalização do consumo. Procure o escritório da Companhia Águas de Joinville e informe estas leituras.

# SEJA ESPERTO FIQUE DE OLHO



Águas de Joinville  
Companhia de Saneamento Básico  
0800 6420 300

# HIDRÔMETRO

tecnologia segura a seu favor.

## QUE É UM HIDRÔMETRO?

O hidrômetro é um aparelho utilizado para medir e registrar o volume de água fornecido ao imóvel, permitindo ao cliente o melhor controle do seu consumo.



## É IMPORTANTE PROTEGÊ-LO!



O hidrômetro que a Companhia Águas de Joinville instalou em seu imóvel possui modernos padrões tecnológicos, aprovados pelo INMETRO.

Evite que as crianças, animais e pessoas não credenciadas mexam nele. Isso pode causar danos ao aparelho e transtornos a você.

## VOCÊ É RESPONSÁVEL POR ELE!

Cuide bem do hidrômetro. Um hidrômetro bem conservado e com lacre intacto registra com segurança a quantidade de água que você consumiu.

O hidrômetro é de propriedade da Companhia Águas de Joinville, mas a conservação e guarda do aparelho são de sua inteira responsabilidade. Caso ocorra qualquer problema com o hidrômetro do seu imóvel, comunique imediatamente a Companhia Águas de Joinville pelo telefone:

**0800 6420 300.**



## FACILITE O ACESSO AO HIDRÔMETRO.

Facilite o acesso ao hidrômetro, pois todos os meses nosso leiturista passará em seu imóvel para anotar o consumo nele registrado. Caso seu hidrômetro esteja em local inadequado, impedindo o acesso para a realização da leitura, procure orientação nos escritórios da Companhia Águas de Joinville para regularizar essa situação.



# IMPORTANTE

fique alerta e conserte os vazamentos eliminando assim esse inimigo.

Transforme em hábito a leitura periódica do seu hidrômetro, e se encontrar alguma alteração, comunique imediatamente a Companhia Águas de Joinville. Desta forma, você vai poder conferir sua conta, controlar seu consumo e até descobrir vazamentos.

# VAZAMENTOS

saiba como evitá-los.

A Companhia Águas de Joinville recomenda alguns testes fáceis e simples para você ficar sempre atento e descobrir se existe algum vazamento em seu imóvel.

## TESTE DO COPO

VAZAMENTO NO RAMAL INTERNO



Fig. A

Fig. B

- 1º - Feche o registro do cavalete.
- 2º - Abra uma torneira alimentada diretamente pela rede da Companhia Águas de Joinville (torneira de jardim ou tanque).
- 3º - Aguarde até a água parar de correr.
- 4º - Coloque um copo cheio de água na boca da torneira, como mostrado na figura A.
- 5º - Se houver sucção da água do copo pela torneira conforme figura B, é sinal que existe vazamento no ramal interno (após hidrômetro).

## TESTE DO HIDRÔMETRO

VAZAMENTO NO RAMAL INTERNO



- 1º - Mantenha aberto o registro do cavalete.
- 2º - Feche bem todas as torneiras da casa e não utilize os sanitários.
- 3º - Feche completamente as torneiras de bóias das caixas, não permitindo a entrada de água.
- 4º - Marque a posição dos mostradores menores do seu hidrômetro e, após uma hora, no mínimo, verifique se eles se movimentaram.
- 5º - Caso eles tenham se movimentado, é sinal que existe vazamento no ramal interno (após hidrômetro).

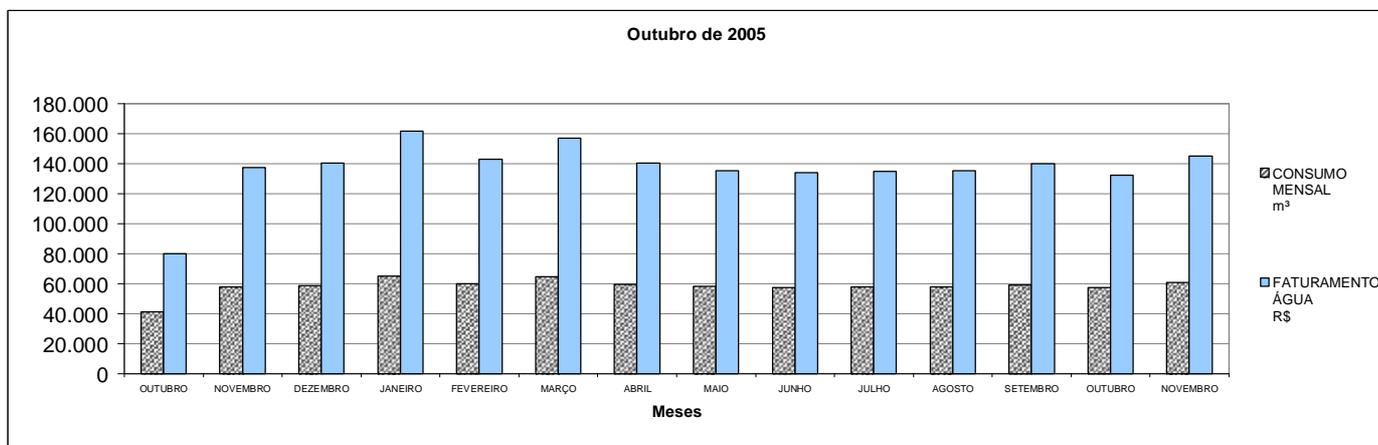
**ANEXO IV**  
**Acompanhamento do Consumo e Faturamento de Água**

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**

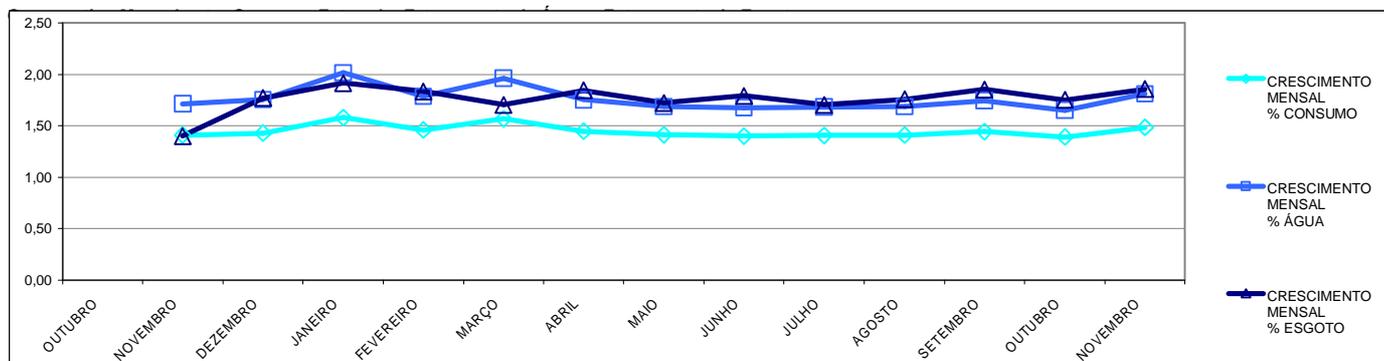
PERÍODO: OUTUBRO DE 2005

QUANTIDADE: 3.617

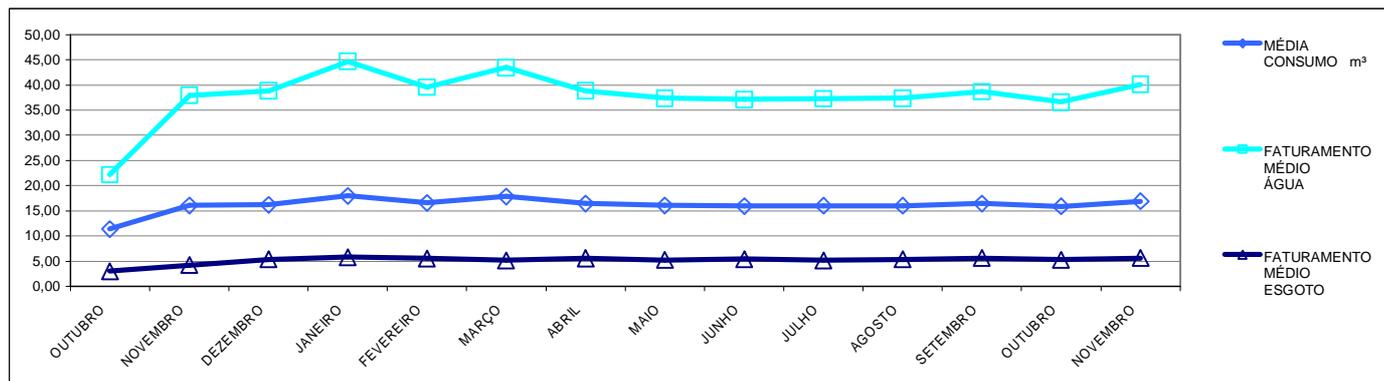
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
OUTUBRO	41.219		11,40	80.154		22,16	10.989		3,04
NOVEMBRO	58.056	1,41	16,05	137.245	1,71	37,94	15.355	1,40	4,25
DEZEMBRO	58.797	1,43	16,26	140.548	1,75	38,86	19.447	1,77	5,38
JANEIRO	65.126	1,58	18,01	161.494	2,01	44,65	21.040	1,91	5,82
FEVEREIRO	60.154	1,46	16,63	142.993	1,78	39,53	20.152	1,83	5,57
MARÇO	64.606	1,57	17,86	157.083	1,96	43,43	18.703	1,70	5,17
ABRIL	59.664	1,45	16,50	140.413	1,75	38,82	20.256	1,84	5,60
MAIO	58.122	1,41	16,07	135.157	1,69	37,37	18.923	1,72	5,23
JUNHO	57.608	1,40	15,93	134.153	1,67	37,09	19.685	1,79	5,44
JULHO	57.960	1,41	16,02	134.791	1,68	37,27	18.742	1,71	5,18
AGOSTO	58.021	1,41	16,04	135.109	1,69	37,35	19.309	1,76	5,34
SETEMBRO	59.486	1,44	16,45	139.820	1,74	38,66	20.385	1,86	5,64
OUTUBRO	57.316	1,39	15,85	132.441	1,65	36,62	19.232	1,75	5,32
NOVEMBRO	61.164	1,48	16,91	145.017	1,81	40,09	20.393	1,86	5,64



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



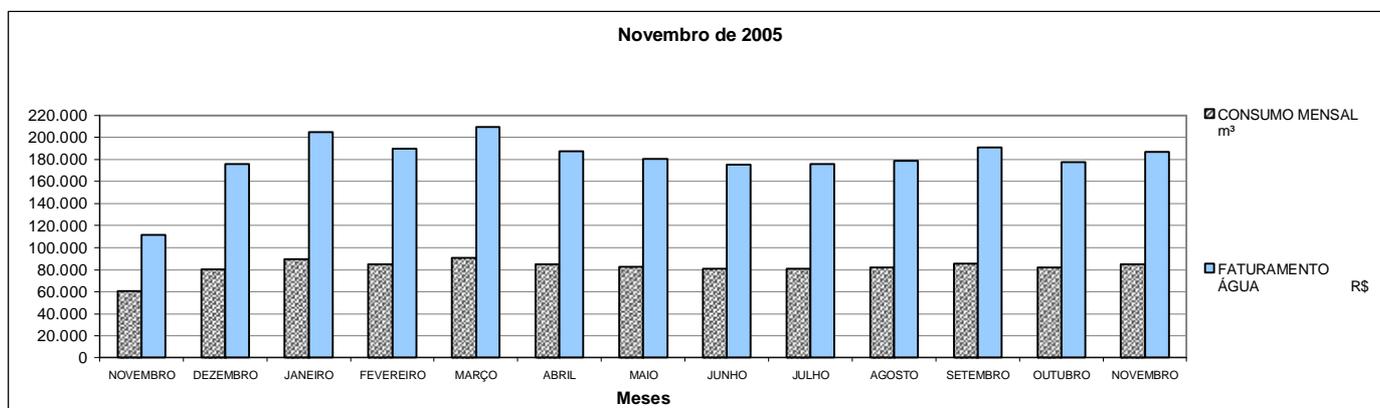
Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



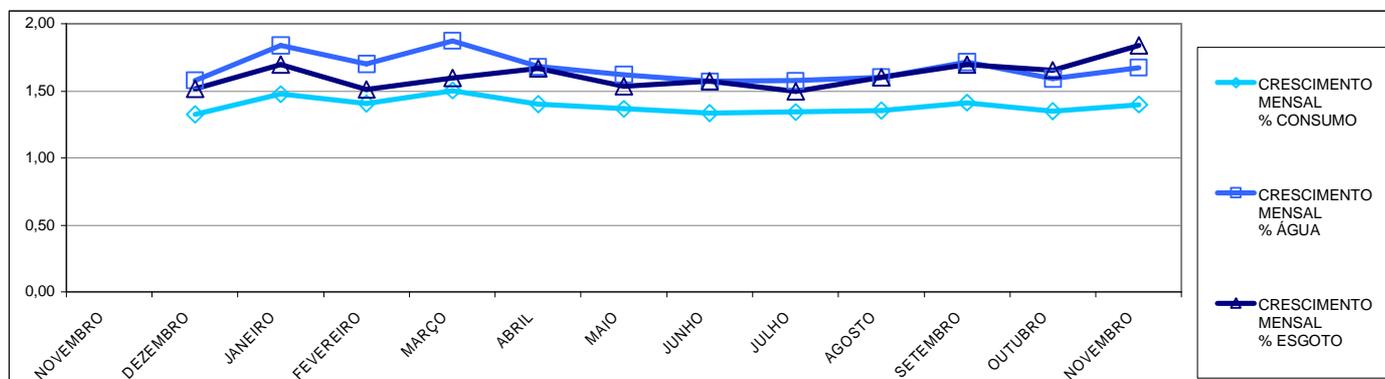
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** NOVEMBRO DE 2005  
**QUANTIDADE:** 5.215

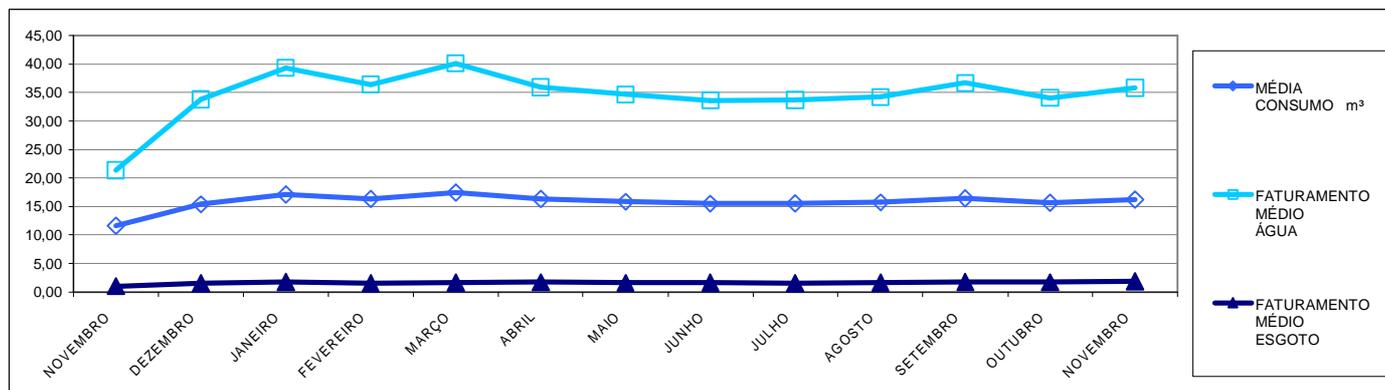
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
NOVEMBRO	60.479		11,60	111.458		21,37	5.365		1,03
DEZEMBRO	80.184	1,33	15,38	176.141	1,58	33,78	8.132	1,52	1,56
JANEIRO	89.296	1,48	17,12	204.950	1,84	39,30	9.101	1,70	1,75
FEVEREIRO	84.990	1,41	16,30	189.793	1,70	36,39	8.099	1,51	1,55
MARÇO	90.966	1,50	17,44	209.129	1,88	40,10	8.565	1,60	1,64
ABRIL	84.870	1,40	16,27	187.344	1,68	35,92	8.961	1,67	1,72
MAIO	82.642	1,37	15,85	180.721	1,62	34,65	8.244	1,54	1,58
JUNHO	80.833	1,34	15,50	175.244	1,57	33,60	8.442	1,57	1,62
JULHO	81.180	1,34	15,57	175.642	1,58	33,68	8.034	1,50	1,54
AGOSTO	82.050	1,36	15,73	178.435	1,60	34,22	8.592	1,60	1,65
SETEMBRO	85.476	1,41	16,39	191.148	1,71	36,65	9.106	1,70	1,75
OUTUBRO	81.704	1,35	15,67	177.591	1,59	34,05	8.886	1,66	1,70
NOVEMBRO	84.603	1,40	16,22	186.690	1,67	35,80	9.873	1,84	1,89



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



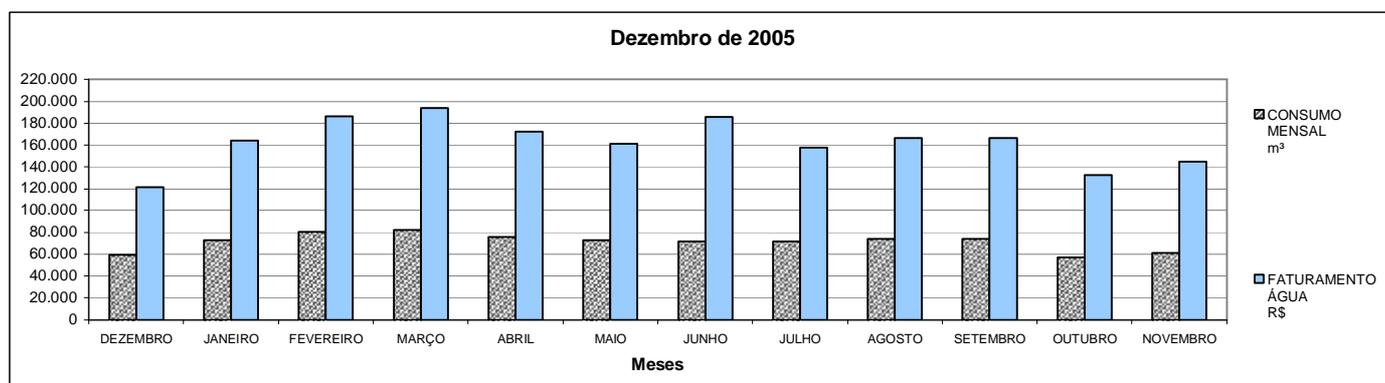
Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



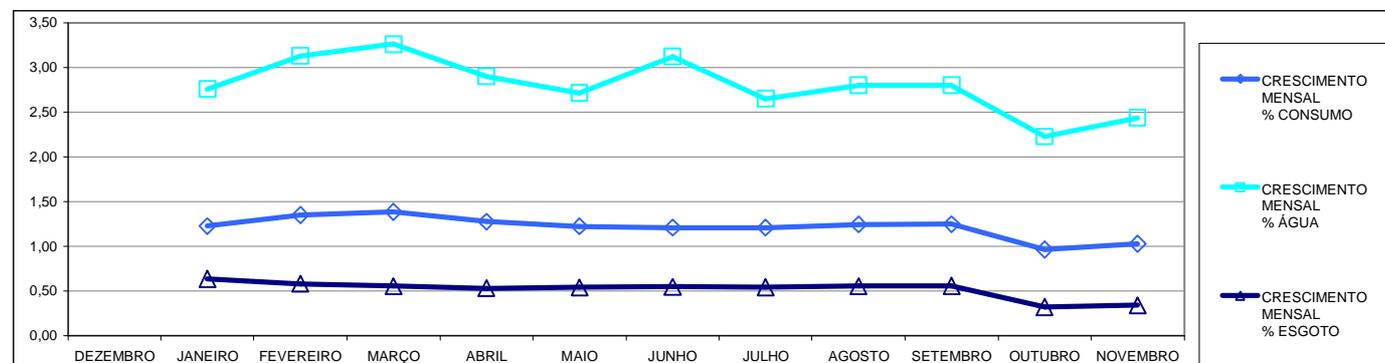
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** DEZEMBRO DE 2005  
**QUANTIDADE:** 3.795

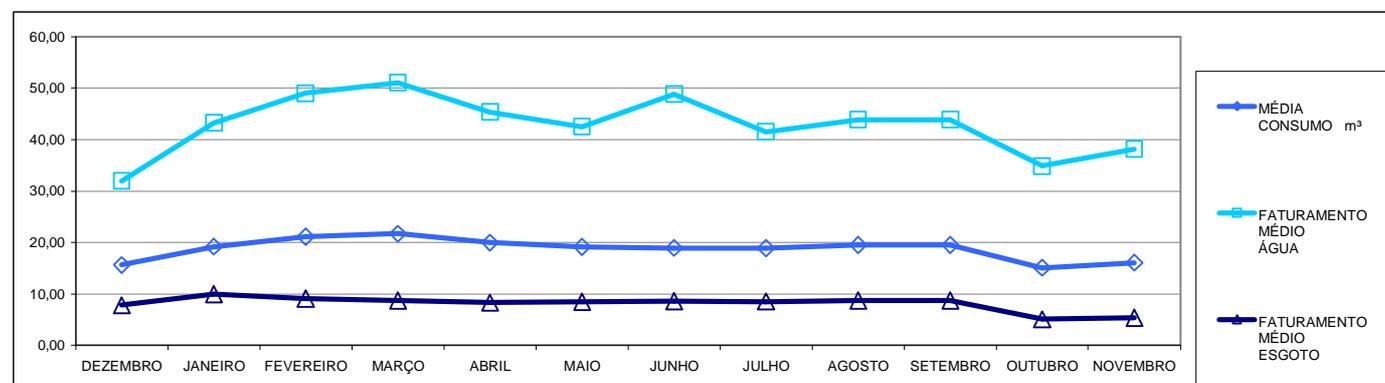
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
DEZEMBRO	59.441		15,66	121.312		31,97	29.680		7,82
JANEIRO	72.937	1,23	19,22	164.031	2,76	43,22	37.770	0,64	9,95
FEVEREIRO	80.297	1,35	21,16	185.965	3,13	49,00	34.511	0,58	9,09
MARÇO	82.371	1,39	21,71	193.852	3,26	51,08	32.988	0,55	8,69
ABRIL	75.913	1,28	20,00	172.299	2,90	45,40	31.551	0,53	8,31
MAIO	72.693	1,22	19,15	161.390	2,72	42,53	32.112	0,54	8,46
JUNHO	71.962	1,21	18,96	185.439	3,12	48,86	32.577	0,55	8,58
JULHO	71.813	1,21	18,92	157.702	2,65	41,56	32.302	0,54	8,51
AGOSTO	74.077	1,25	19,52	166.563	2,80	43,89	33.090	0,56	8,72
SETEMBRO	74.185	1,25	19,55	166.477	2,80	43,87	33.123	0,56	8,73
OUTUBRO	57.316	0,96	15,10	132.441	2,23	34,90	19.232	0,32	5,07
NOVEMBRO	61.164	1,03	16,12	145.017	2,44	38,21	20.393	0,34	5,37



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



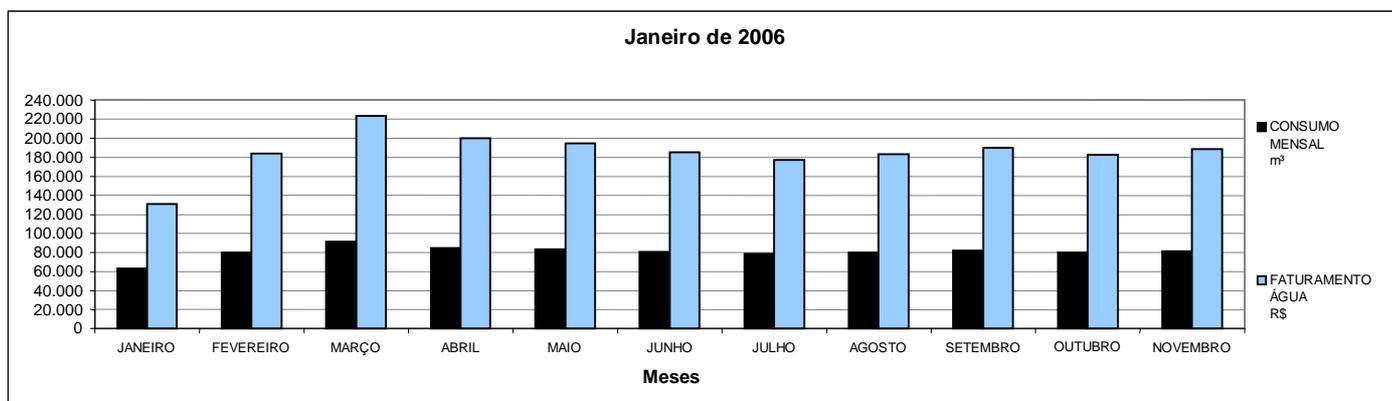
Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



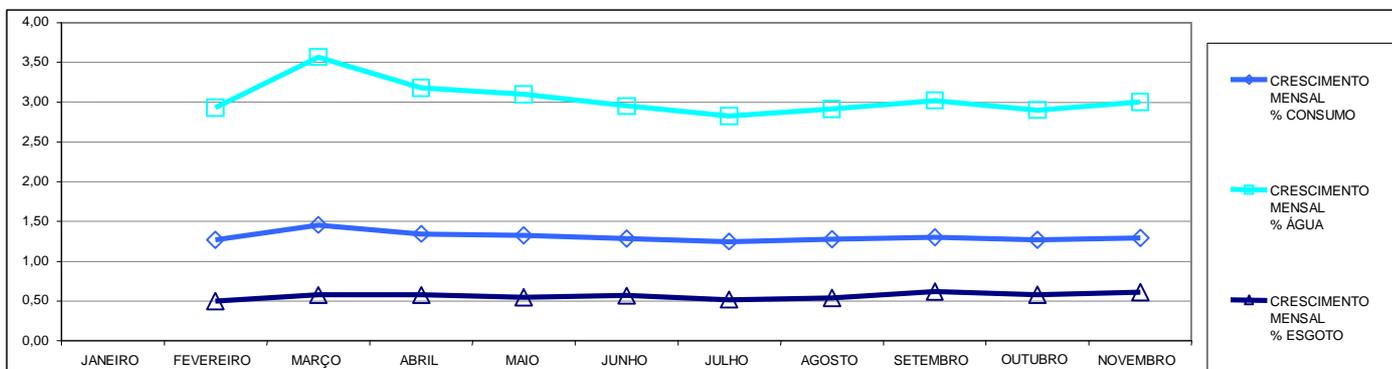
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** JANEIRO DE 2006  
**QUANTIDADE:** 4.341

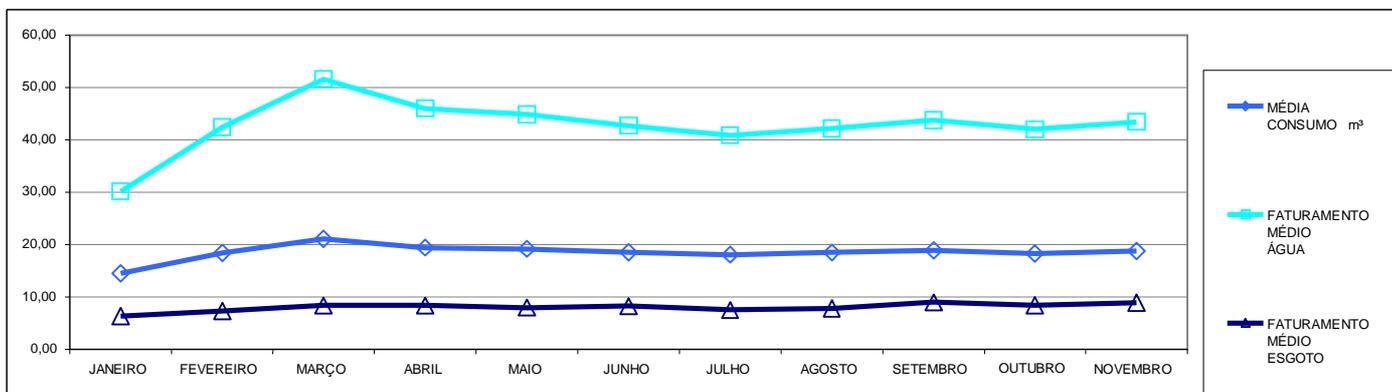
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
JANEIRO	62.859		14,48	130.894		30,15	27.579		6,35
FEVEREIRO	79.686	1,27	18,36	184.015	2,93	42,39	31.464	0,50	7,25
MARÇO	91.554	1,46	21,09	223.970	3,56	51,59	36.175	0,58	8,33
ABRIL	84.425	1,34	19,45	199.775	3,18	46,02	36.188	0,58	8,34
MAIO	83.344	1,33	19,20	194.643	3,10	44,84	34.525	0,55	7,95
JUNHO	80.616	1,28	18,57	185.439	2,95	42,72	35.596	0,57	8,20
JULHO	78.391	1,25	18,06	177.335	2,82	40,85	32.557	0,52	7,50
AGOSTO	80.209	1,28	18,48	183.102	2,91	42,18	33.882	0,54	7,81
SETEMBRO	81.857	1,30	18,86	189.862	3,02	43,74	38.786	0,62	8,93
OUTUBRO	79.607	1,27	18,34	182.353	2,90	42,01	36.389	0,58	8,38
NOVEMBRO	81.414	1,30	18,75	188.586	3,00	43,44	38.576	0,61	8,89



**Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto**



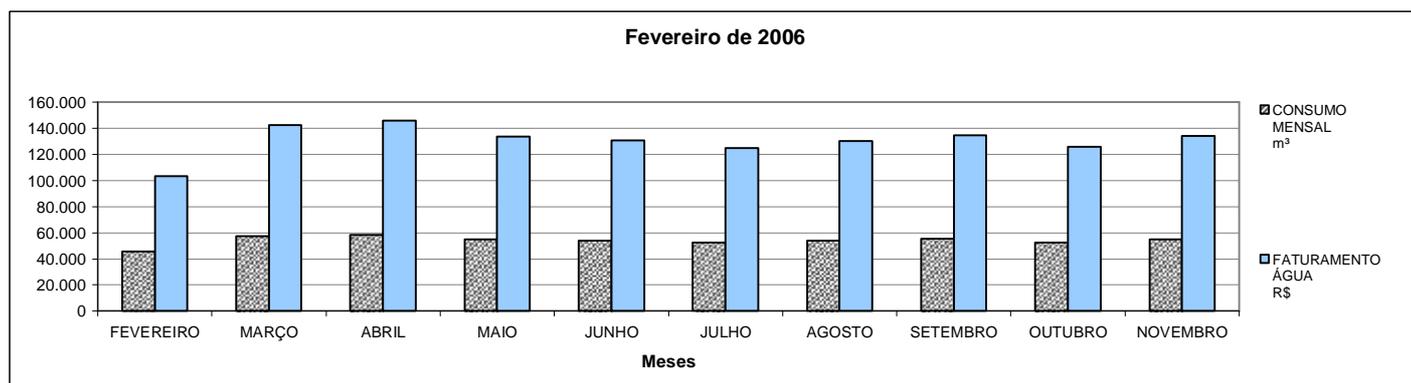
**Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto**



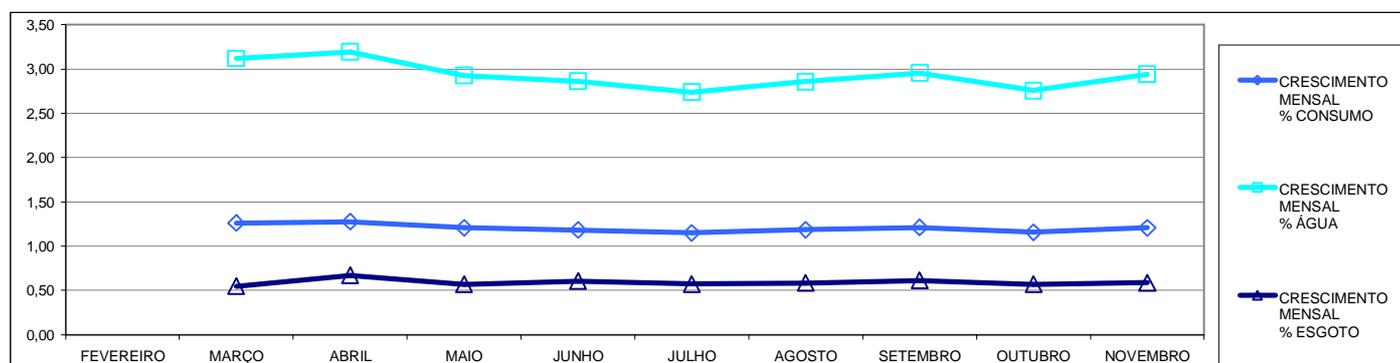
**Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto**

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** FEVEREIRO DE 2006  
**QUANTIDADE:** 2.453

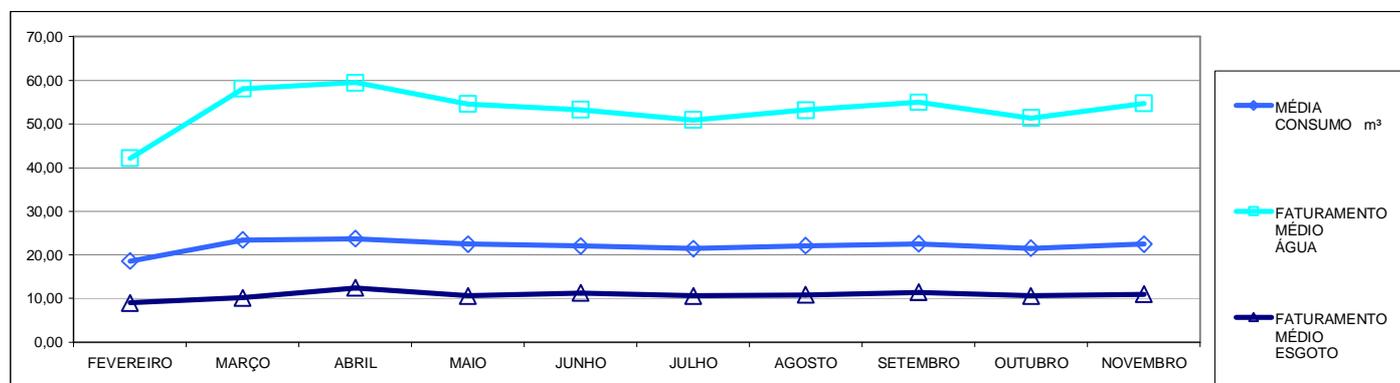
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
FEVEREIRO	45.662		18,61	103.252			22.131		9,02
MARÇO	57.542	1,26	23,46	142.361	3,12	58,04	24.992	0,55	10,19
ABRIL	58.267	1,28	23,75	145.807	3,19	59,44	30.614	0,67	12,48
MAIO	55.171	1,21	22,49	133.761	2,93	54,53	25.972	0,57	10,59
JUNHO	54.038	1,18	22,03	130.684	2,86	53,28	27.593	0,60	11,25
JULHO	52.518	1,15	21,41	125.036	2,74	50,97	26.068	0,57	10,63
AGOSTO	54.172	1,19	22,08	130.435	2,86	53,17	26.703	0,58	10,89
SETEMBRO	55.371	1,21	22,57	134.865	2,95	54,98	28.116	0,62	11,46
OUTUBRO	52.748	1,16	21,50	125.904	2,76	51,33	25.961	0,57	10,58
NOVEMBRO	55.146	1,21	22,48	134.217	2,94	54,72	26.895	0,59	10,96



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



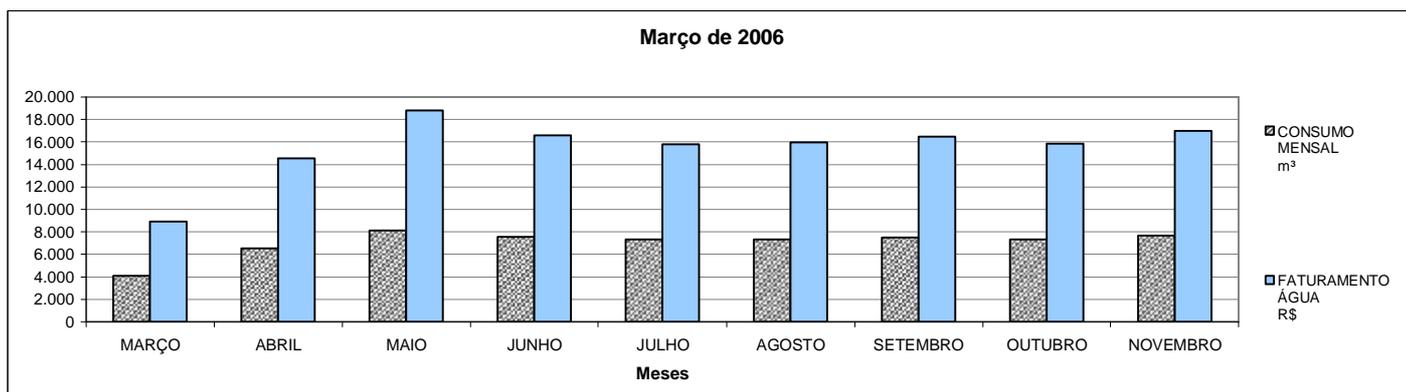
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**

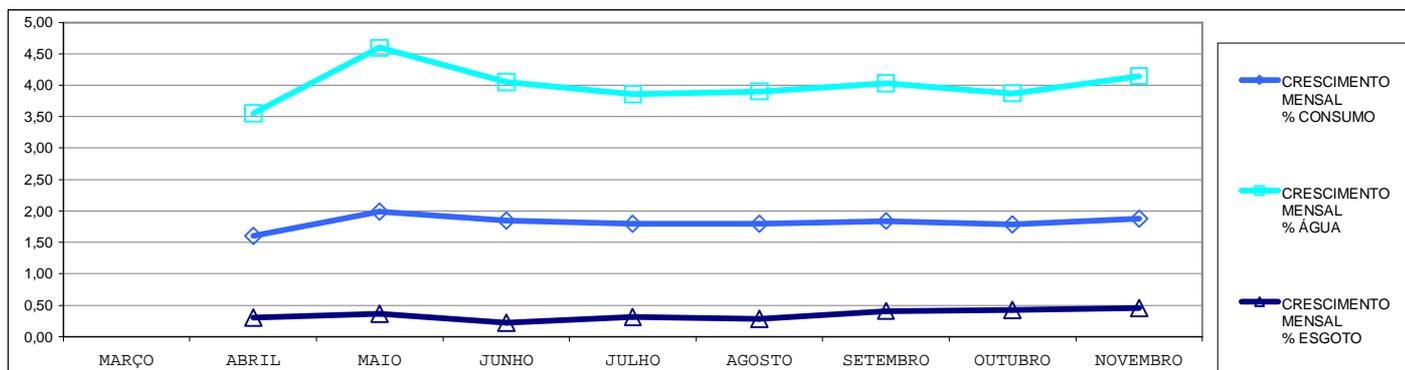
PERÍODO: MARÇO DE 2006

QUANTIDADE: 453

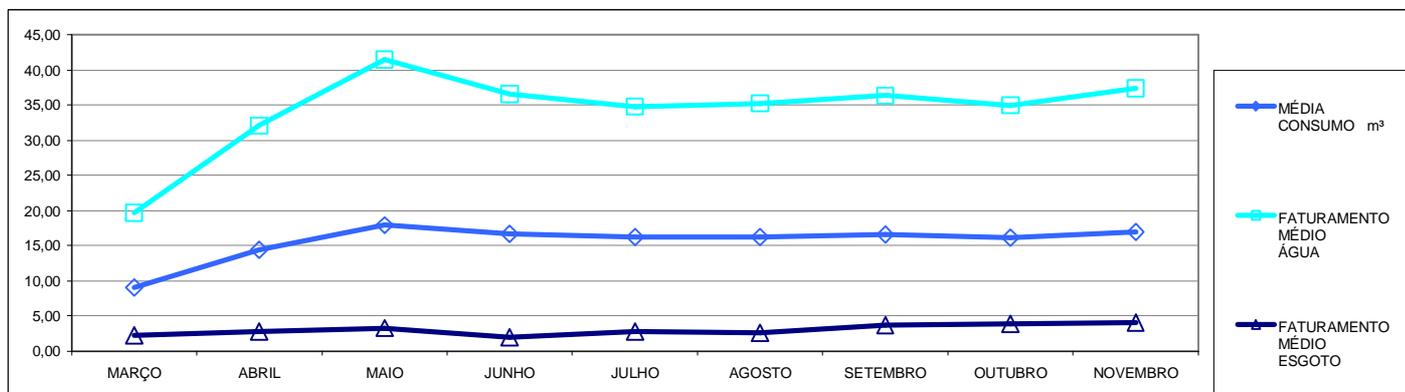
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
MARÇO	4.089		9,03	8.897		19,64	1.012		2,23
ABRIL	6.541	1,60	14,44	14.534	3,55	32,08	1.247	0,30	2,75
MAIO	8.124	1,99	17,93	18.789	4,59	41,48	1.484	0,36	3,28
JUNHO	7.554	1,85	16,68	16.567	4,05	36,57	891	0,22	1,97
JULHO	7.341	1,80	16,21	15.763	3,86	34,80	1.253	0,31	2,77
AGOSTO	7.349	1,80	16,22	15.965	3,90	35,24	1.162	0,28	2,56
SETEMBRO	7.522	1,84	16,60	16.467	4,03	36,35	1.664	0,41	3,67
OUTUBRO	7.303	1,79	16,12	15.838	3,87	34,96	1.742	0,43	3,85
NOVEMBRO	7.672	1,88	16,94	16.956	4,15	37,43	1.857	0,45	4,10



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



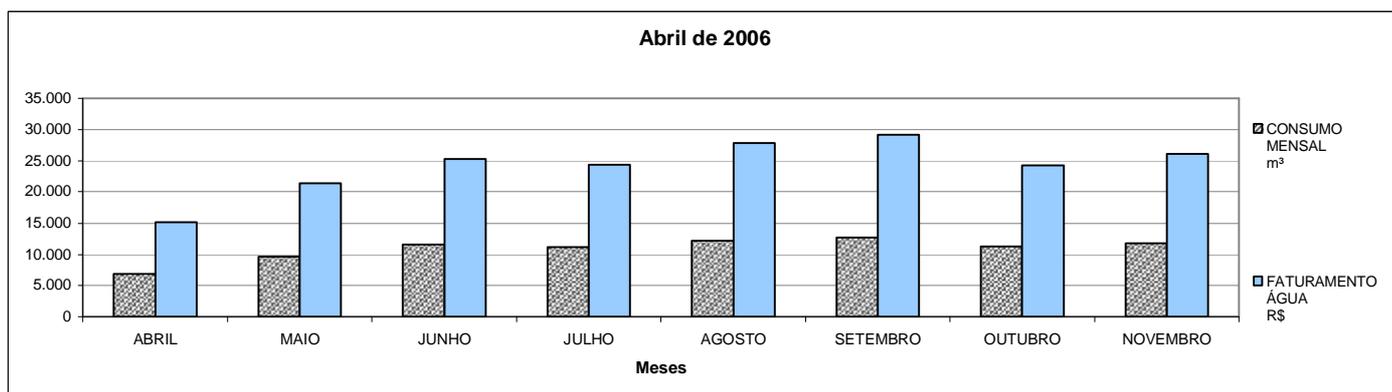
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**

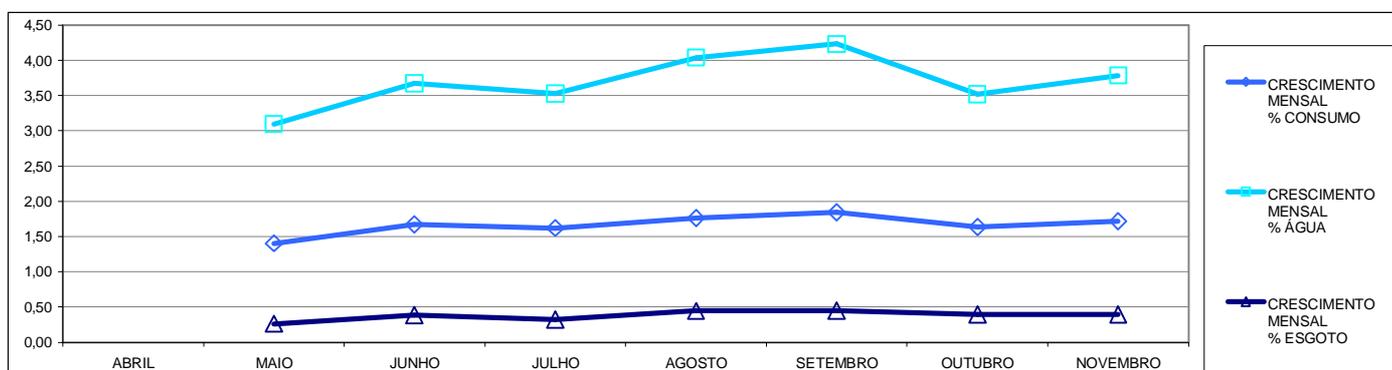
PERÍODO: ABRIL DE 2006

QUANTIDADE: 614

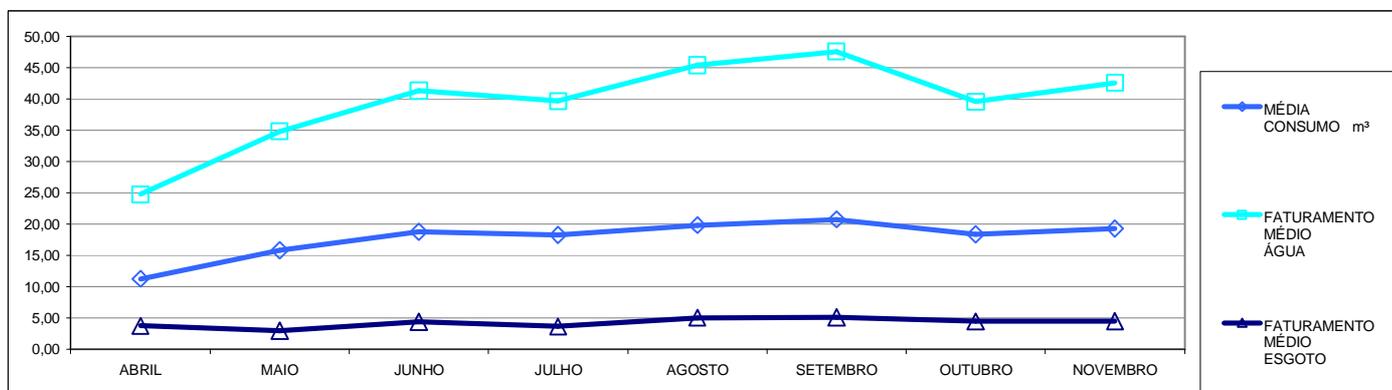
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
ABRIL	6.897		11,23	15.179		24,72	2.284		3,72
MAIO	9.688	1,40	15,78	21.357	3,10	34,78	1.817	0,26	2,96
JUNHO	11.534	1,67	18,79	25.329	3,67	41,25	2.677	0,39	4,36
JULHO	11.187	1,62	18,22	24.315	3,53	39,60	2.227	0,32	3,63
AGOSTO	12.169	1,76	19,82	27.858	4,04	45,37	3.073	0,45	5,00
SETEMBRO	12.724	1,84	20,72	29.186	4,23	47,53	3.097	0,45	5,04
OUTUBRO	11.284	1,64	18,38	24.261	3,52	39,51	2.714	0,39	4,42
NOVEMBRO	11.827	1,71	19,26	26.113	3,79	42,53	2.747	0,40	4,47



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



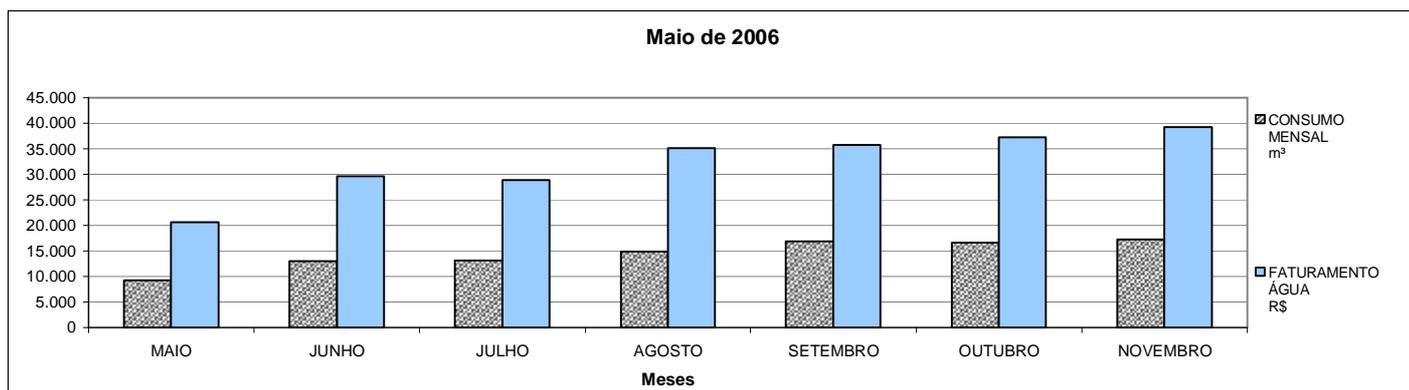
Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



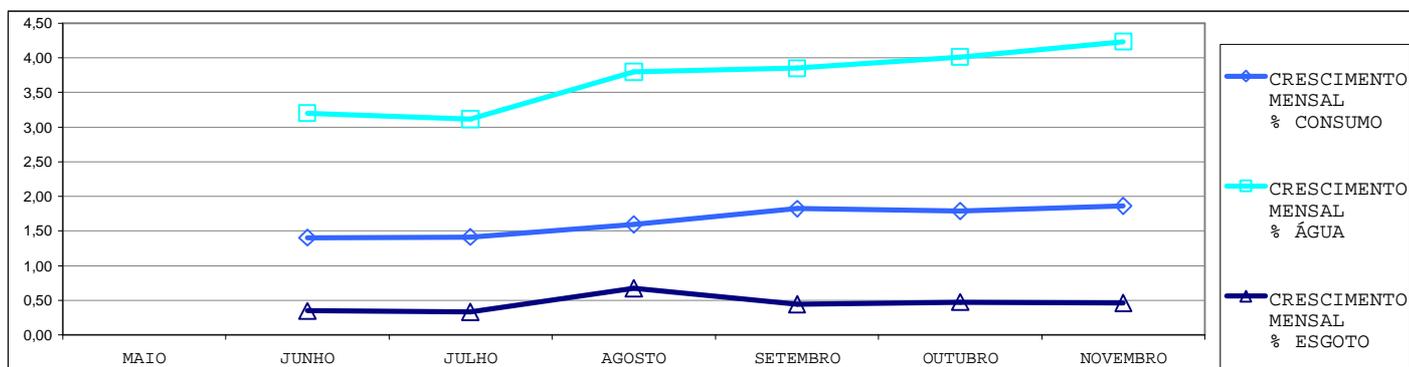
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** MAIO DE 2006  
**QUANTIDADE:** 941

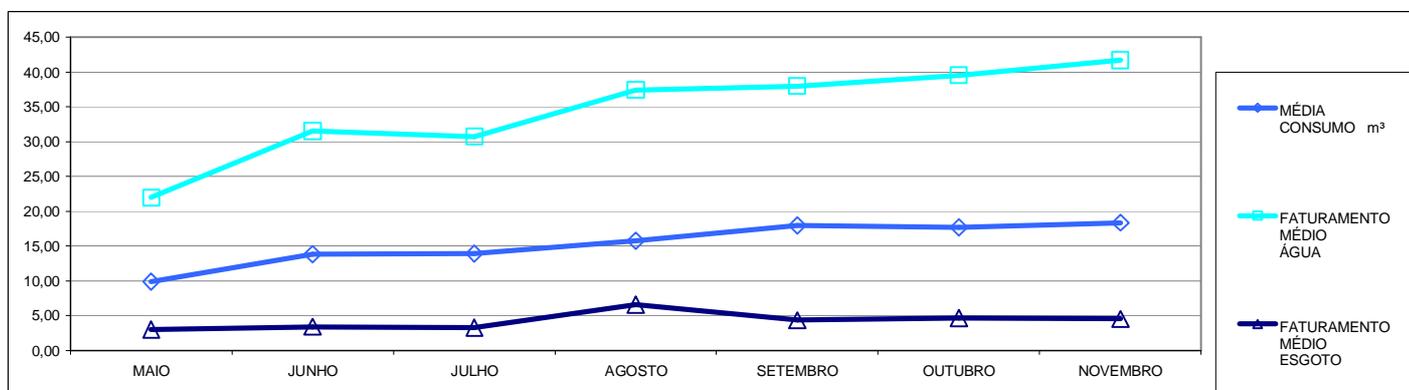
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
MAIO	9.263		9,84	20.638		21,93	2.809		2,98
JUNHO	13.015	1,41	13,83	29.641	3,20	31,50	3.211	0,35	3,41
JULHO	13.108	1,42	13,93	28.878	3,12	30,69	3.045	0,33	3,24
AGOSTO	14.798	1,60	15,73	35.180	3,80	37,39	6.209	0,67	6,60
SETEMBRO	16.884	1,82	17,94	35.696	3,85	37,93	4.063	0,44	4,32
OUTUBRO	16.596	1,79	17,64	37.191	4,01	39,52	4.385	0,47	4,66
NOVEMBRO	17.261	1,86	18,34	39.237	4,24	41,70	4.249	0,46	4,52



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



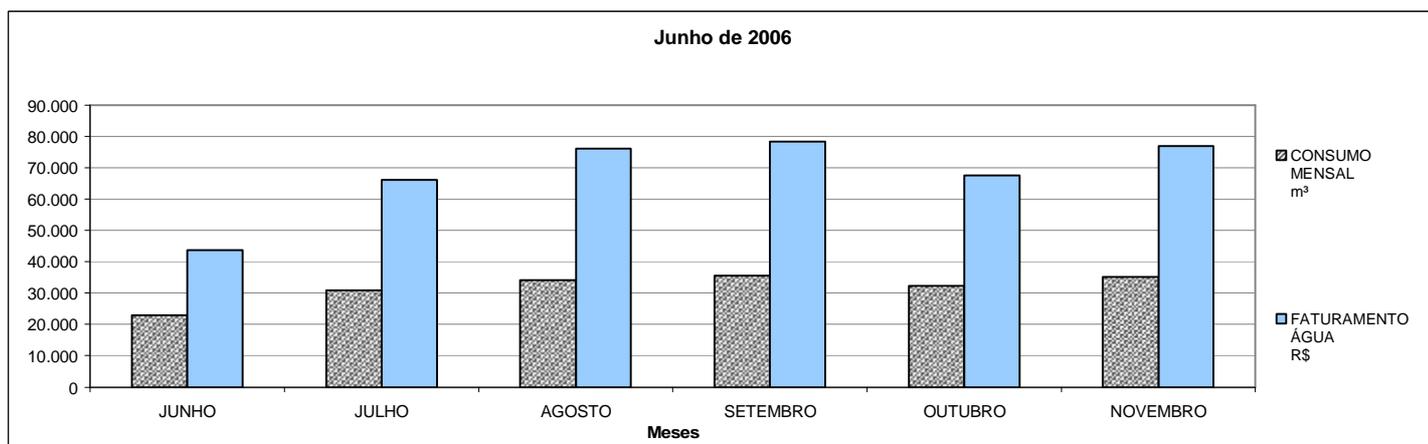
Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



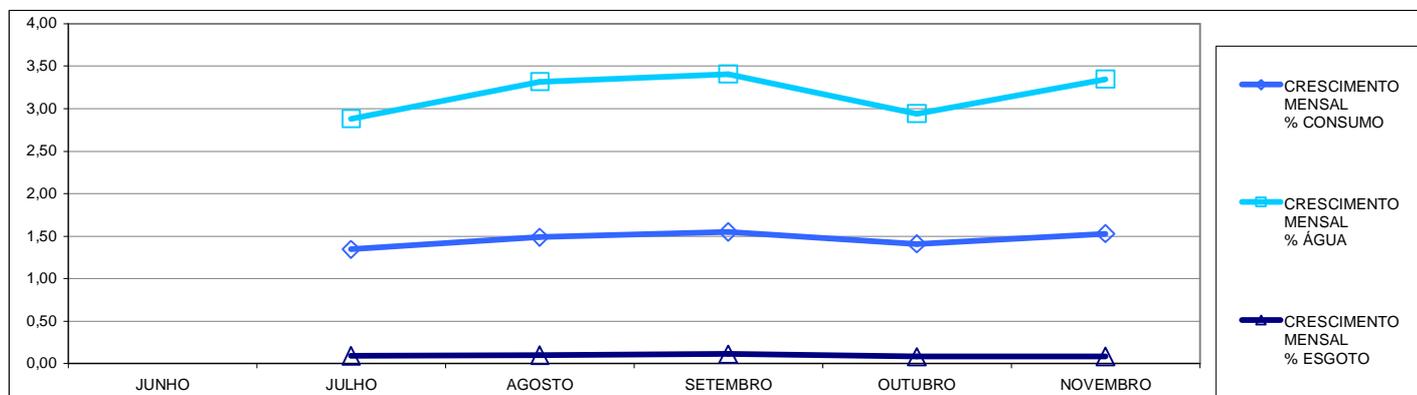
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** JUNHO DE 2006  
**QUANTIDADE:** 2.269

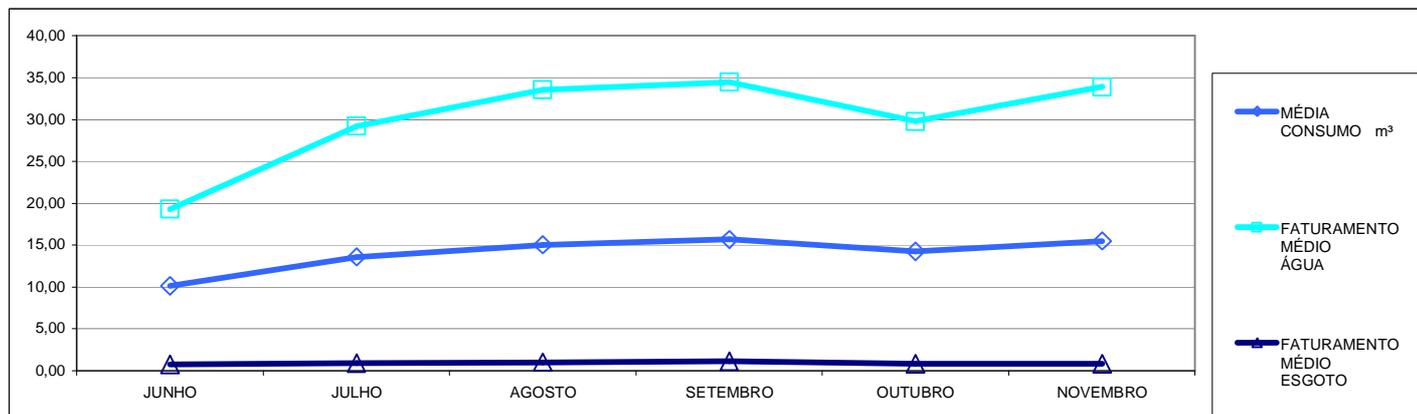
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO O ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO O MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO O ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO O MÉDIO ESGOTO
JUNHO	22.962		10,12	43.768		19,29	1.744		0,77
JULHO	30.856	1,34	13,60	66.201	2,88	29,18	2.088	0,09	0,92
AGOSTO	34.157	1,49	15,05	76.130	3,32	33,55	2.320	0,10	1,02
SETEMBRO	35.582	1,55	15,68	78.202	3,41	34,47	2.529	0,11	1,11
OUTUBRO	32.310	1,41	14,24	67.534	2,94	29,76	1.882	0,08	0,83
NOVEMBRO	35.123	1,53	15,48	76.921	3,35	33,90	1.926	0,08	0,85



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



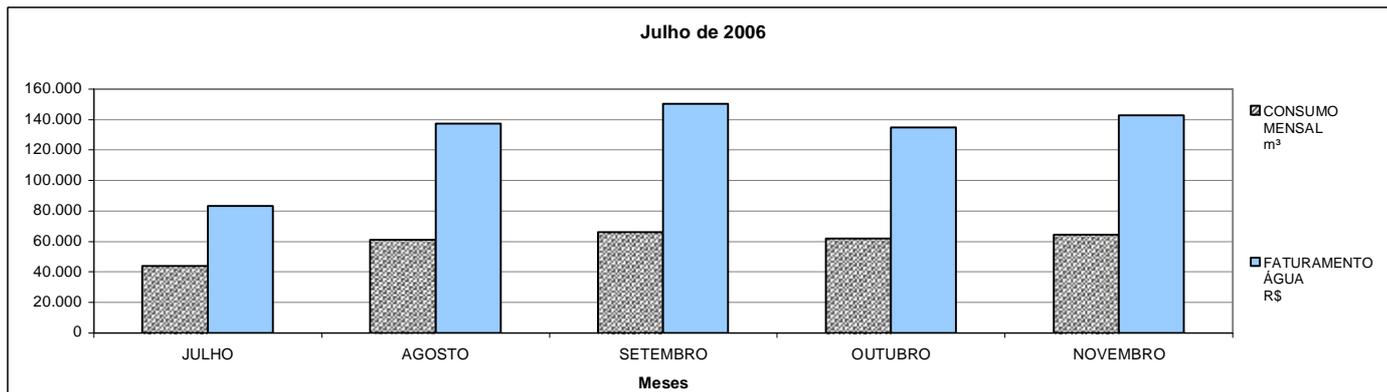
Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



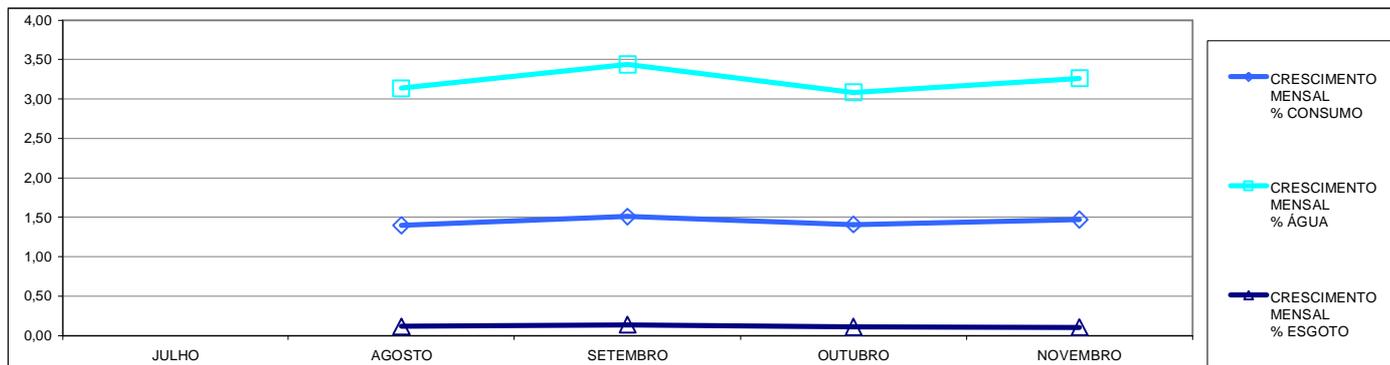
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** JULHO DE 2006  
**QUANTIDADE:** 3.972

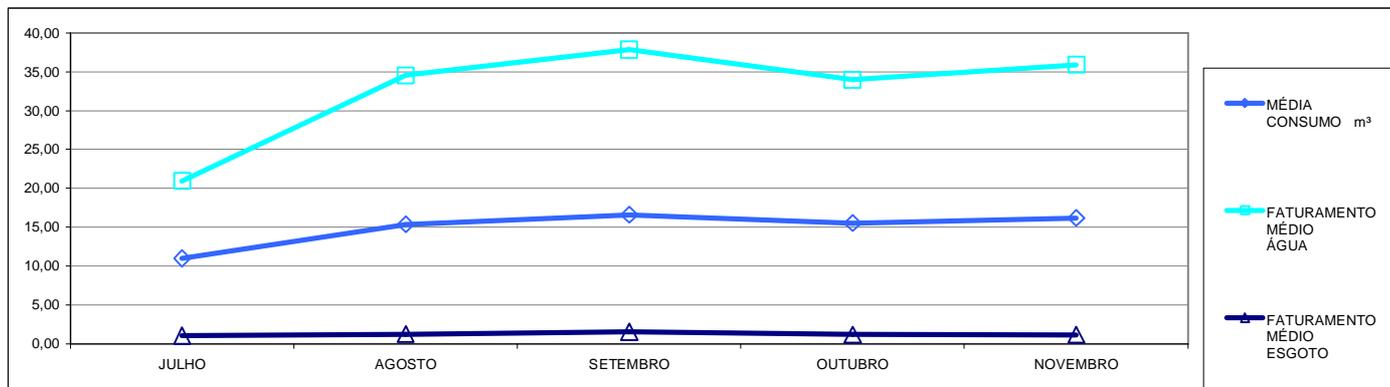
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
JULHO	43.708		11,00	83.238		20,96	4.214		1,06
AGOSTO	61.131	1,40	15,39	137.159	3,14	34,53	5.042	0,12	1,27
SETEMBRO	65.973	1,51	16,61	150.275	3,44	37,83	6.105	0,14	1,54
OUTUBRO	61.703	1,41	15,53	134.872	3,09	33,96	4.847	0,11	1,22
NOVEMBRO	64.326	1,47	16,19	142.643	3,26	35,91	4.661	0,11	1,17



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



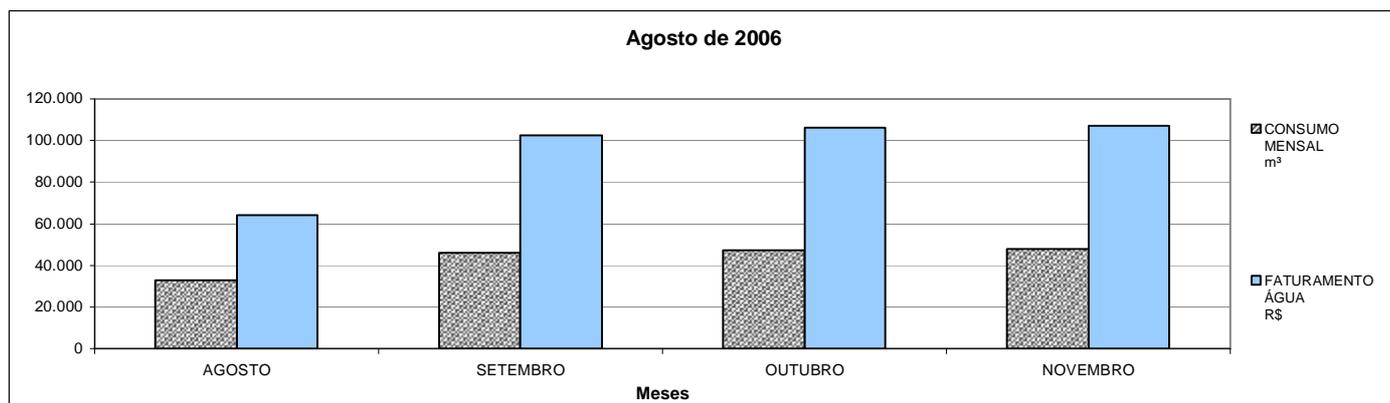
Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



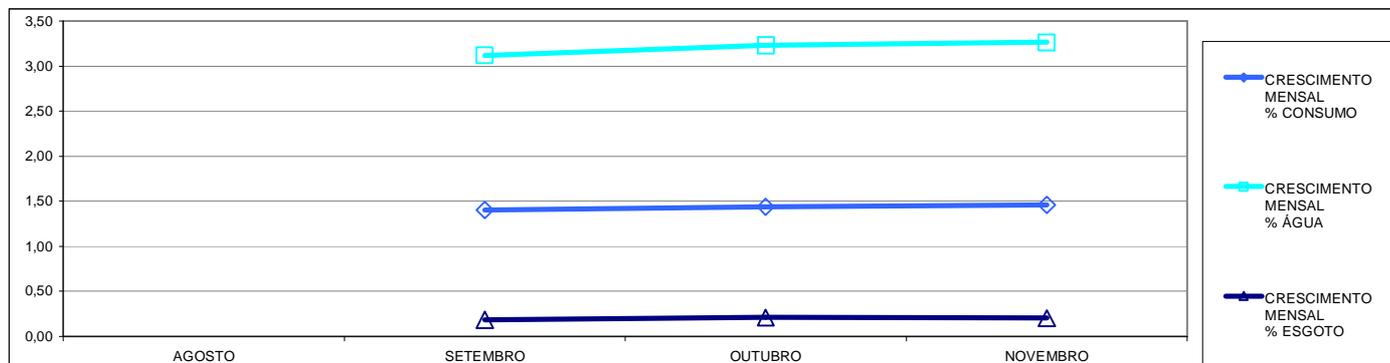
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** AGOSTO DE 2006  
**QUANTIDADE:** 2.936

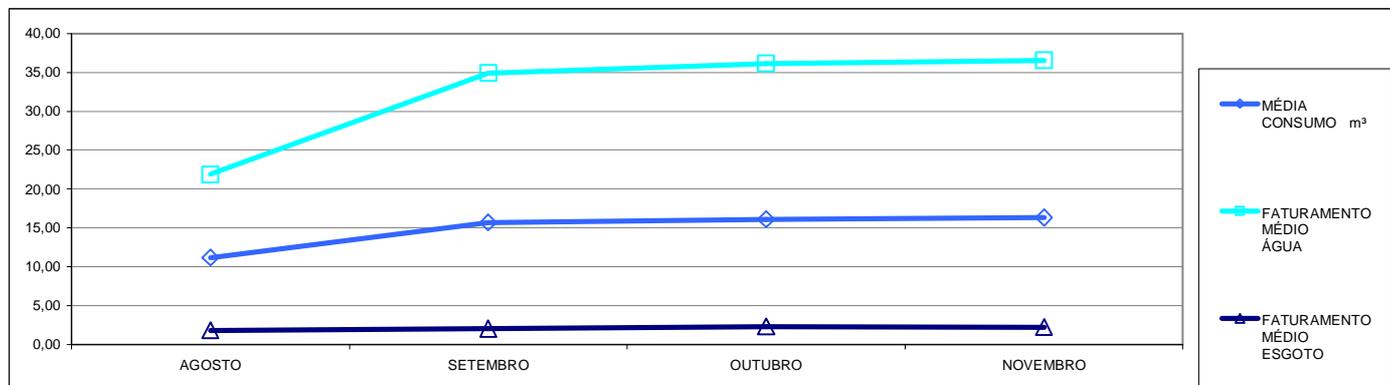
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
AGOSTO	32.862		11,19	64.281		21,89	5.395		1,84
SETEMBRO	46.112	1,40	15,71	102.537	3,12	34,92	6.037	0,18	2,06
OUTUBRO	47.316	1,44	16,12	106.116	3,23	36,14	6.847	0,21	2,33
NOVEMBRO	47.954	1,46	16,33	107.234	3,26	36,52	6.625	0,20	2,26



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



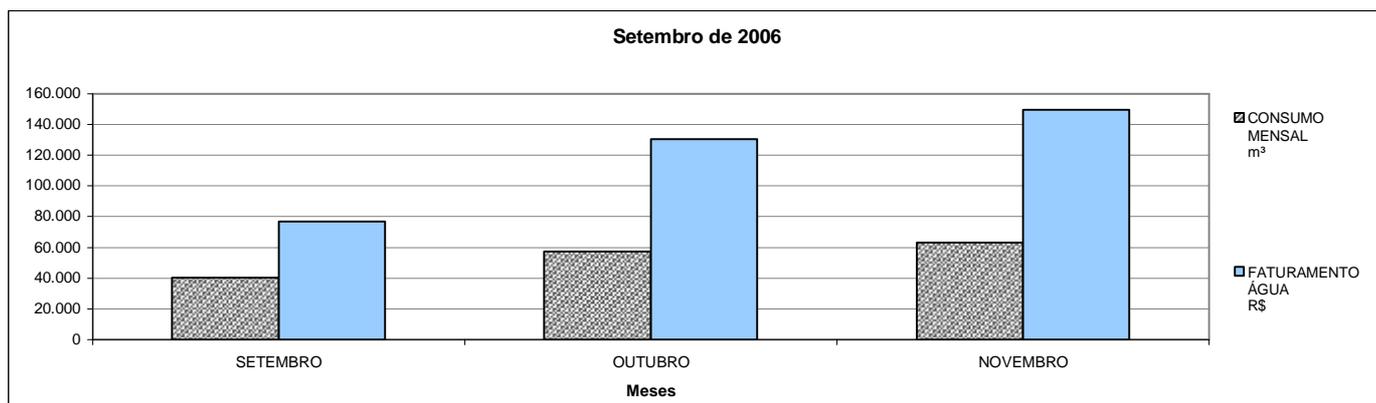
Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



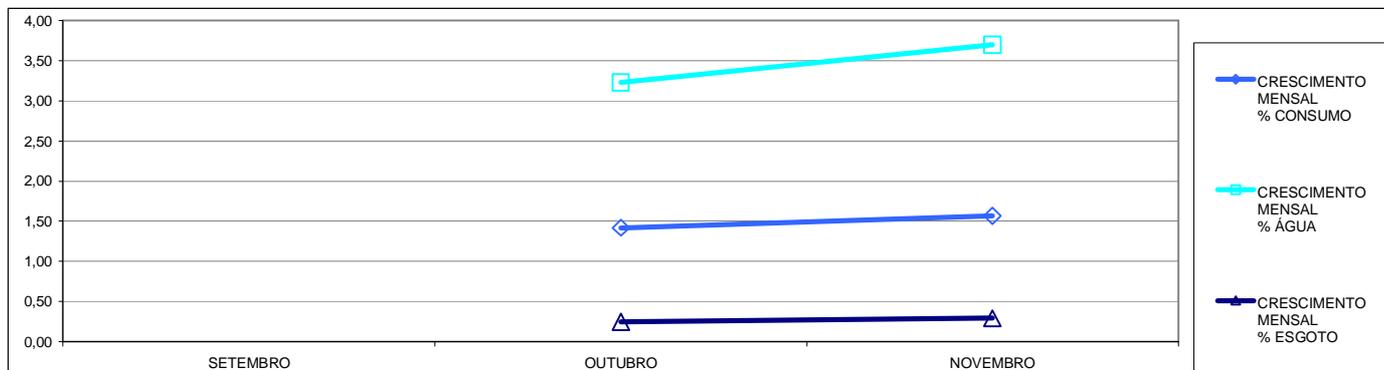
Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto

**ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS**  
**PERÍODO:** SETEMBRO DE 2006  
**QUANTIDADE:** 3.675

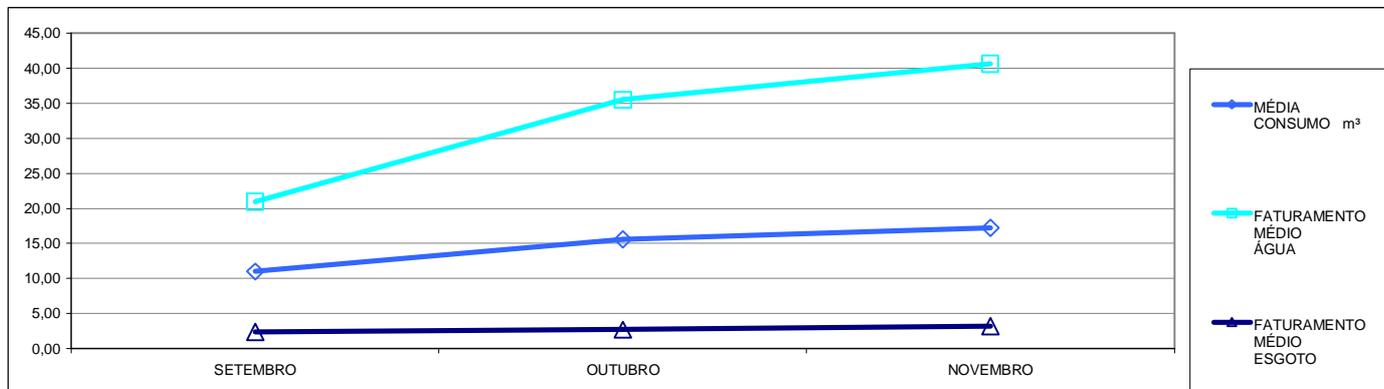
MÊS	CONSUMO MENSAL m³	CRESCIMENTO MENSAL % CONSUMO	MÉDIA CONSUMO m³	FATURAMENTO ÁGUA R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ÁGUA	FATURAMENTO MÉDIO ÁGUA	FATURAMENTO ESGOTO R\$	CRESCIMENTO MENSAL % ESGOTO	FATURAMENTO MÉDIO ESGOTO
SETEMBRO	40.386		10,99	77.038		20,96	8.688		2,36
OUTUBRO	57.274	1,42	15,58	130.425	3,23	35,49	9.915	0,25	2,70
NOVEMBRO	63.277	1,57	17,22	149.352	3,70	40,64	11.661	0,29	3,17



Comparativo Mensal entre Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



Comparativo do Crescimento Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto



Comparativo da Média Mensal do Consumo Faturado, Faturamento de Água e Faturamento de Esgoto