



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL**  
**CAMPUS DO SERTÃO**  
**EIXO DA TECNOLOGIA**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**YURI DANTAS BARBOSA**

**ANÁLISE DO ÍNDICE DE PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE**  
**ÁGUA NA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA - AL**

**DELMIRO GOUVEIA - AL**

**2017**



**YURI DANTAS BARBOSA**

**ANÁLISE DO ÍNDICE DE PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE  
ÁGUA NA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA - AL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Eixo das tecnologias da Universidade Federal de Alagoas, Campus do Sertão, como parte da avaliação final para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto.

**DELMIRO GOUVEIA - AL**

**2017**

B238a    Barbosa, Yuri Dantas

Análise do índice de perdas no sistema de abastecimento de água na cidade de Delmiro Gouveia – AL / Yuri Dantas  
Barbosa. - 2017.

77f.: il.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto.

1. Balanço Hídrico. 2. Controle de Perdas.

CDU 551

**Folha de Aprovação**

YURI DANTAS BARBOSA

**ANÁLISE DO ÍNDICE DE PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE  
ÁGUA NA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA - AL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao corpo docente do Curso de  
Engenharia Civil da Universidade Federal  
de Alagoas – Campus Sertão e aprovado  
em 29 de novembro de 2017.

*Antonio Netto*

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto – UFAL Campus Sertão (Orientador)

**Banca Examinadora:**

*Lucas da Silva Teixeira*

---

Eng. Lucas da Silva Teixeira – (Examinador Externo)

*José Raniery Rodrigues Cirne*

---

Prof<sup>o</sup>. Me. José Raniery Rodrigues Cirne – (Examinador Interno)

*Antonio Netto*

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto – (Orientador)

A minha família, em especial aos meus pais Ivan Soares e Cacilda Vieira que sempre proporcionaram o melhor para mim, com todo amor e gratidão, por tudo que fizeram ao longo de minha vida.

Ao meu avô Manoel Vieira (*in memoriam*)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar saúde e forças para todas as conquistas.

A meus pais Ivan Soares Barbosa e Cacilda Vieira Dantas Barbosa, pelo apoio presente em toda minha formação acadêmica. Mãe você que sempre foi o meu suporte e motivo de todo meu esforço, agradeço grandemente por tudo que me proporcionou.

Ao meu irmão Ítalo Dantas que acompanhou toda minha fase acadêmica com conselhos e apoio nas situações que precisei.

A minha namorada Jussimare Cipriana pelo companheirismo durante minha graduação, sempre ao meu lado com conselhos e incentivos.

Ao meu amigo de curso Hélio dos Santos pelo companheirismo e amizade desde o primeiro dia de aula e pelos inúmeros momentos de estudos e descontrações proporcionados.

Aos meus amigos Caio Manoel, Franklin Gama e Teotônio Miguel companheiros acadêmicos.

Ao meu orientador professor Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto por toda sua dedicação, sempre atencioso e prestativo diante das solicitações e dúvidas.

A todo corpo docente da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão que fez parte da minha graduação.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação e para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O controle das perdas constitui-se em umas das ações mais importantes na eficiência operacional e na gestão financeira de uma companhia de saneamento. Em Delmiro Gouveia a empresa responsável pelo abastecimento é a Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), que apresentam perdas como qualquer outra empresa prestadora do serviço de saneamento. As grandes dificuldades impostas a esse sistema é a falta de estrutura em termos de recursos técnicos de monitoramento e instrumentos de medição para controle operacional. Diante da ausência dessas ferramentas adequadas para avaliação das perdas de água foi apurado através do indicador de perdas: Índice de Perdas Percentual que é o mais utilizado e possui fácil compreensão, além de relacionar o volume total perdido (Perdas Reais e Aparentes). Este trabalho apresenta uma avaliação de dados relativos ao sistema de abastecimento indicado, com intuito de avaliar os índices de perdas existentes entre os anos de 2011 até agosto de 2017, que por meio dos resultados apresentado pelo indicador, constataram-se grandes perdas de água não faturada no sistema com variações de 643 mil a 2,18 milhões de m<sup>3</sup>. Perante isso, foram realizados gráficos meramente interpretativos e matrizes de balanço hídrico que apresenta de forma geral os resultados, sendo assim, sugerido alternativas para combate e redução das perdas existentes no sistema o qual é notório a necessidade da implantação de um programa de controle as perdas.

Palavras-chave: perdas reais e aparentes, controle operacional, controle de perdas, balanço hídrico.

## **ABSTRACT**

The loss control is one of the most important actions to reach operational efficiency and the financial management of a sanitation company. In Delmiro Gouveia, the company responsible for the water supply is the Sanitation Company of Alagoas, that it shows losses as some other water and sanitation company. The great difficulties imposed to this system are the missing of infrastructure in terms of technical monitoring resources and measuring instruments for operational control. Faced with the absence of these tools of losing water, that work had analyzed through of loss indicators: percentage loss index that is the most use and it has easy comprehension; it also relates the total volume lost (real and apparent losses). That work shows an analysis of the water losses index, for the period between 2011 until August of 2017, through the database related to the water supply system and water losses indicator, there were large losses of unbilled water in the system with variations from 643 thousand to 2.18 million m<sup>3</sup>. The analysis results were represented by interpretative graphics and water balance matrix. In faced of this, considering the necessity of a loss control program implementation, alternatives for the mitigation of water losses are suggested in order to increase the system efficiency.

Keywords: real and apparent losses; operational control, loss control, water balance.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição percentual de água doce disponível na Terra. ....	17
Figura 2 - Esquemática de sistema de abastecimento de água.....	20
Figura 3 - Índice de perdas por faturamento da região do Brasil. ....	22
Figura 4 - Representação do índice de perdas na distribuição de água na região do Brasil.....	23
Figura 5 - Balanço hídrico.....	25
Figura 6 - Tipos de vazamentos e ações de combate a perdas reais.....	30
Figura 7 - Tipos de perdas aparentes e ações de combate.....	34
Figura 8 - Mapa de localização de Delmiro Gouveia AL.....	40
Figura 9 - Planta Esquemática de Delmiro Gouveia – AL.....	42
Figura 10 - Adutoras de abastecimento dos setores.....	43
Figura 11 - Ramais sem hidrometração.....	66
Figura 12 - Válvula redutora de pressão.....	67
Figura 13 - Exemplo de perdas inerentes no sistema estudado.....	67
Figura 14 - Perdas por extravasamento de reservatório.....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perdas reais anuais.....	27
Tabela 2 - Duração e taxas de vazamentos visíveis.....	27
Tabela 3 - Informações básicas de vazamentos não-visíveis. ....	27
Tabela 4 - Caracterização geral das perdas. ....	29
Tabela 5 - Perdas financeiras na região nordeste em 2015.....	33
Tabela 6 - Índice percentuais de perdas.....	35
Tabela 7 - Indicadores de perdas da ZBI.....	37
Tabela 8 - Indicadores de perdas. ....	37
Tabela 9 - Componentes de vazão mínima noturna. ....	38
Tabela 10 - Resumo de ligações e economias. ....	41
Tabela 11 - Volumes, perdas e consumo 2011.....	45
Tabela 12 - Matriz de balanço hídrico 2011.....	47
Tabela 13 - Volumes, perdas e consumo 2012.....	48
Tabela 14 - Matriz de balanço hídrico 2012.....	49
Tabela 15 - Volumes, perdas e consumo 2013.....	50
Tabela 16 - Matriz de balanço hídrico 2013.....	52
Tabela 17 - Volumes, perdas e consumo 2014.....	53
Tabela 18 - Matriz de balanço hídrico 2014.....	54
Tabela 19 - Volumes, perdas e consumo 2015.....	55
Tabela 20 - Matriz de balanço hídrico 2015.....	57
Tabela 21 - Volumes, perdas e consumo 2016.....	58
Tabela 22 - Matriz de balanço hídrico 2016.....	59
Tabela 23 - Volumes, perdas e consumo 2017.....	60
Tabela 24 - Matriz de balanço hídrico 2017.....	62
Tabela 25 - Balanço hídrico geral.....	64

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índice de macromedicação. ....	31
Gráfico 2 - Índice de hidromedicação. ....	32
Gráfico 3 - Perdas financeiras na região nordeste em 2015. ....	33
Gráfico 4 - Perdas de água mensal 2011. ....	46
Gráfico 5 - Consumo médio efetivo per capita 2011. ....	46
Gráfico 6 - Valores anuais 2011. ....	47
Gráfico 7 - Perdas de água mensal 2012. ....	48
Gráfico 8 - Consumo médio efetivo per capita 2012. ....	49
Gráfico 9 - Valores anuais 2012. ....	50
Gráfico 10 - Perdas de água mensal 2013. ....	51
Gráfico 11 - Consumo médio efetivo per capita 2013. ....	51
Gráfico 12 - Valores anuais 2013. ....	52
Gráfico 13 - Perdas de água mensal 2014. ....	53
Gráfico 14 - Consumo médio efetivo per capita 2014. ....	54
Gráfico 15 - Valores anuais 2014. ....	55
Gráfico 16 - Perdas de água mensal 2015. ....	56
Gráfico 17 - Consumo médio efetivo per capita 2015. ....	56
Gráfico 18 - Valores anuais 2015. ....	57
Gráfico 19 - Perdas de água mensal 2016. ....	58
Gráfico 20 - Consumo médio efetivo per capita 2016. ....	59
Gráfico 21 - Valores anuais 2016. ....	60
Gráfico 22 - Perdas de água mensal 2017. ....	61
Gráfico 23 - Consumo médio efetivo per capita 2017. ....	61
Gráfico 24 - Valores anuais 2017. ....	62
Gráfico 25 - Balanço geral contabilizado. ....	65

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo Geral.....	15
2.2. Objetivos Específicos .....	15
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
3.1. Água.....	16
3.2. Sistema de Abastecimento de Água.....	17
3.2.1. Partes de um Sistema de Abastecimento de Água .....	18
3.3. Perdas de Água no Sistema de Abastecimento .....	21
3.3.1. Perdas de água no Brasil .....	21
3.3.2. Perdas de água em Alagoas .....	23
3.4. Balanço Hídrico .....	24
3.5. Caracterização de Perdas .....	26
3.5.1. Tipos de Perdas no Abastecimento .....	29
3.5.2. Gestão Comercial .....	33
3.5.3. Indicadores de Perdas.....	35
3.5.4. Método das Vazões Mínimas Noturnas .....	38
4. METODOLOGIA.....	39
4.1. Área de Estudo.....	40
4.2. Quantitativo de Ligações .....	41
4.3. Características do Sistema .....	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
5.1. Diagnóstico de 2011 .....	45
5.2. Diagnóstico de 2012 .....	48
5.3. Diagnóstico de 2013 .....	50
5.4. Diagnóstico de 2014 .....	53

5.5. Diagnóstico de 2015 .....	55
5.6. Diagnóstico de 2016 .....	58
5.7. Diagnóstico de 2017 .....	60
5.8. ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DE PERDAS .....	66
6. CONCLUSÃO.....	69
7. REFERÊNCIAS .....	71
ANEXOS .....	74

## 1. INTRODUÇÃO

A água é fundamental e essencial para sobrevivência da vida no planeta. Nos anos atuais vivemos meramente sobre escassez hídrica e como o crescimento populacional tem aumentado e concentrado cada vez mais, substancialmente, as demandas por água potável é maior, exigindo que o abastecimento público tenha concentrações de produção de água mais acentuada para o público. Mediante este cenário, as empresas devem fiscalizar o consumo e perdas para suprir maiores desperdícios, conseqüentemente, evitar e preservar a extração de água dos mananciais de forma abundante para atender as necessidades da população.

Os recursos hídricos têm profunda importância no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. Segundo o *Ministério da Saúde* (2006) a qualidade da água tem sido comprometida desde a captação até seu tratamento de efluentes, o que exige investimentos nas estações de tratamento para garantir qualidade de água na saída para consumo. No entanto, a qualidade da água decai no sistema de saneamento pela intermitência na qualidade do serviço, pois nas redes de distribuição estão concentrados níveis de contaminação variados devido à precariedade das redes.

O sistema de saneamento básico é o conjunto de medidas que viabilizam preservar ou modificar as condições do meio ambiente com intuito de precaver doenças e promover saúde, melhorar a qualidade de vida da população e aperfeiçoar a atividade econômica social. Serviços de saneamento já eram praticados há muitos anos, com isso a importância de um adequado sistema de abastecimento vem se tornando cada vez crescente nas diversas sociedades, tendo em vista a qualidade e necessidade de uso da água.

No sistema de abastecimento de água a grande deficiência observada está ligada principalmente à má conservação e deterioração de sistemas antigos, especialmente nas redes de distribuição, tubulações antigas que apresentam vazamentos inerentes na maioria das vezes e por falta de manutenção resultam em perdas elevadas de água, ocasionando uma redução no faturamento da prestadora de serviço.

No panorama das prestadoras de serviço de saneamento, sempre existirá as perdas de água que correspondem aos volumes não contabilizados ou faturados. Perante as perdas, estas são subdivididas em duas situações: perdas físicas ou reais, que representam a parcela não considerada perdida por vazamentos, bem como as perdas não físicas ou aparentes, que correspondem à água consumida e não contabilizada (*Ocean. et al*, 2003).

Atualmente, as companhias de abastecimento da região nordeste trabalham com um índice de perdas elevado, chegando a uma média regional de 45,7% de acordo com (SNIS, 2015) de água disponibilizada, na qual enfatiza a necessidade dessas empresas buscarem desenvolver metodologias e procedimentos para avaliar as perdas, com foco principal na sua redução, incluindo a construção de indicadores para melhor planejamento e avaliação dos resultados. Uma das maiores dificuldades das empresas é a falta de métodos de controle e acompanhamento dos processos de gestão de perdas.

Nesse contexto foi realizado um estudo de perdas no setor de abastecimento de água no Município de Delmiro Gouveia, administrado pela CASAL - Unidade do Sertão. A expectativa para a realização deste trabalho foi à obtenção de valores de perdas referente ao sistema principal de distribuição para avaliação das perdas, e assim a formulação de propostas para o controle e redução.

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1. Objetivo Geral

Calcular os índices de perdas da rede de distribuição de água, além de estimar o quantitativo de que foi produzido no sistema de abastecimento.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Verificar os pontos críticos em termos de perda de água no sistema de abastecimento;
- Propor alternativas para redução das perdas de água.



### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo abordará os conceitos técnicos básicos relativos a sistemas de abastecimento de água e às perdas inerentes à distribuição de água. Conceitos breves sobre sistemas de abastecimento público de água para um melhor entendimento de como as perdas estão associadas ao sistema de distribuição.

#### 3.1. Água

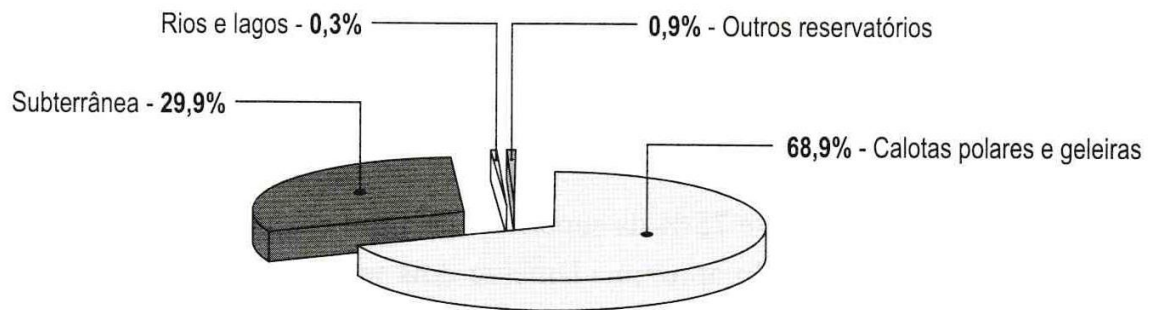
A água é o elemento da vida. Seus múltiplos usos são indispensáveis a um largo espectro de atividades humanas, onde se destacam, entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática (MOTTA, 2010).

A água ocupa aproximadamente 75% da superfície da terra e é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, integrando aproximadamente dois terços do corpo humano e atingindo até 98% para certos animais aquáticos, legumes, frutas e verduras. Constitui-se também no solvente universal da maioria das substâncias, modificando-se em função destas. Diversas características das águas naturais advêm desta capacidade de dissolução, diferenciando-as pelas características do solo da bacia hidrográfica (LIBÂNIO, 2010).

Estima-se entre  $1,36 \times 10^9$  a  $1,46 \times 10^9$  km<sup>3</sup> o volume de água do planeta e aproximadamente 97% corresponde aos mares, oceanos e lagos de água salgada (Von Sperling, 2006). Ainda que a dessalinização como tecnologia de potabilização tenda a crescer, a água doce disponível constitui-se na alternativa de abastecimento mais facilmente acessível às populações (LIBÂNIO, 2010).

Todavia, a parcela mais significativa de água doce, disponível nas calotas polares, é praticamente inaproveitável para fins de abastecimento para a quase totalidade da população terrestre, conforme evidenciado na figura 1.

Figura 1 - Distribuição percentual de água doce disponível na Terra.



Fonte: LIBÂNIO (2004 apud Di Bernado; Paz, 2009).

### 3.2. Sistema de Abastecimento de Água

A implantação dos sistemas de abastecimento de água vem sendo feita com muitos investimentos a partir das últimas décadas, de modo a levar água potável com qualidade ao maior número de usuários possíveis. No Brasil esta implantação se deu nas décadas de 1970 e 1980 com o PLANASA – Plano Nacional do Saneamento, atingindo o atendimento de aproximadamente 90% da população urbana.

Define-se por sistema de abastecimento de água o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos. Essa água fornecida pelo sistema deverá ser em quantidade suficiente e da melhor qualidade, do ponto de vista físico, químico e bacteriológico (AZEVEDO NETTO, 1998).

Segundo Tsutiya (2006), umas das principais prioridades das populações é o atendimento por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas, pela importância para atendimento às suas necessidades relacionadas à saúde e ao desenvolvimento industrial.

Portanto, o abastecimento de água é sempre entendido como uma ação que vise prioritariamente à proteção da saúde humana. Logo, sempre que possível, são destacadas as boas práticas no sistema de abastecimento de água visando à prática a saúde e mencionadas práticas não recomendáveis, que ampliam o risco a saúde (LÉO HELLER, 2006).

### 3.2.1. Partes de um Sistema de Abastecimento de Água

Segundo Tsutiya (2006) e Azevedo Netto (1998), a concepção deverá estender-se aos diversos componentes do sistema de abastecimento de água e definidas a seguir:

- i. **Manancial:** é o corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para o abastecimento. Deve favorecer vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projeto, e a qualidade dessa água deve ser adequada sob o ponto de vista sanitário.
  - Subterrâneo: todo aquele cuja água provenha dos interstícios do subsolo, podendo aflorar à superfície, ser elevada artificialmente através de motor-bomba (poços rasos e profundos, galerias de infiltração).
  - Superficial: é constituído pelos córregos, rios, lagos, represas, etc. que, como o próprio nome indica, tem o espelho de água na superfície terrestre.
- ii. **Captação:** conjunto de estruturas e dispositivos, constituídos ou montados junto ao manancial, para retirada de água destinada ao sistema de abastecimento.
  - Subterrânea e superficiais.
- iii. **Estação elevatória:** conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar a água para unidade seguinte.
- iv. **Adutora:** canalização que se destina conduzir água entre as unidades que procedem à rede de distribuição. Não distribuem a água aos consumidores, mas podem existir as derivações que são as sub-adutoras.
- v. **Estação de tratamento de água:** conjunto de unidades destinado a tratar a água de modo a adequar as suas características aos padrões de potabilidade.
  - Pré-cloração: Primeiro, o cloro é adicionado assim que a água chega à estação. Isso facilita a retirada de matéria orgânica e metais.
  - Pré-alkalinização: Depois do cloro, a água recebe cal ou soda, que servem para ajustar o pH\* aos valores exigidos nas fases seguintes do tratamento.

*(Fator pH – O índice pH refere-se à água ser um ácido, uma base, ou nenhum deles (neutra). Um pH de 7 é neutro; um pH abaixo de 7 é ácido e um pH acima de 7 é básico ou alcalino. Para o consumo humano, recomenda-se um pH entre 6,0 e 9,5).*

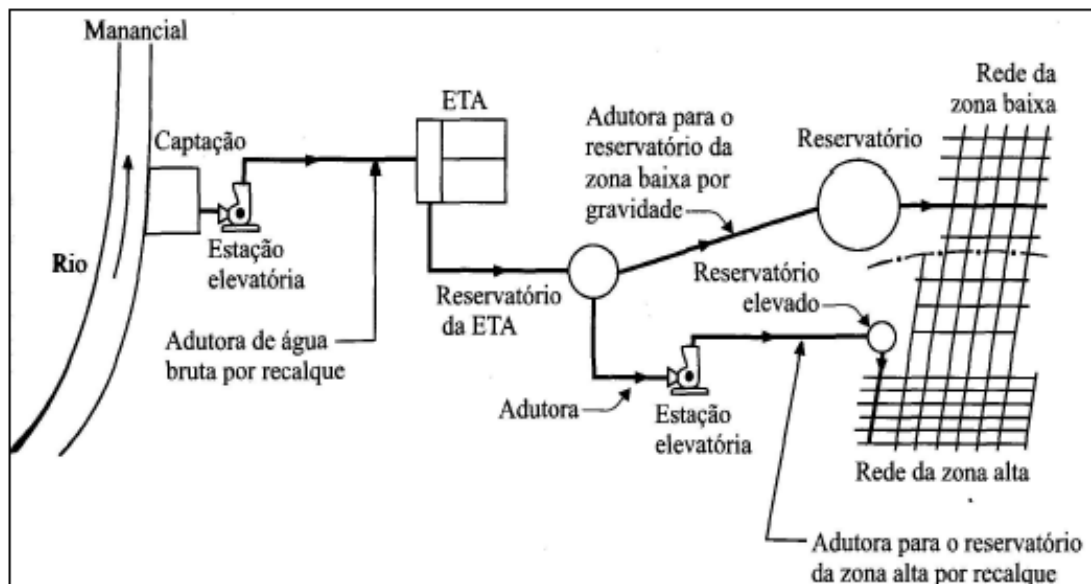
- Coagulação: Nesta fase, é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar.

- **Floculação:** Após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas.
  - **Decantação:** Neste processo, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior.
  - **Filtração:** Logo depois, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito. Eles são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação.
  - **Pós-alcalinização:** Em seguida, é feita a correção final do pH da água, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações.
  - **Desinfecção:** É feita uma última adição de cloro no líquido antes de sua saída da Estação de Tratamento. Ela garante que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor.
  - **Fluoretação:** O flúor também é adicionado à água. A substância ajuda a prevenir cáries.
- vi. **Reservatórios:** é o elemento do sistema de distribuição de água destinado a reservar água captada e regularizar as variações entre vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.
- Enterrados, semi-enterrados, apoiados ou elevados;
  - De montante ou de jusante.
- vii. **Rede de distribuição:** parte do sistema de abastecimento de água formada de tubulações e órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendada.
- Pressão estática máxima = 500 KPa (50 mca)
  - Pressão dinâmica mínima = 100 KPa (10 mca)

Rede de Distribuição para Tsutiya (2006) é a parte do sistema de abastecimento (Figura 2) que destina a água potável ao consumidor de forma contínua, na quantidade, com pressão e qualidade correta, através da formação de tubulações e órgãos acessórios necessários. Ela é constituída por dois tipos de canalizações sendo a Principal que são tubulações de maior diâmetro a fim de fornecer água para as canalizações Secundárias, que é o outro tipo de canalização, são as tubulações de menor diâmetro que tem a função de abastecer diretamente os consumidores. E de acordo com as canalizações, as redes podem ser classificadas em:

- **Ramificada:** quando seu desenvolvimento é linear, onde não há a conexões das ruas entre si, devido a problemas de topografia, podendo conter traçados de “Redes de Espinha de Peixe” e “Redes em Grelha”;
- **Malhada:** que permite maior flexibilidade em satisfazer a demanda e manutenção da rede com o mínimo de interrupções possíveis, por constituir tubulações Principais formando anéis ou blocos, que abastecem qualquer ponto do sistema por mais de um caminho;
- **Mista:** que consiste na associação das redes ramificadas e malhadas.

Figura 2 - Esquemática de sistema de abastecimento de água.



Fonte: TSUTIYA, 2006

### 3.3. Perdas de Água no Sistema de Abastecimento

Todo sistema de abastecimento de água apresentará perdas desde o início da operação (captação) até o consumidor final, no entanto essa perda não é apenas física, e sim um volume de água não mensurado perdido devido a um vazamento, por exemplo. Efetivamente tem-se um caso concreto de um produto industrializado que se perde no transporte até o consumidor (TSUTIYA, 2006).

Em sistemas de abastecimento, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados. Esses englobam tanto a parcela de água não consumida, como a água consumida e não registrada as quais se definem respectivamente como *perdas físicas* e *perdas não físicas* (WERDINE, 2002).

Segundo a Associação Internacional de Água - IWA definem-se perdas como “toda perda real ou aparente de água ou todo o consumo não autorizado que determina um aumento de custo de funcionamento ou que impeça a realização plena da receita”.

#### 3.3.1. Perdas de água no Brasil

O avanço do saneamento básico no Brasil, uma das áreas mais atrasadas na infraestrutura nacional, dependerá de melhorias na gestão do setor, em especial da situação dramática das perdas de água. Em 2010, as perdas de faturamento das empresas operadoras com vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas no consumo de água, alcançaram, na média nacional 37,5% (TRATA BRASIL, 2010).

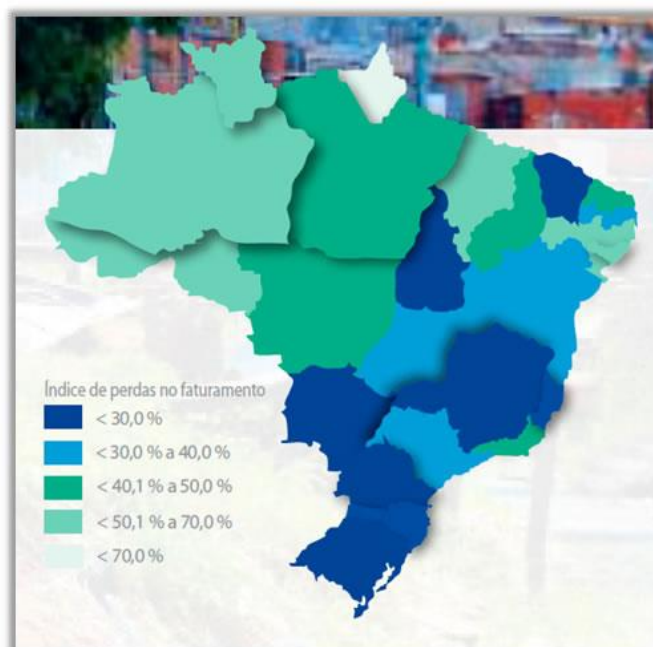
Informações da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) as perdas de faturamento das empresas operadoras para os anos de 2012 e 2013 era de 35,5% e 36,7% respectivamente, apontando assim uma redução de 0,8% entre os anos de 2010 a 2013.

Em 2010, a média brasileira de perdas de faturamento era igual a 37,5%, com média de 51,5% na região Norte; 44,9% na região Nordeste; 32,5% na região Centro-Oeste; 35,1% na região Sudeste; e 32,2% na região Sul.

No que diz respeito aos índices de perdas de faturamento por estados (Figura 3) é importante destacar que há uma maior variação dos índices dos estados componentes das regiões norte e nordeste. Na região Norte os índices de perdas de faturamento oscilam de 21,93% no estado de Tocantins a 74,6% no estado do Amapá. No Nordeste as oscilações dos

índices de perdas também são notáveis: enquanto o Ceará apresenta índice igual a 21,7%, o estado de Alagoas apresenta índice igual a 65,8% (TRATA BRASIL, 2010).

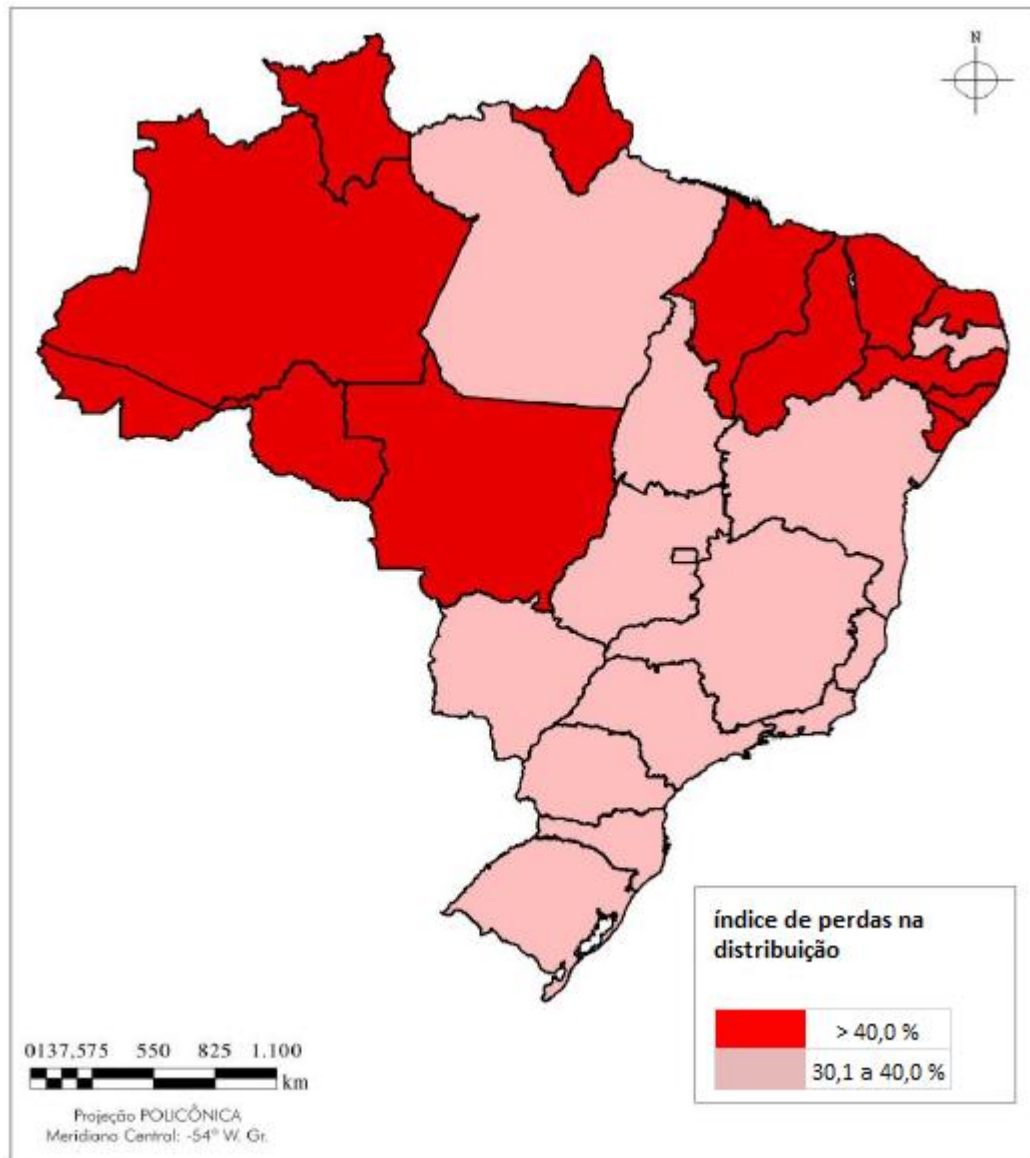
Figura 3 - Índice de perdas por faturamento da região do Brasil.



Fonte: TRATA BRASIL, 2010

O mapa da figura 4 apresenta a visualização espacial do índice de perdas na distribuição de água para todo o conjunto de prestadores de serviços participantes do SNIS em 2015, com valores médios distribuídos por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros, verifica-se que nenhuma empresa de saneamento conseguiu índice de perdas de distribuição inferior a 20%.

Figura 4 - Representação do índice de perdas na distribuição de água na região do Brasil.



Fonte: Autor, adaptado de SNIS, 2015

### 3.3.2. Perdas de água em Alagoas

Em Alagoas os índices de perdas apresentam valores expressivos, pois de acordo com diagnóstico feito pelo instituto Trata Brasil em 2015, 82% da população vive sem abastecimento satisfatório e ampliação do sistema de distribuição. Em Maceió os resultados apresentados para índice de perdas por faturamento e índice de perdas na distribuição, são bastante significativos, apresentando valores respectivamente de 61,7% e 66,1%. Esses valores estão bem acima em comparação com dados nacionais que representam média em torno de 30% a 40% de abrangência de perdas e os dados da região nordeste correspondem a 44,9%.



Os números apontados pelo instituto Trata Brasil, apresenta que Alagoas tem uma perda 45,37% de água, no qual se verifica com que condiz o diagnóstico do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2015), onde aponta que a empresa responsável pelo abastecimento de água no estado, a Companhia de Saneamento de Alagoas – Casal apresenta índice de perdas maior que 40%.

#### 3.4. Balanço Hídrico

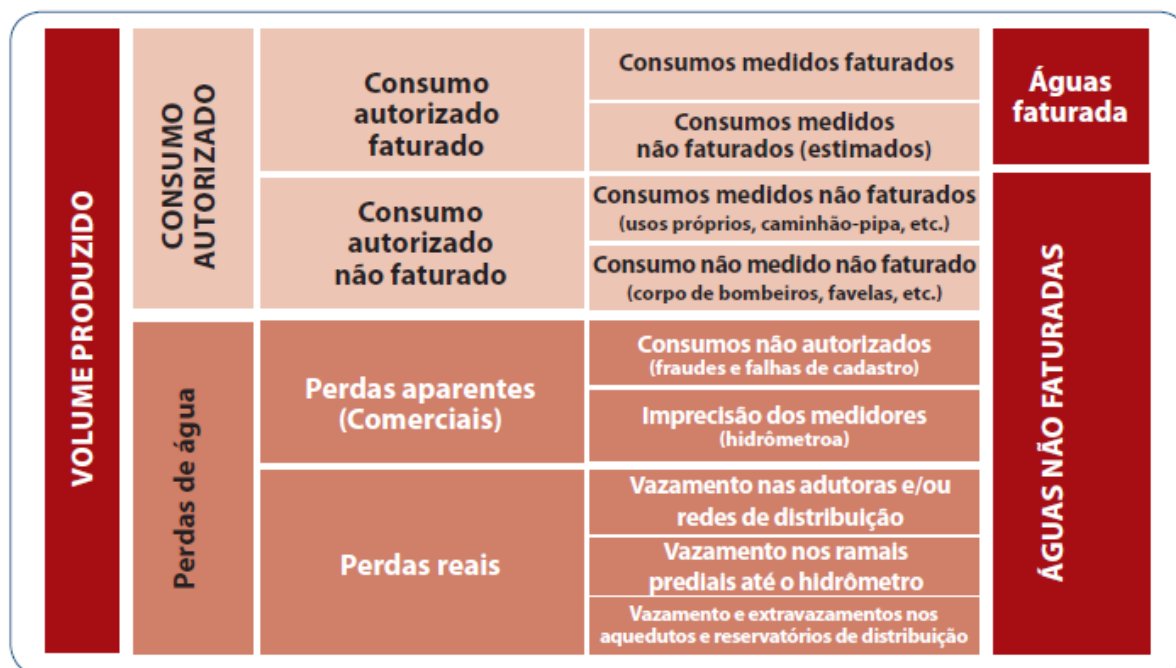
Em 1997 a *International Water Association* (IWA) lança as bases para a uniformização dos conceitos e indicadores em nível mundial (matriz do Balanço Hídrico, Perdas Reais Inevitáveis, Indicador Infraestrutural etc.). Surgia daí o Manual de Melhores Práticas da IWA – 2000, contendo:

- Padronização de conceitos e indicadores para os sistemas de abastecimento de água;
- Comparabilidade entre sistemas de todo mundo;
- Teste dos indicadores em 25 companhias de saneamento do mundo, sendo três delas no Brasil (SABESP/ML).

O balanço hídrico de um sistema de abastecimento de água (Figura 5) é uma forma estruturada de avaliar os componentes dos fluxos e usos da água no sistema e os seus valores absolutos ou relativos. É uma poderosa ferramenta de gestão, pois daí podem ser gerados diversos indicadores das ações técnicas, operacionais e empresariais.

**Perda = Volume produzido – Vol. faturado do consumidor – Usos operacionais /  
emergenciais.**

Figura 5 - Balanço hídrico.



Fonte: FUNASA, 2014

O cálculo do Balanço Hídrico requer medições ou estimativas criteriosas em cada ponto de controle definido no sistema. O período de avaliação das grandezas envolvidas no Balanço Hídrico geralmente é de 12 meses, o que faz com que os valores apresentados representem uma média anualizada dos componentes, absorvendo as sazonalidades (TSUTIYA, 2006).

A seguir serão apresentadas as definições dos componentes do Balanço Hídrico, tendo por base as condições da IWA.

- **Água que entra no sistema:** volume anual de água introduzido na parte do sistema de abastecimento que é objeto do cálculo do Balanço Hídrico (por exemplo, a partir do volume produzido nas ETAs ou, se quiser restringir a análise apenas à distribuição, a partir do volume entregue em um plano – reservatório setorial ou derivação de adutora – antes de entrega às redes de distribuição).
- **Consumo Autorizado:** volume anual medido e/ou não-medido fornecido a consumidores cadastrados, à própria companhia de saneamento (usos administrativos ou operacionais) e a outros que estejam implícita ou explicitamente autorizados a fazê-lo, para usos domésticos ou industriais.

- **Perdas de Água:** volume referente à diferença entre água que entra no sistema e o consumo autorizado;
- **Consumo Autorizado Faturado:** volume que gera receita potencial para a companhia de saneamento, correspondente à somatória dos volumes constantes nas contas emitidas aos consumidores. Compõe-se dos volumes medidos nos hidrômetros e dos volumes estimados nos locais onde não há hidrômetros instalados;
- **Consumo Autorizado Não-Faturado:** volume que não gera receita para a companhia de saneamento, oriundo de usos legítimos da água no sistema de distribuição. É composto de volumes medidos (uso administrativo da própria companhia, fornecimento a caminhões pipa com controle volumétrico) e volumes não-medidos, a estimar, tais como a água utilizada em combate a incêndios, lavagem de ruas, rega de espaços públicos e a água empregada em algumas atividades operacionais na companhia de saneamento (lavagem de redes de água de esgotos, lavagem de reservatórios, por exemplo);
- **Perdas Aparentes:** correspondem aos volumes associados a erros de medição, fraudes, e falhas no cadastro comercial da companhia de saneamento;
- **Perdas Reais:** correspondem aos volumes que escoam através de vazamentos nas tubulações, vazamentos nos reservatórios e extravasamentos nos reservatórios;
- **Águas Faturadas:** representam a parcela de água comercializada, traduzida no faturamento do fornecimento de água ao consumidor;
- **Águas Não-Faturadas:** representam a diferença entre os totais anuais de água que entra no sistema e do consumo autorizado faturado. Esses volumes incorporam as perdas reais e aparentes, bem como o consumo autorizado não - faturado.

### 3.5. Caracterização de Perdas

As perdas d'água são medidas através de indicadores de desempenho estabelecidos, caracterizando-se como indicador estratégico, dada sua forte vinculação com muitos Processos Organizacionais, sejam eles Principais, de Apoio ou Gerenciais. Muitas são as métricas que caracterizam as perdas d'água: umas a medem em %, outras em litros/ligação ativa.dia, porém separando em perda real ou aparente ora englobando ambas. A forma de medir depende do grau de desenvolvimento das organizações de saneamento (FUNASA, 2014).

Estudo realizado na cidade de Maceió-AL contabilizou informações características as informações de indicadores de perdas. As tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam resultados da área de estudo Zona Baixa I a qual se encontra na região litorânea da cidade, e abastece uma das áreas mais nobres da cidade de Maceió, com grande densidade demográfica e enorme potencial turístico, concentrando assim grande parte da rede hoteleira da cidade.

Tabela 1 - Perdas reais anuais.

Detalhes	ECONOLEAK				Informações ZBI				Unidades
	Vazamentos			Total	Vazamentos			Total	
	Inerentes	Visíveis	Não-visíveis		Inerentes	Visíveis	Não-visíveis		
Adutora	9,6	5,8	2,6	18	18,21	253,0	126,5	397,71	L/km.dia por m pressão
Rede	9,6	5,8	2,6	18	10,78	954,0	477,0	1441,78	L/km.dia por m pressão
Ramais	0,6	0,04	0,16	0,8	0,67	12,0	6,0	18,67	L/km.dia por m pressão
Cavaletes	16	1,9	7,1	25	0,67	9,0	4,5	14,17	L/km.dia por m pressão

Fonte: Autor, adaptado de SOUZA (2011)

Tabela 2 - Duração e taxas de vazamentos visíveis.

Detalhes	ECONOLEAK				ECONOLEAK			
	Consciência e localização	Reparos	Total de dias	Perdas m <sup>3</sup> /h	Consciência e localização	Reparos	Total de dias	Perdas m <sup>3</sup> /h
Adutoras	0,5	0,5	1	30,0	0	0,25	0,25	0,4
Redes	1	0,5	1,5	12,0	1	2	3	50,5
Ramais	5	6	11	1,6	1	1	2	58,2
Cavaletes	5	6	11	1,6	1	1	2	44,8

Fonte: Autor, adaptado de SOUZA (2011)

Tabela 3 - Informações básicas de vazamentos não-visíveis.

Detalhes	ECONOLEAK			Informações da ZBI		
	Não-visíveis como % de visíveis	Valor de N1 para vazamentos	Perdas m <sup>3</sup> /h	Não-visíveis como % de visíveis	Valor de N1 para vazamentos	Perdas m <sup>3</sup> /h
Adutoras	0	0,5	12,0	50	1	0,2
Redes	5	0,5	6,0	50	1	25,3
Ramais	33	0,5	1,6	50	1	29,1
Cavaletes	33	0,5	1,6	50	1	22,4

Fonte: Autor, adaptado de SOUZA (2011)

De acordo com Tsutiya (2006), essa caracterização é definida da seguinte forma:

**Perdas Físicas:** denominada de **Perda Real**, corresponde ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final, devido à ocorrência de vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como de extravasamentos em reservatórios setoriais.

**Perda Não - Física:** denominada de **Perda Aparente e Comercial**, corresponde ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada.

Todas as ponderações relativas a Perdas Reais e Perdas Aparentes, serão importantes também quando for necessário contabilizar os custos das perdas para as companhias de saneamento e avaliar os benefícios das ações corretivas e preventivas dos programas de controle a redução de perdas. A tabela 4 resume as considerações anteriores.

Tabela 4 - Caracterização geral das perdas.

ITEM	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	
	Perdas Reais	Perdas Aparentes
<b>Tipo de ocorrência mais comum</b>	Vazamentos	Erro de medição
<b>Custos associados ao volume de água perdido</b>	Custos de produção da água tratada	Valor cobrado no varejo ao consumidor
<b>Efeito no meio ambiente</b>	Desperdício de recursos naturais	Não é relevante
	Maiores impactos ambientais devido à necessidade de ampliação da exploração dos mananciais	
<b>Efeito na saúde pública</b>	Riscos de contaminação	Não é relevante
<b>Ponto de vista empresarial</b>	Perda de produto "industrializado"	Perda elevada da receita
<b>Ponto de vista do consumidor</b>	Imagem negativa da empresa, associada ao desperdício e ineficiência	Não é uma preocupação imediata
<b>Ponto de vista no consumidor</b>	Repasse de custos à tarifa	Repasse de custos à tarifa
	Desincentivo ao uso racional da água	Incitamento ao roubo e fraudes

Fonte: Autor, adaptado de TSUTIYA (2006)

### 3.5.1. Tipos de Perdas no Abastecimento

#### ✓ **Perdas Reais**

- Vazamentos

Segundo Tsutiya (2006), os vazamentos aparecem em diversas partes do sistema de abastecimento de água, como: Estações de Tratamento de Água – ETA, tubulações das linhas de adução e da rede de distribuição e seus acessórios (juntas, registros, ventosas), nos ramais prediais e cavaletes, nas estruturas de reservatórios setoriais e equipamentos das estações elevatórias. Os vazamentos nos sistemas de abastecimento de água podem ser visíveis ou não-visíveis (Figura 6).

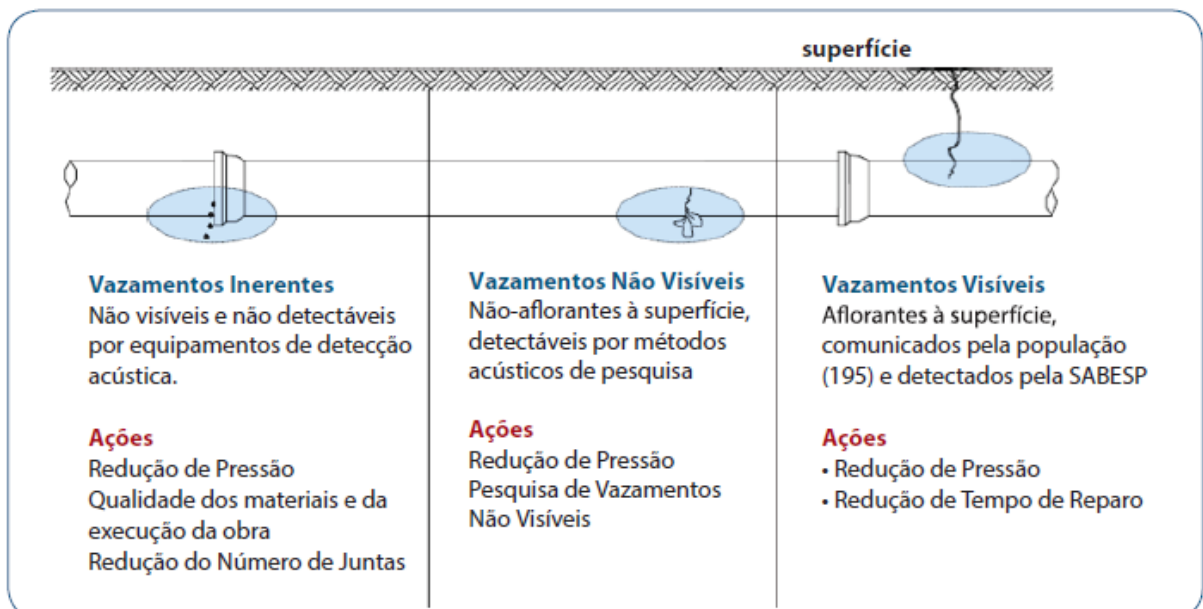
**Visíveis:** possuem curta duração e alta vazão (dependendo do local de vazamento), que afloram na superfície, são facilmente notados pelos técnicos das companhias ou pela população.

**Não - Visíveis:** são denominados no setor de saneamento, de “vazamentos inerentes” cujas vazões são, em geral, inferiores a 0,25 m<sup>3</sup>/h, exigem uma gestão especial, pois, não afloram na superfície e possui vazão moderada (dependendo do local de vazamento), sua duração depende da frequência de combate ao vazamento.

- **Extravasamentos**

Os extravasamentos dos reservatórios geralmente ocorrem nos períodos noturnos de carregamento, devido à inexistência de dispositivos de alerta e controle, ou falhas operacionais no equipamento de controle instalado. Ao atingir o limite de extravasão, as águas são coletadas pelos extravasores e encaminhadas à rede de drenagem pluvial ou lançadas no fundo de vale mais próximo, o que faz com que essas perdas passem, muitas vezes, despercebidas pelos operadores do sistema de abastecimento de água, ou mesmo pelos instrumentos registradores de nível eventualmente existentes (TSUTIYA, 2006).

Figura 6 - Tipos de vazamentos e ações de combate a perdas reais.



Fonte: FUNASA, 2014

## ✓ Perdas Aparentes

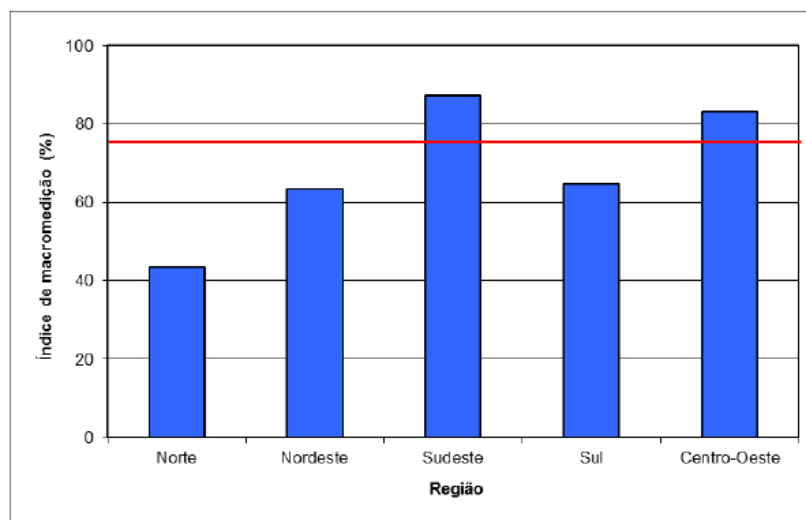
- Erros dos Medidores de Vazão

Somente através da medição é possível conhecer, diagnosticar, alterar e avaliar as diversas situações operacionais em um sistema de abastecimento de água.

- **Macromedição:** refere-se ao conjunto de medições de vazão, pressão e nível de reservatório efetuadas nos sistemas de abastecimento de água, desde a captação no manancial até imediatamente antes do ponto final de entrega para o consumo. Os pontos de medição podem ser permanentes ou temporários, monitorados à distância ou localmente;
- **Micromedição:** refere-se à medição do volume consumido pelos clientes da companhia de saneamento, cujo valor será objeto da emissão da conta a ser paga pelo cliente. O hidrômetro é o equipamento utilizado para contabilizar o volume de água consumido.

Estudos realizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apontam que o índice de macromedição retrata a proporção do volume de água disponibilizado para distribuição que foi medido. O gráfico 1 apresenta o índice de macromedição, em valores médios, segundo tipo de prestador de serviços, região geográfica e média do país para os participantes do SNIS em 2015. O valor para todo o conjunto de prestadores de serviços da amostra é de 76,0%, valor meio ponto percentual inferior à média de 2014, que foi de 76,5% (SNIS, 2015).

Gráfico 1 - Índice de macromedição.

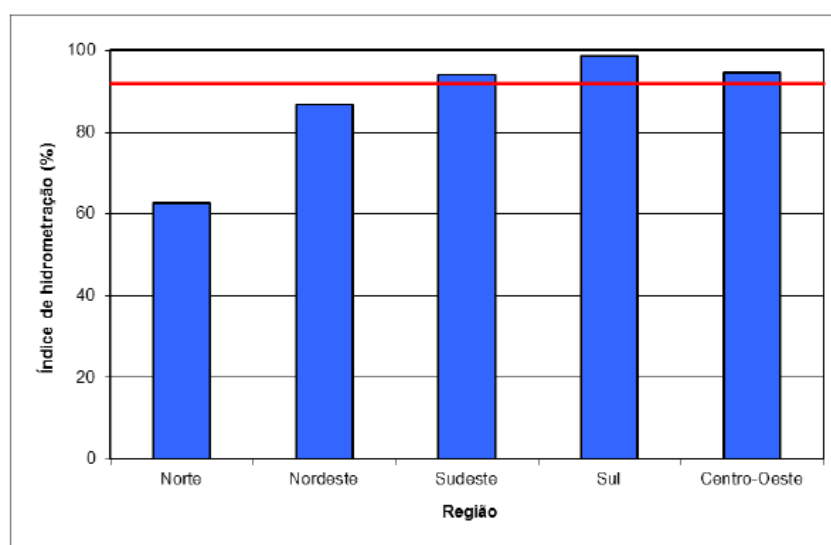


Fonte: SNIS, 2015



Outra análise, considerando a situação da micromedição, tem-se, no gráfico 2, o índice de hidrometração em valores médios, segundo tipo de prestador de serviços, região geográfica e média do país para os participantes do SNIS em 2015. O valor para todo o conjunto de prestadores de serviços da amostra é de 91,8%, valor pouco superior à média de 2014, que foi de 91,4%. Índice de hidrometração corresponde ao quociente da divisão entre a quantidade de ligações ativas de água micromedidas e a quantidade de ligações ativas de água (SNIS, 2015).

Gráfico 2 - Índice de hidrometração.



Fonte: SNIS, 2015

- Perdas Financeiras Decorrentes

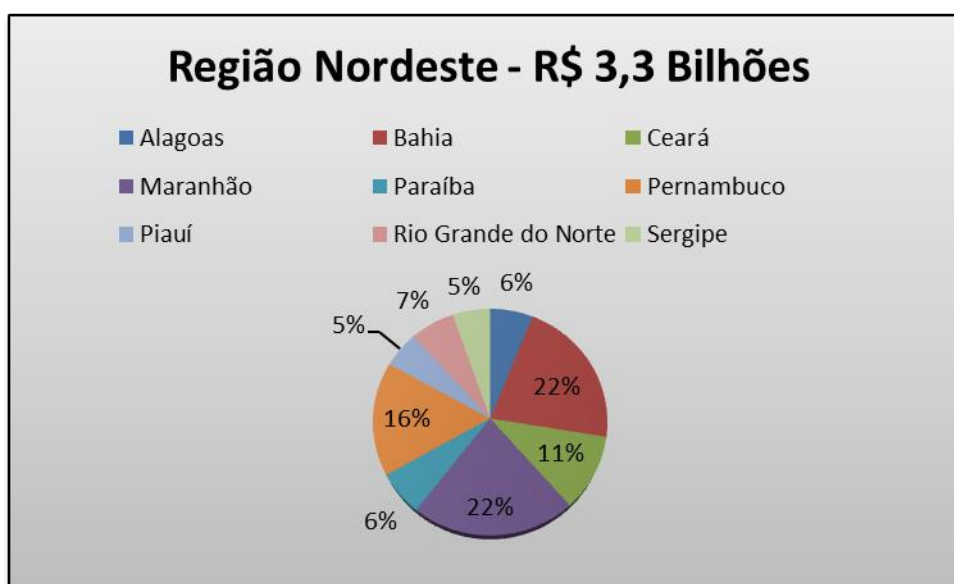
Mediante as perdas ocorrentes nas prestadoras de serviços de abastecimento, a tabela 5 destaca o índice de perdas financeiras dos estados da região nordeste, utilizando dados do diagnóstico do SNIS em 2015, pode-se analisar o quantitativo de quanto perderam cada prestadora no referido ano.

Tabela 5 - Perdas financeiras na região nordeste em 2015.

ESTADOS	Consumo médio per capita de água (L/lig.dia)	População (hab)	Consumo médio anual (m³/ano)	Perdas na distribuição (%)	Água não tarifada (m³/ano)	Tarifa média (R\$/m³)	Perda financeira anual (R\$)
Região Nordeste	116,1	56.915.936	2.411.898.161,90	45,7	1.102.237.460,0	R\$ 3,02	R\$ 3.328.757.129,17
Alagoas	115,9	3.358.963	142.095.891,27	45,4	64.511.534,6	R\$ 3,43	R\$ 221.274.563,80
Bahia	114,1	15.276.566	636.215.505,92	36,1	229.673.797,6	R\$ 3,39	R\$ 778.594.173,99
Ceará	128,0	8.963.663	418.782.335,36	41,2	172.538.322,2	R\$ 2,28	R\$ 393.387.374,54
Maranhão	197,1	6.954.036	500.283.780,89	62,6	313.177.646,8	R\$ 2,55	R\$ 798.602.999,44
Paraíba	136,7	3.999.415	199.552.811,13	37,7	75.231.409,8	R\$ 3,03	R\$ 227.951.171,68
Pernambuco	107,0	9.410.336	367.520.672,48	51,0	187.435.543,0	R\$ 3,14	R\$ 588.547.604,91
Piauí	136,7	3.212.180	160.273.327,19	43,8	70.199.717,3	R\$ 2,69	R\$ 188.837.239,56
Rio Grande do Norte	116,6	3.474.998	147.892.439,88	50,4	74.537.789,7	R\$ 3,09	R\$ 230.321.770,17
Sergipe	122,7	2.265.779	101.474.045,40	53,1	53.882.718,1	R\$ 3,59	R\$ 193.438.958,01

Fonte: Autor, 2017

Gráfico 3 - Perdas financeiras na região nordeste em 2015.



Fonte: Autor, 2017

### 3.5.2. Gestão Comercial

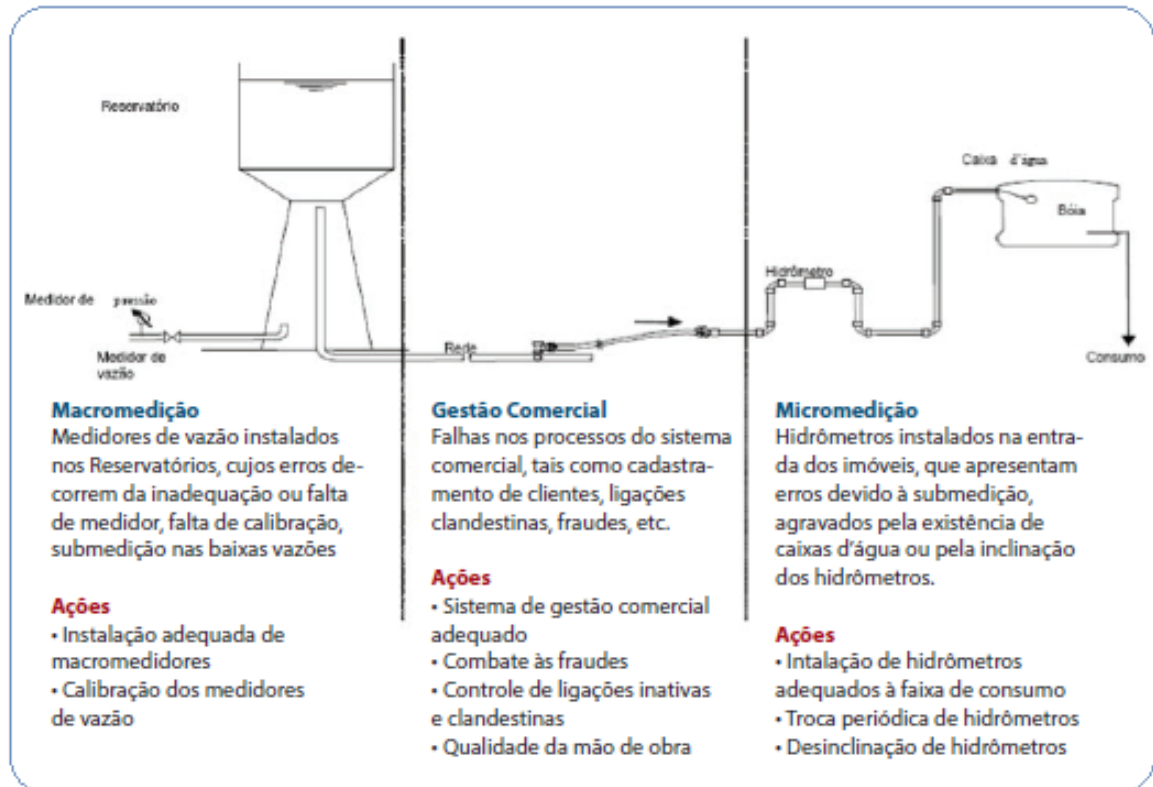
Segundo Tsutiya (2006), a gestão comercial de uma companhia de saneamento compreende todo o aparato de processos, sistemas e recursos humanos que permite a contabilização das vendas de água tratada e seu faturamento o que viabiliza as receitas da companhia.

No âmbito de gestão comercial enquadram-se várias causas de Perdas Aparentes (Figura 7), tais como não cadastramento das novas ligações em tempo real, ligações

suprimidas que foram reativadas sem conhecimento da companhia, ligações clandestinas em geral e fraudes. Em todos esses casos a água é consumida, porém não é fatura.

- **Cadastro Comercial:** representa o registro sistematizado dos consumidores, envolvendo os dados de localização da ligação, tipo de uso (residencial, comercial, industrial, etc.) e demais informações que permitem a correta caracterização do cliente para a apuração do consumo. Às vezes acontece uma ligação de água ser ativada, mas seu cadastramento demora meses a ser feito no sistema comercial. Assim, essa ligação não terá o seu consumo apurado nesse período, constituindo uma perda de faturamento para a companhia.
- **Fraude:** são intervenções feitas no hidrômetro, com objetivo de medir apenas uma parcela do consumo efetivo do imóvel. Os casos mais comuns de fraudes são: rompimento do lacre e inversão do hidrômetro, execução de “by pass” no hidrômetro, violação no hidrômetro através de furo na cúpula, e colocação de arame para travar os dispositivos internos, entres outros.

Figura 7 - Tipos de perdas aparentes e ações de combate.



### 3.5.3. Indicadores de Perdas

Os indicadores permitem retratar a situação das perdas, gerenciar a evolução dos volumes perdidos, redirecionar ações de controle e, em princípio, comparar sistemas de abastecimento de água distintos. De acordo com Miranda (2002) existem diversos indicadores para quantificar as perdas dentro do sistema de abastecimento de água. Eles devem oferecer uma boa confiabilidade para o gerenciamento e planejamento das ações de redução e controle das perdas, possibilitando análises de comparação de desempenho em outros sistemas e operadores de serviço.

Segundo Tsutiya (2006), os indicadores de perdas mais importantes são:

- **Indicador Percentual (IP)** – é o mais utilizado e o mais fácil de ser compreendido. O indicador percentual relaciona o volume total perdido (Perdas Reais + Aparentes) com o volume total produzido ou disponibilizado ao sistema. A expressão básica para a rede de distribuição de água é:

$$IP = \frac{\text{Volume Perdido Total}}{\text{Volume Fornecido}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

Volume Perdido Total = Vol. Forn. – Vol. Autorizado Med. – Vol. Autorizado. Não-Med.

A tabela 6 mostra uma classificação dos sistemas de abastecimento de água em relação às perdas, bem como busca dar uma referência da ordem de grandeza dos números percentuais geralmente encontrados.

Tabela 6 - Índice percentuais de perdas.

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

Fonte: Autor, adaptado de TSUTIYA (2006)

- **Índice de Perdas por Ramal (IPR)** – este indicador relaciona o Volume Total Anual com o número médio de ramais existentes na rede de distribuição de água,

introduzindo um “fator de escala” para melhor comparar sistemas de diferentes tamanhos. Apresenta a seguinte formulação:

$$IPR = \frac{\text{Volume Perdido Anual}}{N^{\circ} \text{ de Ramais} \times 365} \text{ (m}^3\text{/ramal. dia)} \quad (2)$$

Esse indicador foca as perdas nos ramais, ficando dependente da densidade de ramais existentes. É comum apresentar esse indicador rateado em Perdas Reais e Aparentes.

- **Índice de Perdas por Extensão de Rede (IPER)** – este indicador o Volume Total Anual com o comprimento da rede de distribuição de água (também um “fator de escala”) existente no sistema em análise, apresentando a seguinte formulação:

$$IPER = \frac{\text{Volume Perdido Anual}}{\text{Extensão de Rede} \times 365} \text{ (m}^3\text{/km. dia)} \quad (3)$$

Esse indicador distribui as perdas ao longo da extensão da rede, apresentando valores altos quando há uma ocupação urbana muito elevada. É recomendado para áreas com densidade de ramais inferior a 20 ramais/km.

- **Índice Infra-Estrutura de Perdas (IIEP)** – é a proposta mais atual de se avaliar a situação das perdas e permitir a comparação entre sistemas distintos. O indicador foi desenvolvido no âmbito dos trabalhos da IWA (Alegre, 2000).

$$IIEP = \frac{\text{Volume Perdido Total Anual}}{\text{Volume Perdido Total}} \text{ (adimensional)} \quad (4)$$

O indicador é um número adimensional, obtido a partir da relação entre o nível anual de perdas encontrado em sistema e o nível mínimo de perdas esperado para o sistema (perdas inevitáveis). Quanto maior for este índice, pior é a condição de perdas do sistema. A vantagem deste indicador é que ele considera na sua formulação a influência das pressões de operação no sistema.

Levando-se em conta apenas as Perdas Reais, um estudo efetuado em 27 sistemas de abastecimento de água no mundo (Lambert, 2002), geralmente cidades de maior porte, encontrou valores do indicador variando de 0,5 a 13, com um valor médio da ordem de 6,5.

A real quantidade de água perdida na distribuição variará de sistema para sistema dependendo de fatores locais como topografia, comprimento das tubulações, número de ligações e padrões dos serviços prestados, bem como quão bem o sistema é operado e mantido. Em um sistema bem operado, as perdas de água devem ser continuamente monitoradas e controladas e apresentadas a cada ano em um relatório específico (WERDINE, 2002).

Estudo apresentado no **item 3.5**, os resultados finais da Zona Baixa I, são apresentados na tabela 6, dados do autor - Calculado os volumes médios mensais de perdas, foram calculados os indicadores de perdas totais (IP), perdas reais (IPR), perdas reais em relação ao total de perdas (IPRPT), de perdas aparentes (IPA) e de perdas aparentes em relação ao total de perdas (IPAP).

Tabela 7 - Indicadores de perdas da ZBI.

Índice geral perdas - IP (%)	Índice de perda real - IPR (%)	Índice de perda aparente - IPA (%)	Índice de perda real em relação às perdas totais - IPRPT (%)	Índice de perda aparentes em relação às perdas totais - IPRPT (%)
38	18	20	47,16	52,84

Fonte: Autor, adaptado de SOUZA (2011)

Mediante ao relatado sobre indicadores de perdas, a tabela 8 expõe algumas informações de quantitativo de índices de perdas de 5 (cinco) concessionárias habilitadas e prestadoras de serviço de abastecimento de água, onde mostram os indicadores citados observados nas companhias estaduais de saneamento do Brasil.

Tabela 8 - Indicadores de perdas.

COMPANHIA	ÍNDICE DE PERDAS POR FATURAMENTO (%)			ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO (%)			ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO (L/lig.dia)		
	2010	2012	2013	2010	2012	2013	2010	2012	2013
CASAL - ALAGOAS	64,7	46,2	66,2	59,6	35,6	48,1	520,3	407,8	658,8
COMPESA - PERNAMBUCO	57,0	43,4	40,5	65,7	55,0	53,8	632,6	480,0	443,1
DESO - SERGIPE	52,1	52,5	51,7	60,3	59,9	59,5	572,7	650,0	616,6
CAGECE - CEARÁ	20,2	27,7	23,5	35,3	39,8	37,7	291,3	281,8	248,8
EMBASA - BAHIA	28,4	26,3	33,0	38,2	39,4	43,0	339,6	274,9	317,9

Fonte: Autor, adaptado de ABES (2015)

- Índice de Perdas de Faturamento (%), que considera os volumes faturados na rede de distribuição (depende da política tarifária da companhia de saneamento).

- Índice de Perdas na Distribuição (%), que considera os volumes micromedidos na rede de distribuição.
- Índice de Perdas por Ligação (L/ligação.dia), que considera os volumes micromedidos na rede de distribuição e as ligações ativas de água.

#### 3.5.4. Método das Vazões Mínimas Noturnas

Consiste na avaliação da vazão dos vazamentos no horário em que o consumo é mínimo no sistema, que ocorre geralmente no período noturno. A vazão dos vazamentos é obtida pela medição de vazão no horário de mínima vazão noturna, associada à variação de pressão no sistema ao longo do dia, resulta no perfil diário de perdas reais no sistema. Para tanto, também é necessária a medição de pressão durante a medição de vazão noturna e ao longo do dia (SOUZA, 2011).

De acordo com Tsutiya (2006), a utilização da Vazão Mínima Noturna para a determinação das Perdas Reais é vantajosa devido ao fato de que, no momento de sua ocorrência, há pouco consumo e as vazões são estáveis (as caixas d'água domiciliares estão cheias), e uma parcela significativa do seu valor refere-se às vazões dos vazamentos. A tabela 9 mostra a composição dos consumos noturnos.

Tabela 9 - Componentes de vazão mínima noturna.

Vazão mínima medida	Vazão noturna dos vazamentos	Vazão noturna dos vazamentos na rede	Vazamentos não-visíveis estimados	Vazamentos não-visíveis estimados
			Vazamentos inerentes nos sistema de distribuição	Na rede
		Vazamentos em tubulações internas das economias		Nos ramais (rede até o hidrômetro)
			Consumo noturno	Nas tubulações internas até a caixa d'água, inclusive
	Nas bóias das caixas d'água			
	Nas tubulações internas de cada economia, após a caixa d'água			
	Uso noturno pelos consumidores	Consumo noturno excepcional		Não-residencial
		Consumo noturno estimado	Residencial	
			Não-residencial	
			Residencial	

Fonte: Autor, adaptado de TSUTIYA (2006)

#### 4. METODOLOGIA

O presente trabalho opta em fazer uma síntese da situação operacional do sistema de abastecimento de água, no que se refere à análise de perdas. Deste modo, foi realizado estudo bibliográfico e coletas de dados operacionais e comerciais, através de consulta interna (*in loco*) e disponibilizados pela Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL – UN. SERTÃO.

Os dados de macromedição e micromedição serão coletados para possíveis verificações com o intuito de apontar quantitativo aproximado de perdas, analisado através do índice percentual de perdas (IP) do sistema que compõe o abastecimento. Essa análise será realizada em questão de produção, distribuição e faturamento, serão feitos diagnósticos em porcentagens do quantitativo do volume distribuído ou produzido (VD), consumo autorizado ou volume utilizado (VU) e volume faturado (VF), referentes aos dados mensais e anuais, para os anos de 2011 a agosto de 2017.

Com as análises espera-se sugerir ações à melhoria operacional, apontando assim, algumas das causas que influenciam os índices de perdas de água físicas e aparentes no presente sistema, buscando possíveis alternativas de redução de perdas, para que o sistema funcione com confiabilidade, sustentabilidade e segurança na execução do mesmo.



#### 4.1. Área de Estudo

O município de Delmiro Gouveia está localizado no estado de Alagoas, como mostra a figura 8 na mesorregião do sertão, possui uma extensão territorial de 626,690 km<sup>2</sup>, onde faz divisa com os estados de Pernambuco, Sergipe e Bahia. Possui população estimada para o ano de 2016 de 52.306 habitantes, segundo dados do IBGE (2017).

Figura 8 - Mapa de localização de Delmiro Gouveia AL.



Fonte: d-maps, 2017

A água que abastece a cidade de Delmiro Gouveia é captada no Rio São Francisco e tratada na Estação de Tratamento de Água do Sistema Coletivo do Sertão localizada em Delmiro Gouveia.

A Estação de Tratamento de Água do Sistema Coletivo do Sertão é uma estação compacta e trata uma vazão de aproximadamente 330 L/s operando 24h por dia com uma produção média de 28.500 m<sup>3</sup>/dia. A estação de tratamento distribui água para sete municípios e para Delmiro Gouveia o volume estimado diário é de 13.800 m<sup>3</sup> (CASAL, 2013). Em julho de 2016 foi inaugurada a ETA Alto Sertão, localizada no município de Pariconha - AL operando 24h por dia, onde bombeia água para os reservatórios da cidade de Delmiro Gouveia, inserindo uma vazão de 160 L/s.

#### 4.2. Quantitativo de Ligações

Informações fornecidas pela Companhia de Saneamento de Alagoas, Casal, através do relatório de ligações e economias, anexo 1, para o mês de agosto de 2017 a empresa possui, em seu sistema, 17.311 imóveis cadastrados, onde existia imóveis que apresentavam situação de ligação ativa (ligada) e inativa (desligada), sem nunca terem sido ligadas ou em outra situação. A tabela 10 detalha as informações:

Tabela 10 - Resumo de ligações e economias.

RAMAIS LIGADOS			RAMAIS DESLIGADOS				RAMAIS DESLIGADOS			
COM HIDRÔ.	SEM HIDRÔ.	TOTAL	COM HIDRÔ.	SEM HIDRÔ.	TOTAL	%	SUPRIM.	DESL + SUPRIM.	SUPRIM. %	INATIVAS %
13.703	689	14.392	2.419	500	2.919	16,86	1.438	4.357	7,67	23,24

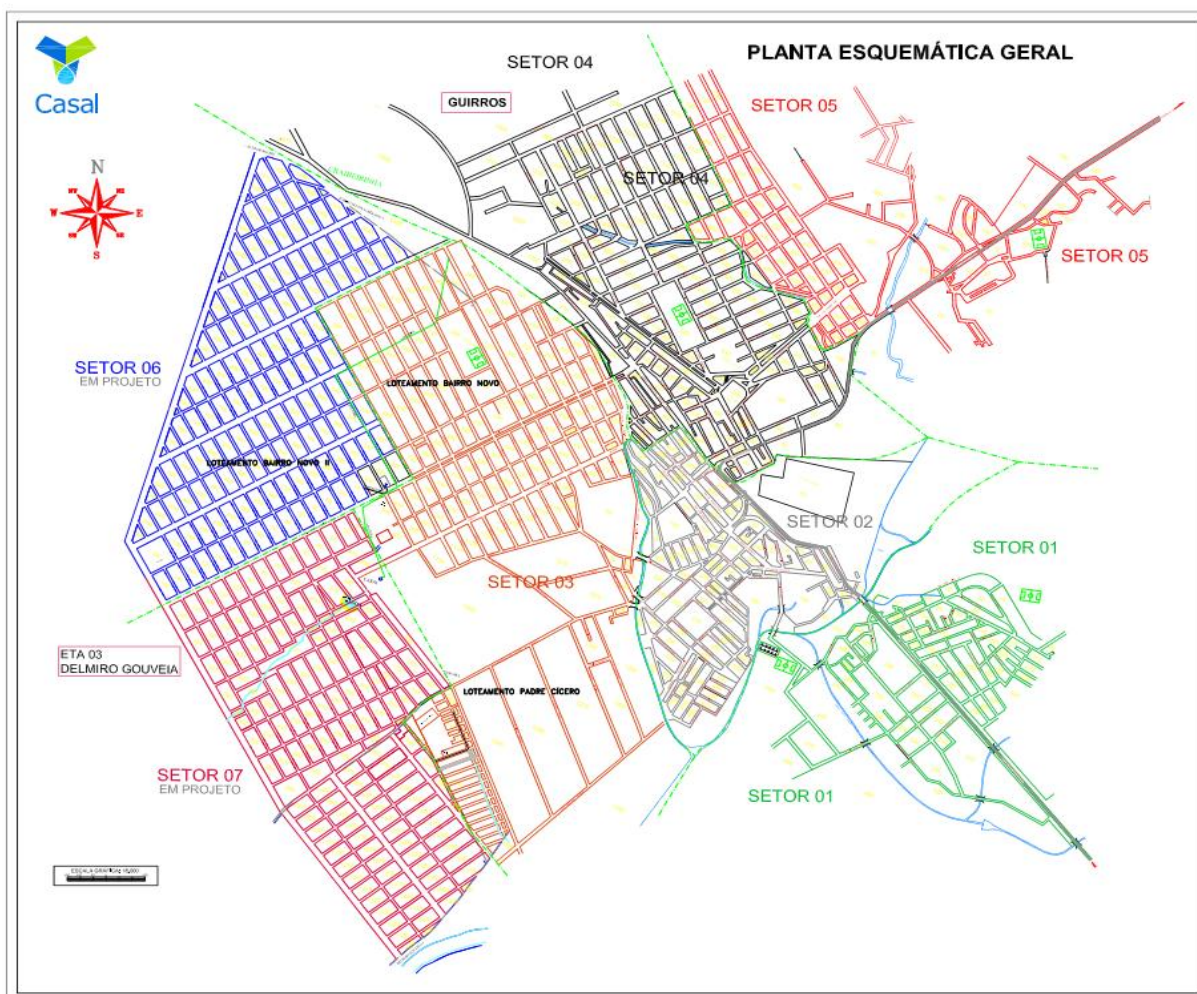
Fonte: Autor, adaptado da CASAL (2017)

A Companhia de Saneamento de Alagoas, subdivide a área urbana em sete setores, de forma a realizar melhor identificação das residências e viabilizar os trabalhos comerciais e operacionais da empresa. O sistema de Tratamento de Água do Sistema Coletivo do Sertão está localizado no setor 07 parte alta da cidade, viabilizando a disposição de distribuição por gravidade para algumas localidades.

O sistema de abastecimento é composto pela seguinte forma:

- Sistema da ETA 03 Delmiro – localizado no setor 07 – Anexo 2;
- Sistema do Guirro – localizado no setor 06 – Anexo 3;
- Adutora de Olho D'água do Casado;
- Adutora de Água Branca.

Figura 9 - Planta Esquemática de Delmiro Gouveia – AL.



Fonte: Autor, adaptado da Casal

#### 4.3. Características do Sistema

O sistema de Delmiro Gouveia é característico por abranger todo o conjunto de elevação para as demais regiões: Água Branca, Olho D'água do Casado, Pariconha, Mata Grande, Inhapi e Canapi, as adutoras que seguem para as regiões citadas passam por dentro da cidade, com isso há a existência de abastecimentos por parte das adutoras em alguns dos setores.

##### ➤ ETA 03 Delmiro

- Três reservatórios semi-enterrados com capacidade de 1250 m<sup>3</sup> cada;
- Duas estações elevatórias: uma com 4 e outra com 2 conjuntos moto-bombas;
- Quatro adutoras que fazem destinação para abastecimento da cidade;
- Principal sistema de tratamento e armazenagem p/ elevação dos demais sistemas.

➤ Guirros

- Dois reservatórios elevados com capacidade de 200 m<sup>3</sup> cada;
- Duas adutoras por gravidade para abastecimento dos setores;
- Abastece os setores 04 e 05.

➤ Adutora de Olho D'água do Casado

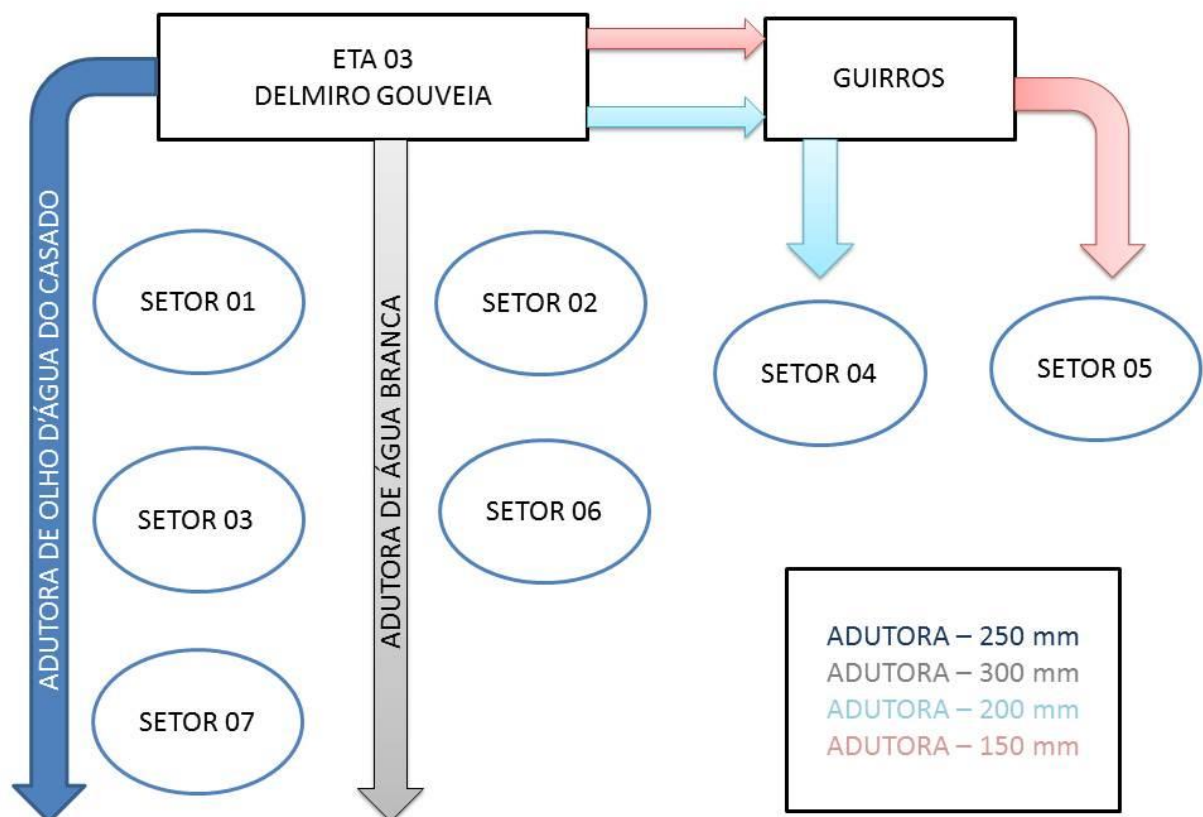
- Abastece os setores 01, 03 e 07.

➤ Adutora de Água Branca

- Abastece os setores 02 e 06.

A figura 10 mostra uma representação superficial de como é realizada essa distribuição por parte das adutoras citadas anteriormente:

Figura 10 - Adutoras de abastecimento dos setores.



Fonte: Autor, 2017

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos para o estudo realizado, apontando os diagnósticos dos volumes de água distribuída, utilizada e contabilizada pela empresa, no qual é possível notar as quantidades de perdas de água e faturamento, em termos de volumes.

Diante das ferramentas estatísticas de cálculo de indicadores de perdas citados na revisão bibliográfica, será utilizado apenas o Indicador Percentual, pois de modo que algumas informações submetidas à empresa não foram contabilizadas e/ou não fazem uso no sistema.

Após coletar todas as informações necessárias na companhia, foram realizadas as análises dos relatórios de produção e distribuição de água, examinando os resultados para gerar os diagnósticos das perdas. Evidente que o sistema estudado não possui muitos recursos técnicos de monitoramento e instrumentos de medição e controle operacional, os resultados aqui presentes são simplificados a partir da entrada de água no sistema, desconsiderando perdas por extravasamentos de reservatórios e lavagens de filtros, que são caracterizadas como perdas de água utilizadas na estação de tratamento e reservação.

O estudo se deu para os seguintes anos:

- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2015
- 2016
- Até agosto de 2017

## 5.1. Diagnóstico de 2011

A tabela 11 apresenta os resultados mensais referentes ao Volume Distribuído ou Produzido (VD), Consumo Autorizado ou Volume Utilizado (VU) e Volume Faturado Medido (VF), bem como o Índice de Perdas (%) e o Consumo per capita para o referido ano.

Tabela 11 - Volumes, perdas e consumo 2011.

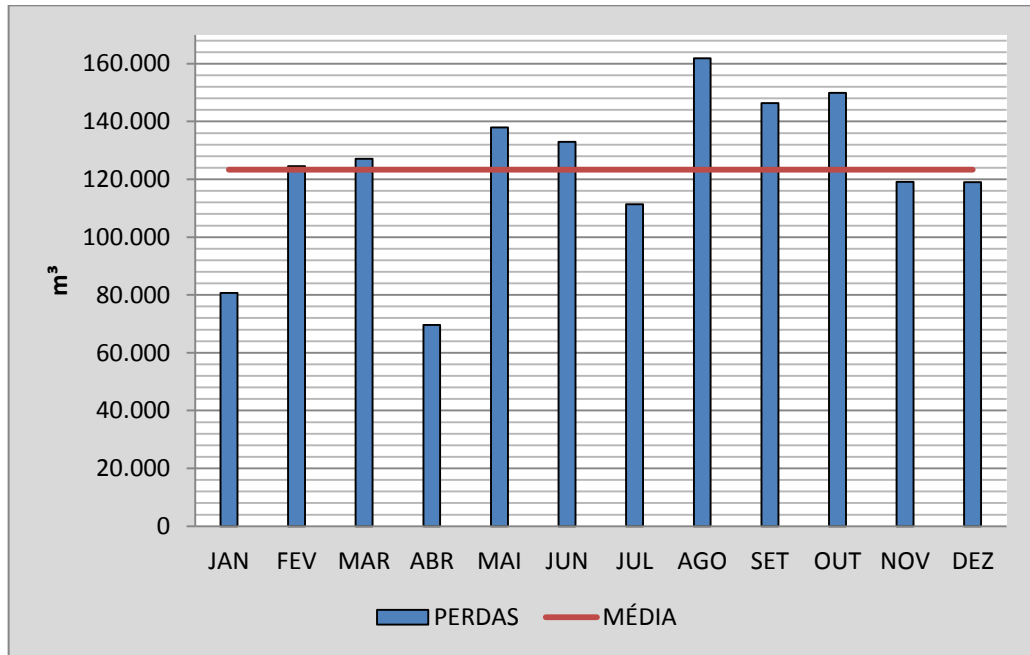
MÊS 2011	Nº LIGAÇÕES	VD (m³)	VU (m³)	VF (m³)	IPL (L/lig.dia)	TOTAL DE PERDAS (m³)	IP (%)	VU (%)	CONSUMO PER CAPITA (L/hab.dia)
JAN	11.651	203.061	122.406	127.463	223	80.655	39,72	60,28	106
FEV	11.766	239.961	115.366	124.284	378	124.595	51,92	48,08	109
MAR	11.837	237.404	110.309	120.206	346	127.095	53,54	46,46	94
ABR	11.888	173.315	103.706	115.262	195	69.609	40,16	59,84	91
MAI	11.939	251.089	113.101	120.053	373	137.988	54,96	45,04	95
JUN	11.974	238.865	105.930	120.481	370	132.935	55,65	44,35	92
JUL	12.001	218.377	106.992	120.798	299	111.385	51,01	48,99	90
AGO	12.049	275.308	113.481	128.102	433	161.827	58,78	41,22	95
SET	12.112	265.216	118.841	130.375	403	146.375	55,19	44,81	102
OUT	12.123	265.111	115.171	128.251	399	149.940	56,56	43,44	96
NOV	12.211	236.324	117.237	129.224	325	119.087	50,39	49,61	100
DEZ	12.314	238.545	119.522	131.610	312	119.023	49,90	50,10	98
Total	<b>Média</b>	2.842.576	1.362.062	1.496.109	4.057,27	1.480.514	<b>51,48</b>	<b>48,52</b>	<b>97,37</b>

Fonte: Autor, 2017

O gráfico 4 representa os valores mensais referentes às perdas de água contabilizada, podemos perceber que alguns meses houve perdas superiores à média, gerando uma receita menor no que se refere ao faturamento da empresa.

Os meses que apresentam valores inferiores à média geram uma receita satisfatória no quesito de faturamento de água, pois é evidente que boa parte da água distribuída foi consumida e faturada.

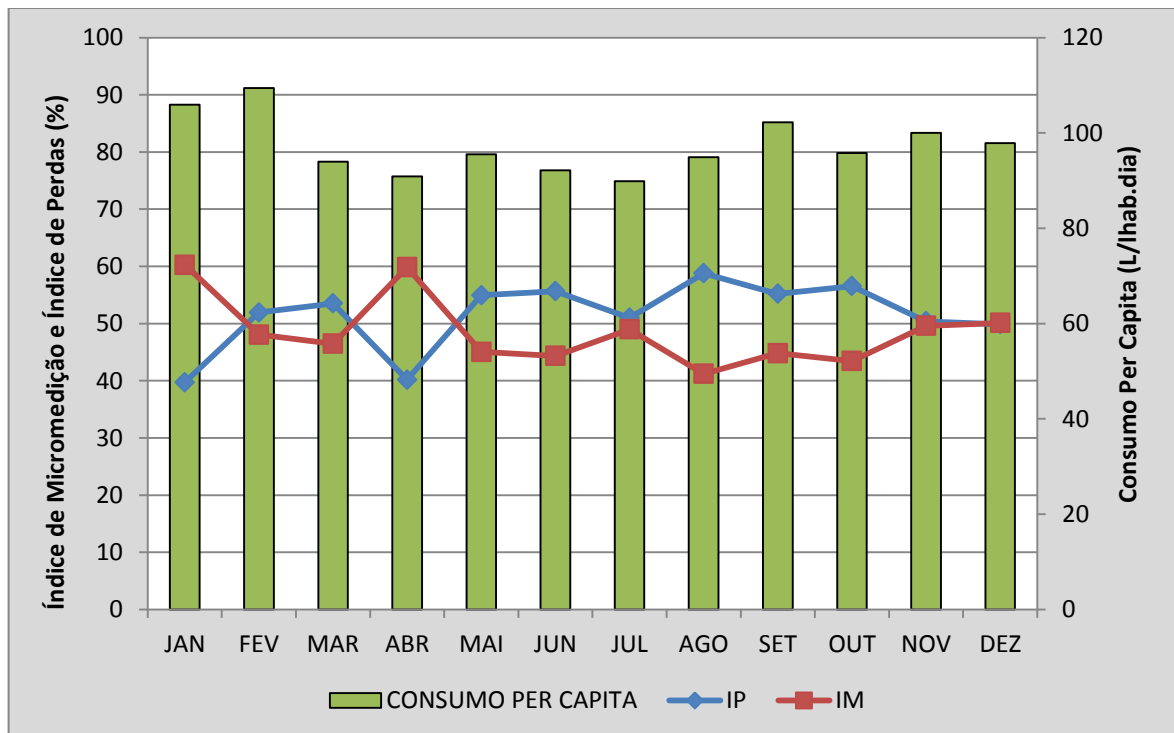
Gráfico 4 - Perdas de água mensal 2011.



Fonte: Autor, 2017

O gráfico 5 apresenta valores de consumo per capita mensais para o referido ano, juntamente com o índice de perdas (IP) e índice de micromedição (IM) relativo ao volume distribuído, ambos em porcentagem.

Gráfico 5 - Consumo médio efetivo per capita 2011.



Fonte: Autor, 2017

A tabela 12 referente à matriz de balanço hídrico apresenta de forma mais detalhada e visual a quantidade de água distribuída, utilizada e faturada. Valores em termos de tendência alta expresso em volumes ao longo dos anos de operação do sistema.

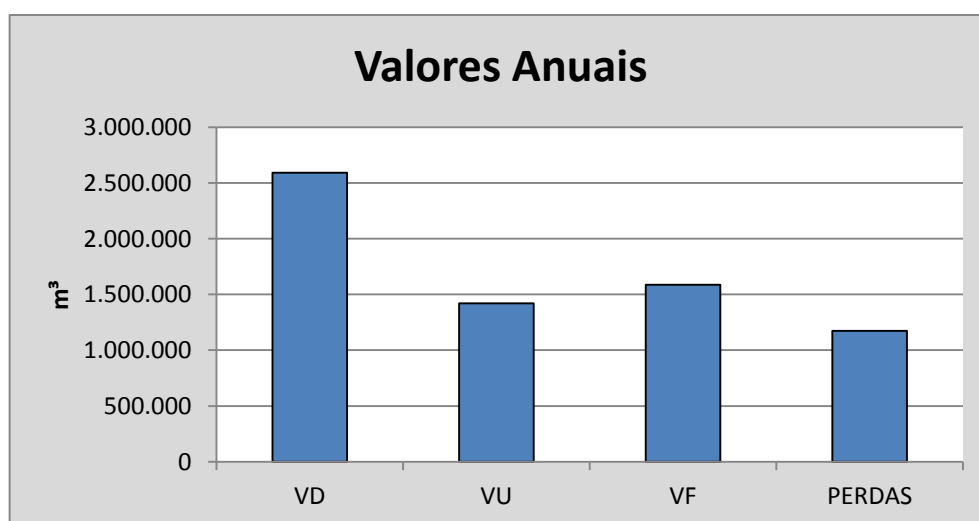
Tabela 12 - Matriz de balanço hídrico 2011.

<b>Volume Distribuído Anualmente (entrada no sistema)</b>  <b>2.842.576 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado</b>  <b>1.496.736,20 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado Faturado</b>  <b>1.496.109 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Medido Faturado</b> <b>1.362.062 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Água Faturada</b>  <b>1.496.109 m<sup>3</sup>/ano</b>
			<b>Consumo Não Medido Faturado</b> <b>134.047 m<sup>3</sup>/ano</b>	
		<b>Consumo Autorizado Não Faturado Medido</b>  <b>627,20 m<sup>3</sup>/ano</b>		<b>Água Não Faturada</b>  <b>1.346.467 m<sup>3</sup>/ano</b>
	<b>Perdas de Água</b>  <b>1.345.839,80 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Perdas Reais e Aparentes</b>  <b>1.345.839,80 m<sup>3</sup>/ano</b>		

Fonte: Autor, 2017

O gráfico 6 expõe de modo geral valores anuais do sistema apresentados: Volume Disponibilizado Medido (VD), Volume Utilizado Medido (VU) e Volume Faturado Medido Corrigido (VF) e Perdas.

Gráfico 6 - Valores anuais 2011.



Fonte: Autor, 2017



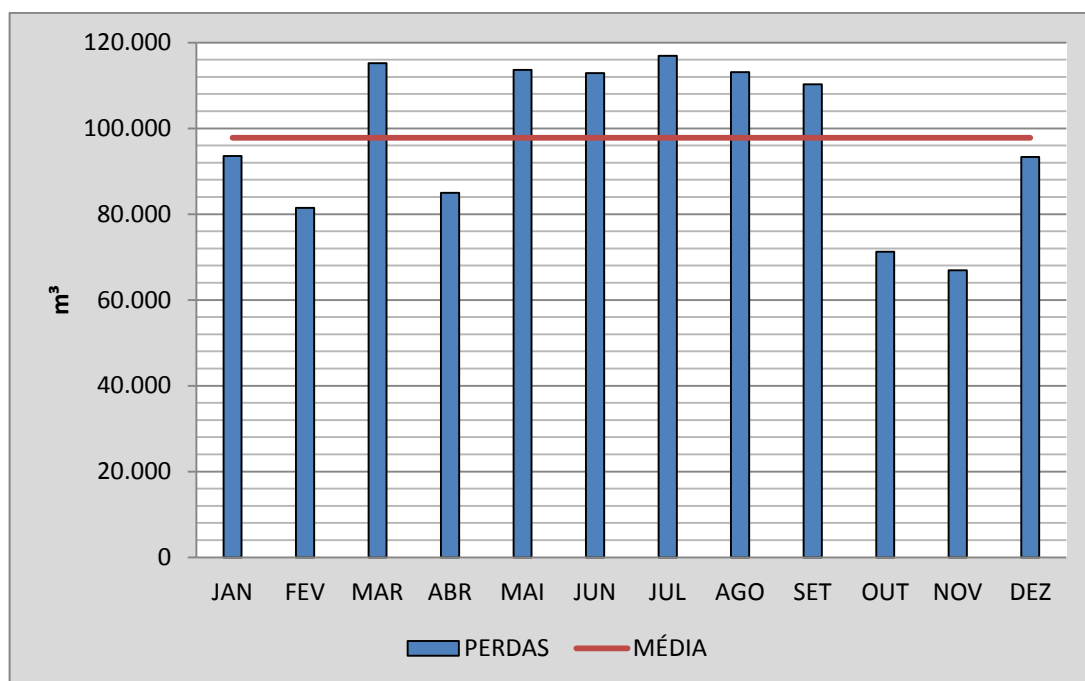
## 5.2. Diagnóstico de 2012

Tabela 13 - Volumes, perdas e consumo 2012.

MÊS 2012	Nº LIGAÇÕES	VD (m³)	VU (m³)	VF (m³)	IPL (L/lig.dia)	TOTAL DE PERDAS (m³)	IP (%)	VU (%)	CONSUMO PER CAPITA (L/hab.dia)
JAN	12.395	216.888	123.364	135.412	243	93.524	43,12	56,88	100
FEV	12.460	204.672	123.209	135.236	233	81.463	39,80	60,20	110
MAR	12.539	232.536	117.331	131.241	296	115.205	49,54	50,46	94
ABR	12.612	212.931	127.971	135.857	225	84.960	39,90	60,10	106
MAI	12.678	233.558	119.952	132.461	289	113.606	48,64	51,36	95
JUN	12.728	231.542	118.631	133.120	296	112.911	48,76	51,24	97
JUL	12.796	228.641	111.764	129.401	295	116.877	51,12	48,88	88
AGO	12.793	226.644	113.565	127.136	285	113.079	49,89	50,11	89
SET	12.848	219.818	109.525	127.642	286	110.293	50,17	49,83	89
OUT	12.933	183.957	112.687	130.683	178	71.270	38,74	61,26	88
NOV	13.017	185.260	118.387	132.901	171	66.873	36,10	63,90	95
DEZ	13.084	216.232	122.939	135.584	230	93.293	43,14	56,86	95
Total	<b>Média</b>	<b>2.592.679</b>	<b>1.419.325</b>	<b>1.586.674</b>	<b>3.027,53</b>	<b>1.173.354</b>	<b>44,91</b>	<b>55,09</b>	<b>94,72</b>

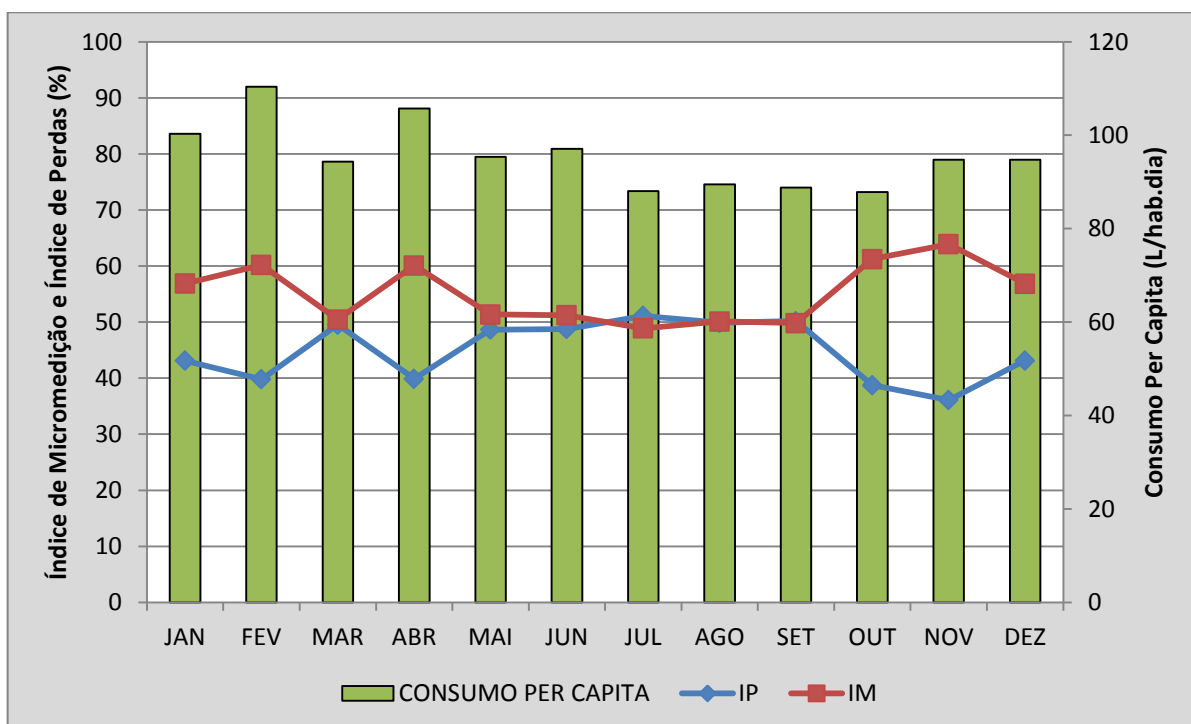
Fonte: Autor, 2017

Gráfico 7 - Perdas de água mensal 2012.



Fonte: Autor, 2017

Gráfico 8 - Consumo médio efetivo per capita 2012.



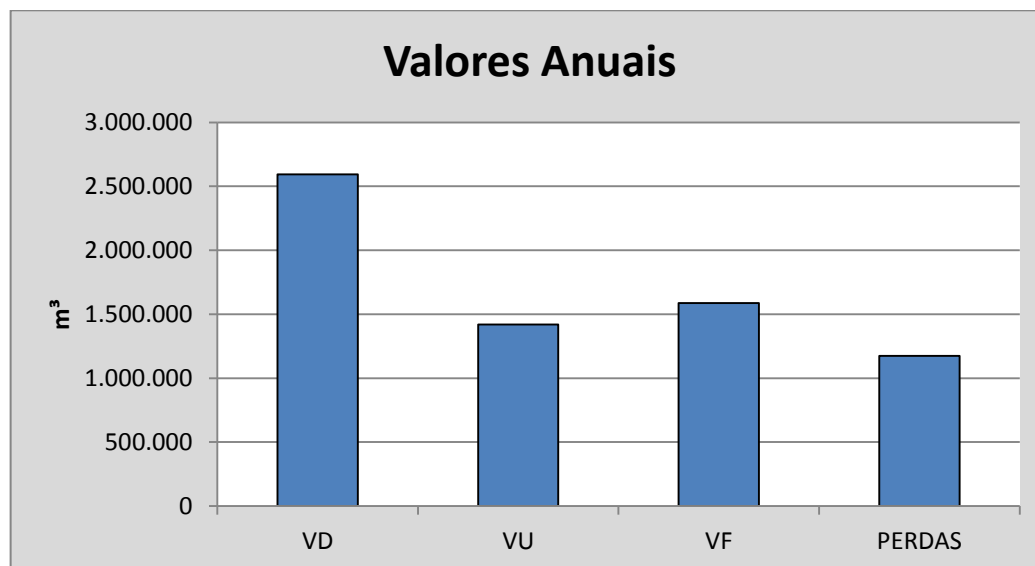
Fonte: Autor, 2017

Tabela 14 - Matriz de balanço hídrico 2012.

<b>Volume Distribuído Anualmente (entrada no sistema)</b>	<b>Consumo Autorizado</b> 1.587.258 m <sup>3</sup> /ano	<b>Consumo Autorizado Faturado</b>	<b>Consumo Medido Faturado</b> 1.362.062 m <sup>3</sup> /ano	<b>Água Faturada</b> 1.586.674 m <sup>3</sup> /ano
		<b>1.586.674 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Não Medido Faturado</b> 167.349 m <sup>3</sup> /ano	
<b>2.592.679 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Perdas de Água</b> 1.004.421 m <sup>3</sup> /ano	<b>Consumo Autorizado Não Faturado Medido</b> 584 m <sup>3</sup> /ano		<b>Água Não Faturada</b> 1.006.005 m <sup>3</sup> /ano
		<b>Perdas Reais e Aparentes</b> 1.479.866,80 m <sup>3</sup> /ano		

Fonte: Autor, 2017

Gráfico 9 - Valores anuais 2012.



Fonte: Autor, 2017

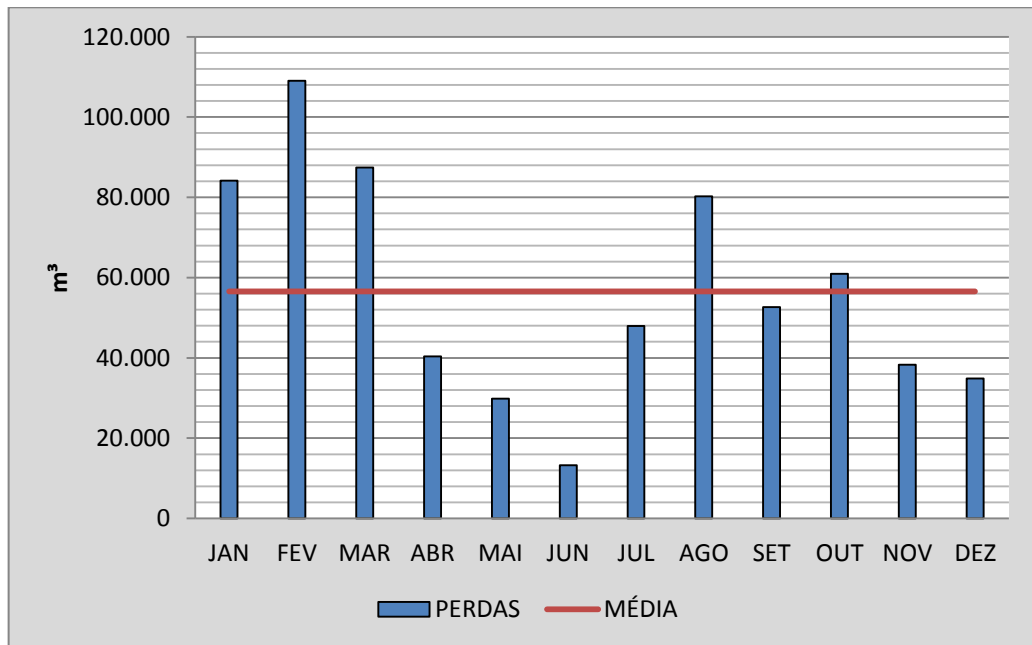
## 5.3. Diagnóstico de 2013

Tabela 15 - Volumes, perdas e consumo 2013.

MÊS 2013	Nº LIGAÇÕES	VD (m³)	VU (m³)	VF (m³)	IPL (L/lig.dia)	TOTAL DE PERDAS (m³)	IP (%)	VU (%)	CONSUMO PER CAPITA (L/hab.dia)
JAN	13.203	211.438	127.301	140.812	206	84.137	39,79	60,21	97
FEV	13.301	233.991	124.953	140.457	293	109.038	46,60	53,40	105
MAR	13.412	208.137	120.684	132.043	210	87.453	42,02	57,98	91
ABR	13.444	174.673	134.318	135.671	100	40.355	23,10	76,90	104
MAI	13.483	161.558	131.739	133.059	71	29.819	18,46	81,54	98
JUN	13.469	156.820	143.556	132.254	33	13.264	8,46	91,54	111
JUL	13.489	192.459	144.551	132.785	115	47.908	24,89	75,11	108
AGO	13.588	216.125	135.903	137.760	190	80.222	37,12	62,88	101
SET	13.621	198.742	146.094	141.391	129	52.648	26,49	73,51	112
OUT	13.689	207.036	146.113	140.657	144	60.923	29,43	70,57	108
NOV	13.729	185.259	146.947	142.693	93	38.312	20,68	79,32	111
DEZ	13.766	178.550	143.691	139.690	82	34.859	19,52	80,48	105
<b>Total</b>		<b>2.324.788</b>	<b>1.645.850</b>	<b>1.649.272</b>	<b>1.665,03</b>	<b>678.938</b>	<b>28,05</b>	<b>71,95</b>	<b>104,27</b>
<b>Média</b>									

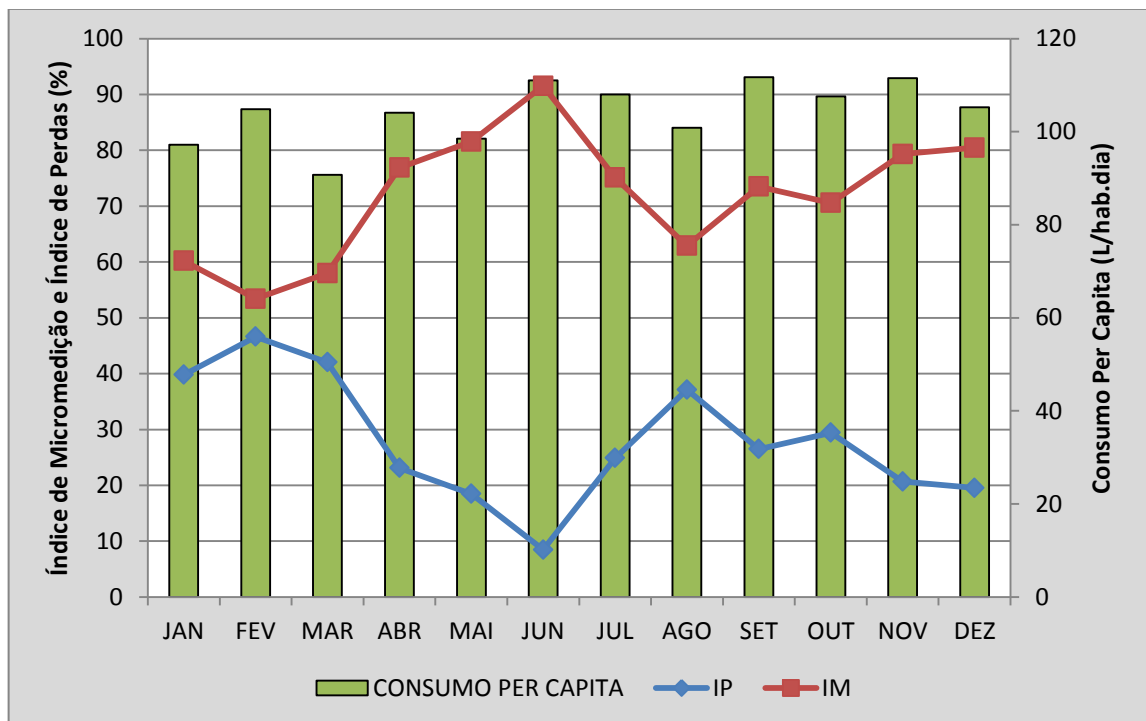
Fonte: Autor, 2017

Gráfico 10 - Perdas de água mensal 2013.



Fonte: Autor, 2017

Gráfico 11 - Consumo médio efetivo per capita 2013.



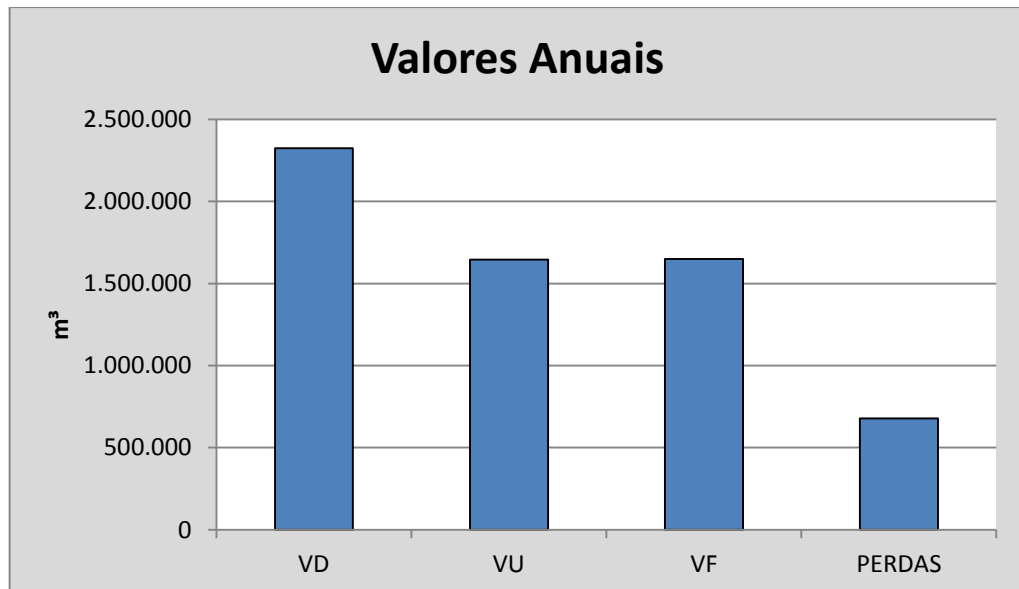
Fonte: Autor, 2017

Tabela 16 - Matriz de balanço hídrico 2013.

<b>Volume Distribuído Anualmente (entrada no sistema)</b>  2.324.788 m <sup>3</sup> /ano	<b>Consumo Autorizado</b>  1.698.174 m <sup>3</sup> /ano	<b>Consumo Autorizado Faturado</b>  1.645.850 m <sup>3</sup> /ano	<b>Consumo Medido Faturado</b> 1.645.850 m <sup>3</sup> /ano	<b>Água Faturada</b>  1.649.272 m <sup>3</sup> /ano
			<b>Consumo Não Medido Faturado</b> 3.422 m <sup>3</sup> /ano	
		<b>Consumo Autorizado Não Faturado Medido</b>  43.324 m <sup>3</sup> /ano		<b>Água Não Faturada</b>  675.516 m <sup>3</sup> /ano
	<b>Perdas de Água</b>  626.614 m <sup>3</sup> /ano	<b>Perdas Reais e Aparentes</b>  626.614 m <sup>3</sup> /ano		

Fonte: Autor, 2017

Gráfico 12 - Valores anuais 2013.



Fonte: Autor, 2017

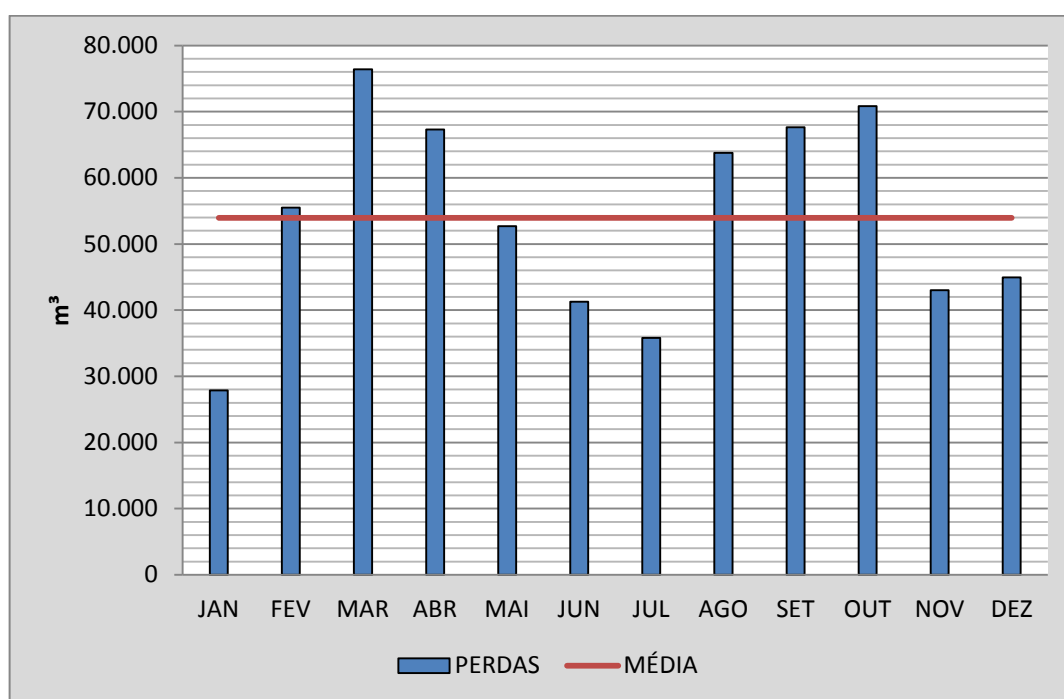
## 5.4. Diagnóstico de 2014

Tabela 17 - Volumes, perdas e consumo 2014.

MÊS 2014	Nº LIGAÇÕES	VD (m³)	VU (m³)	VF (m³)	IPL (L/lig.dia)	TOTAL DE PERDAS (m³)	IP (%)	VU (%)	CONSUMO PER CAPITA (L/hab.dia)
JAN	13.933	174.842	146.951	142.166	65	27.891	15,95	84,05	106
FEV	13.952	201.321	145.810	139.721	142	55.511	27,57	72,43	117
MAR	14.010	216.348	139.934	135.156	176	76.414	35,32	64,68	101
ABR	14.021	209.751	142.473	136.515	160	67.278	32,08	67,92	106
MAI	14.029	194.286	141.582	134.022	121	52.704	27,13	72,87	102
JUN	14.139	181.255	139.975	135.973	97	41.280	22,77	77,23	103
JUL	14.177	173.793	137.983	132.921	81	35.810	20,60	79,40	98
AGO	14.207	201.091	137.311	132.270	145	63.780	31,72	68,28	97
SET	14.404	207.044	139.408	133.819	157	67.636	32,67	67,33	101
OUT	14.438	214.409	143.583	139.001	158	70.826	33,03	66,97	100
NOV	14.472	189.704	146.708	141.381	99	42.996	22,66	77,34	106
DEZ	14.539	179.133	134.171	132.855	100	44.962	25,10	74,90	93
<b>Total</b> <i>Média</i>		<b>2.342.977</b>	<b>1.695.889</b>	<b>1.635.800</b>	<b>1.500,92</b>	<b>647.088</b>	<b>27,22</b>	<b>72,78</b>	<b>102,47</b>

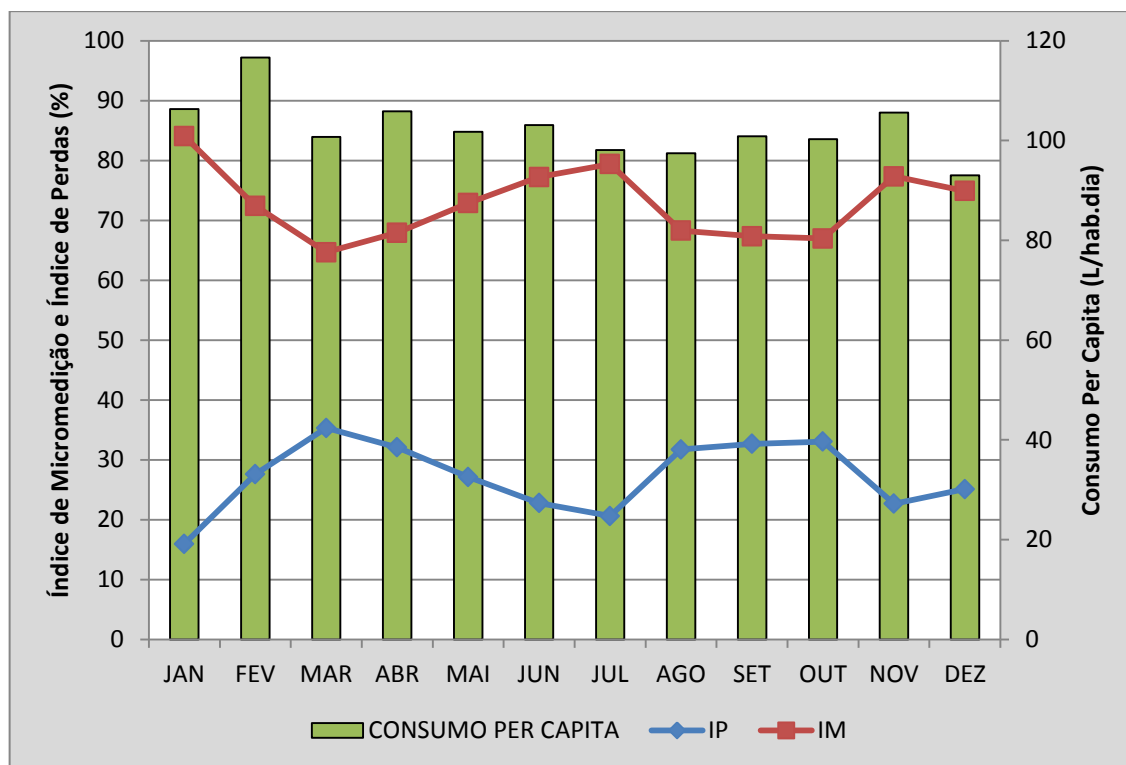
Fonte: Autor, 2017

Gráfico 13 - Perdas de água mensal 2014.



Fonte: Autor, 2017

Gráfico 14 - Consumo médio efetivo per capita 2014.



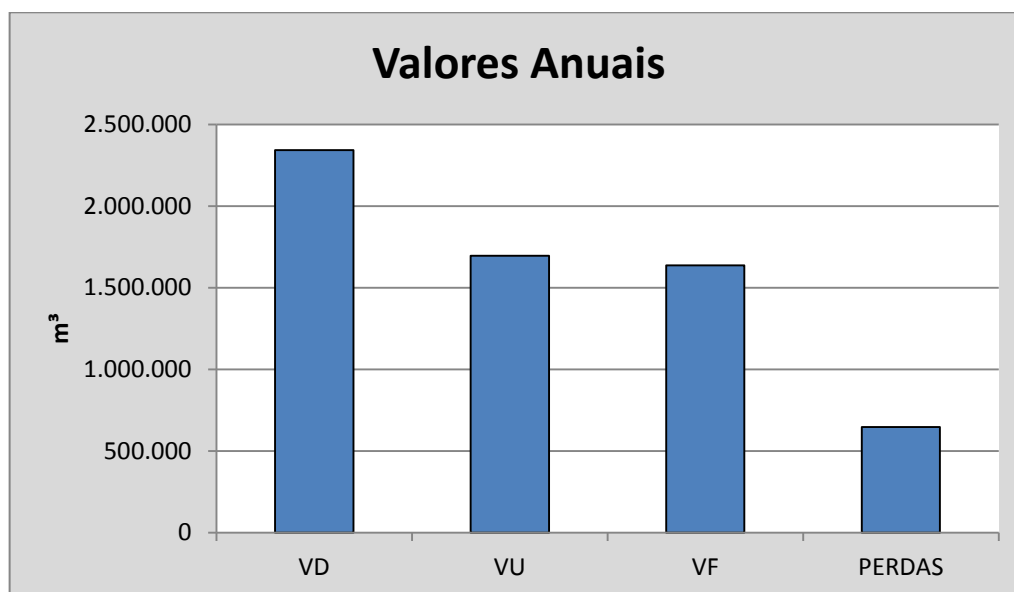
Fonte: Autor, 2017

Tabela 18 - Matriz de balanço hídrico 2014.

<b>Volume Distribuído Anualmente (entrada no sistema)</b>  <b>2.342.977 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado</b> <b>1.695.889 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado Faturado</b> <b>1.695.889 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Medido Faturado</b> <b>1.635.800 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Água Faturada</b> <b>1.635.800 m<sup>3</sup>/ano</b>
			<b>Consumo Não Medido Faturado</b> <b>0 m<sup>3</sup>/ano</b>	
		<b>Consumo Autorizado Não Faturado Medido</b> <b>60.089 m<sup>3</sup>/ano</b>		<b>Água Não Faturada</b> <b>707.177 m<sup>3</sup>/ano</b>
	<b>Perdas de Água</b> <b>647.088 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Perdas Reais e Aparentes</b> <b>647.088 m<sup>3</sup>/ano</b>		

Fonte: Autor, 2017

Gráfico 15 - Valores anuais 2014.



Fonte: Autor, 2017

## 5.5. Diagnóstico de 2015

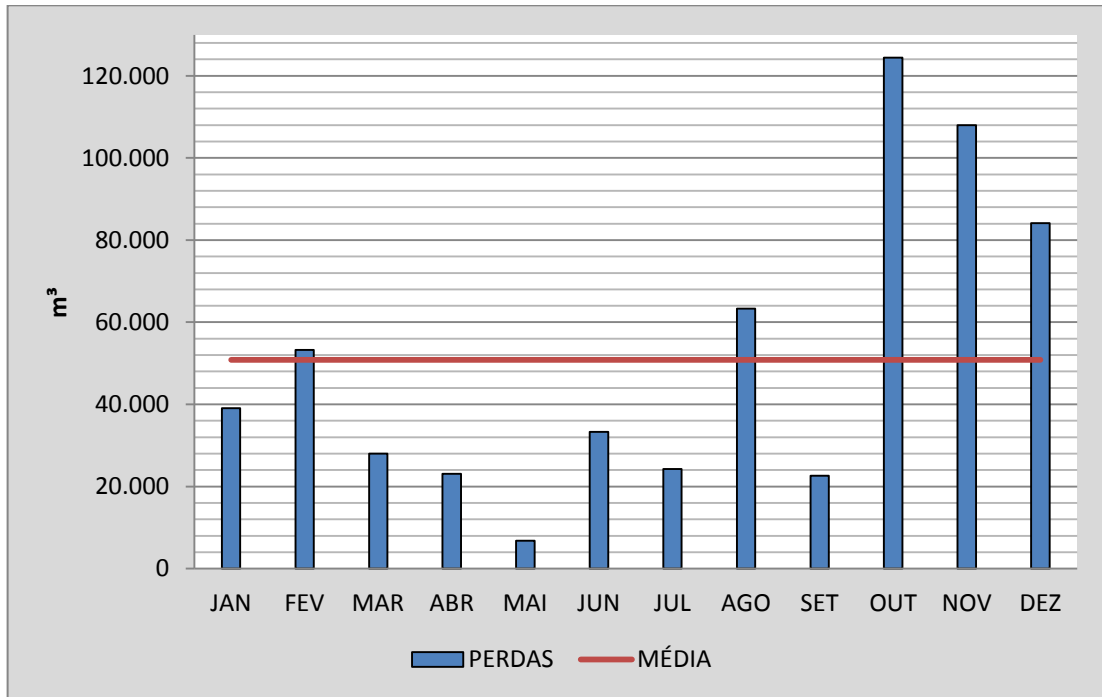
Tabela 19 - Volumes, perdas e consumo 2015.

MÊS 2015	Nº LIGAÇÕES	VD (m³)	VU (m³)	VF (m³)	IPL (L/lig.dia)	TOTAL DE PERDAS (m³)	IP (%)	VU (%)	CONSUMO PER CAPITA (L/hab.dia)
JAN	14.570	186.325	147.248	144.803	87	39.077	20,97	79,03	102
FEV	14.624	191.974	138.716	137.622	130	53.258	27,74	72,26	106
MAR	14.661	175.613	147.583	145.143	62	28.030	15,96	84,04	101
ABR	14.683	174.795	151.735	147.589	52	23.060	13,19	86,81	108
MAI	14.675	155.702	148.876	144.551	15	6.826	4,38	95,62	102
JUN	14.692	164.988	131.703	128.287	76	33.285	20,17	79,83	93
JUL	14.638	165.191	140.925	137.093	53	24.266	14,69	85,31	97
AGO	14.553	200.586	137.309	134.334	140	63.277	31,55	68,45	95
SET	14.559	151.164	128.534	126.451	52	22.630	14,97	85,03	92
OUT	14.553	271.413	147.008	144.858	276	124.405	45,84	54,16	102
NOV	14.539	255.502	147.561	145.436	247	107.941	42,25	57,75	106
DEZ	14.522	218.575	134.473	132.607	187	84.102	38,48	61,52	93
<b>Total Média</b>		<b>2.311.828</b>	<b>1.701.671</b>	<b>1.668.774</b>	<b>1.376,72</b>	<b>610.157</b>	<b>24,18</b>	<b>75,82</b>	<b>99,79</b>

Fonte: Autor, 2017

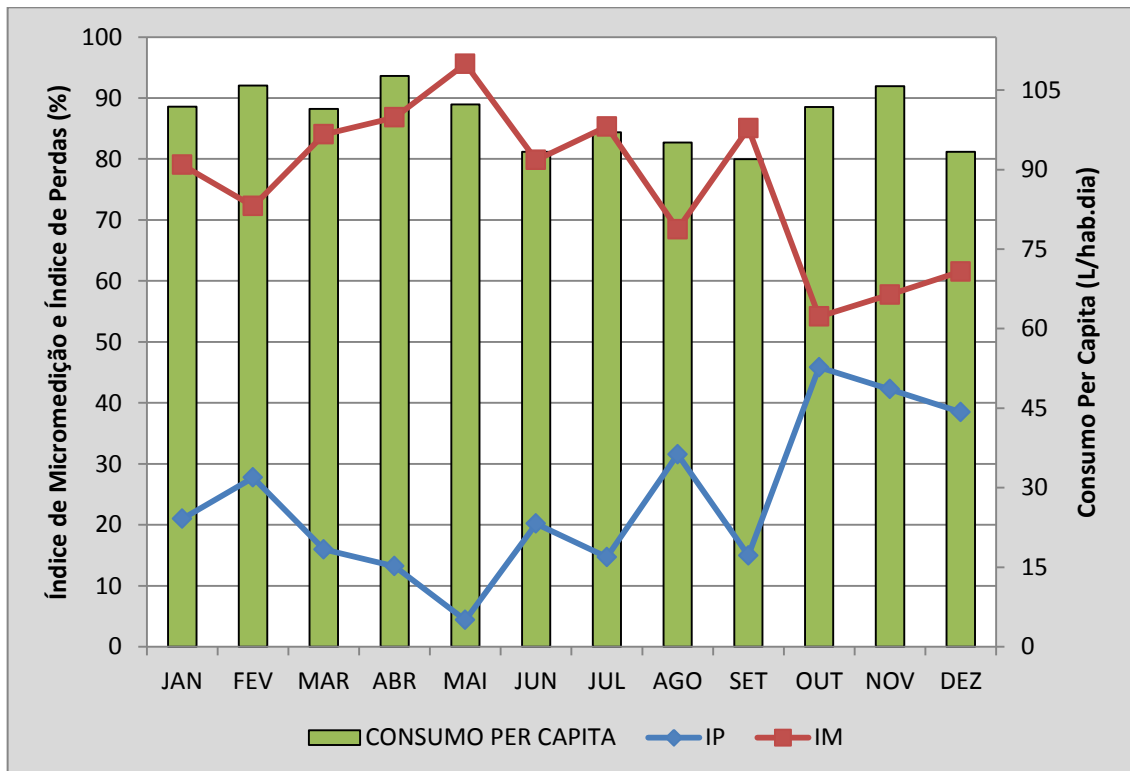


Gráfico 16 - Perdas de água mensal 2015.



Fonte: Autor, 2017

Gráfico 17 - Consumo médio efetivo per capita 2015.



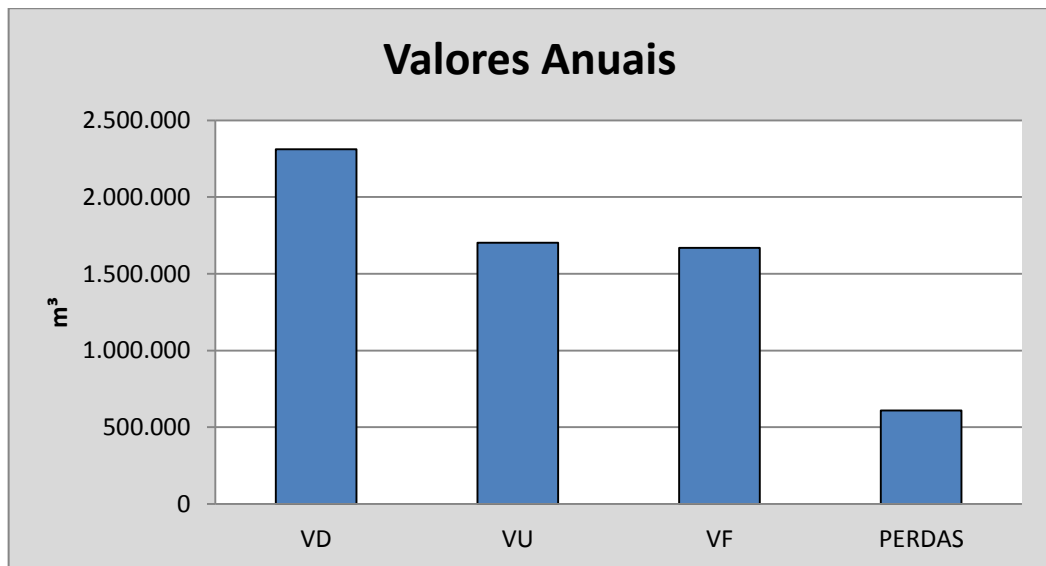
Fonte: Autor, 2017

Tabela 20 - Matriz de balanço hídrico 2015.

<b>Volume Distribuído Anualmente (entrada no sistema)</b>  <b>2.311.828 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado</b>  <b>1.701.671 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado Faturado</b>  <b>1.701.671 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Medido Faturado</b> <b>1.668.774 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Água Faturada</b>  <b>1.668.774 m<sup>3</sup>/ano</b>
			<b>Consumo Não Medido Faturado</b> <b>0 m<sup>3</sup>/ano</b>	
		<b>Consumo Autorizado Não Faturado Medido</b>  <b>32.897 m<sup>3</sup>/ano</b>		<b>Água Não Faturada</b>  <b>643.054 m<sup>3</sup>/ano</b>
	<b>Perdas de Água</b>  <b>610.157 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Perdas Reais e Aparentes</b>  <b>610.157 m<sup>3</sup>/ano</b>		

Fonte: Autor, 2017

Gráfico 18 - Valores anuais 2015.



Fonte: Autor, 2017

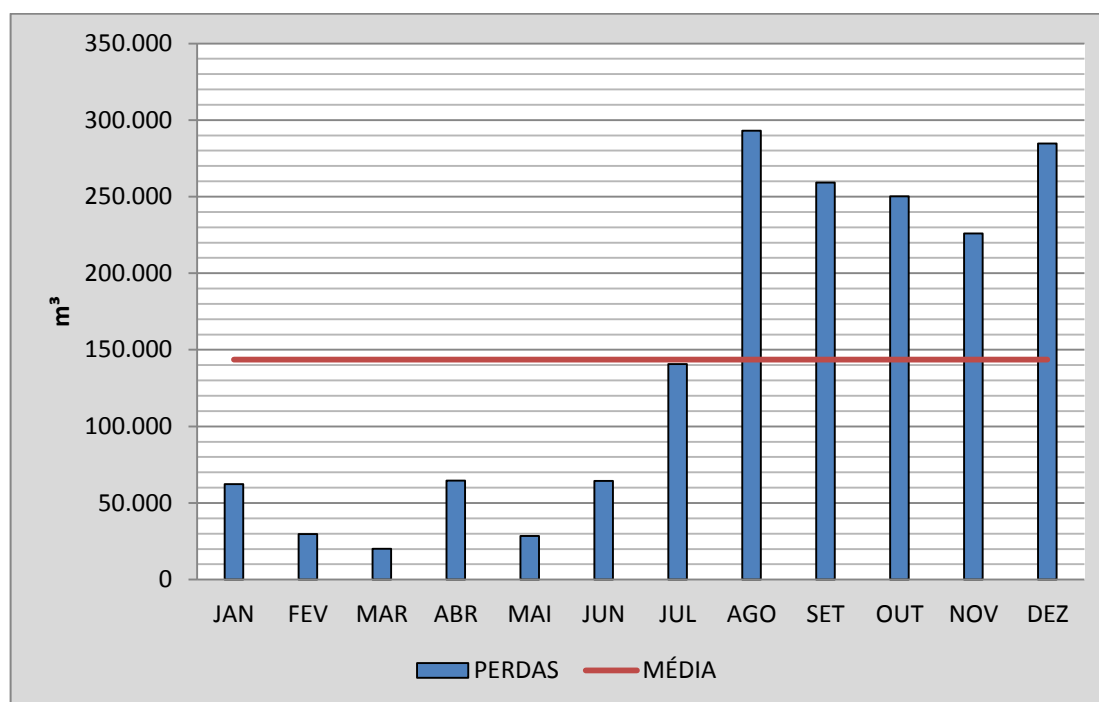
## 5.6. Diagnóstico de 2016

Tabela 21 - Volumes, perdas e consumo 2016.

MÊS 2016	Nº LIGAÇÕES	VD (m³)	VU (m³)	VF (m³)	IPL (L/lig.dia)	TOTAL DE PERDAS (m³)	IP (%)	VU (%)	CONSUMO PER CAPITA (L/hab.dia)
JAN	14.549	207.075	144.682	142.751	138	62.393	30,13	69,87	100
FEV	14.555	164.971	135.293	132.894	73	29.678	17,99	82,01	104
MAR	14.560	152.202	132.116	129.856	45	20.086	13,20	86,80	91
ABR	14.540	211.025	146.357	141.923	148	64.668	30,64	69,36	105
MAI	14.515	169.979	141.522	137.277	63	28.457	16,74	83,26	98
JUN	14.490	202.396	137.924	135.124	148	64.472	31,85	68,15	99
JUL	14.484	276.561	135.803	131.129	313	140.758	50,90	49,10	95
AGO	14.477	425.244	132.091	129.574	653	293.153	68,94	31,06	92
SET	14.454	396.293	137.065	136.249	598	259.228	65,41	34,59	99
OUT	14.408	391.562	141.404	137.545	560	250.158	63,89	36,11	99
NOV	14.399	367.822	141.933	138.769	523	225.889	61,41	38,59	103
DEZ	14.435	409.425	124.780	121.754	636	284.645	69,52	30,48	87
Total	<b>Média</b>	3.374.555	1.650.970	1.614.845	3.899,10	1.723.585	<b>43,39</b>	<b>56,61</b>	<b>97,65</b>

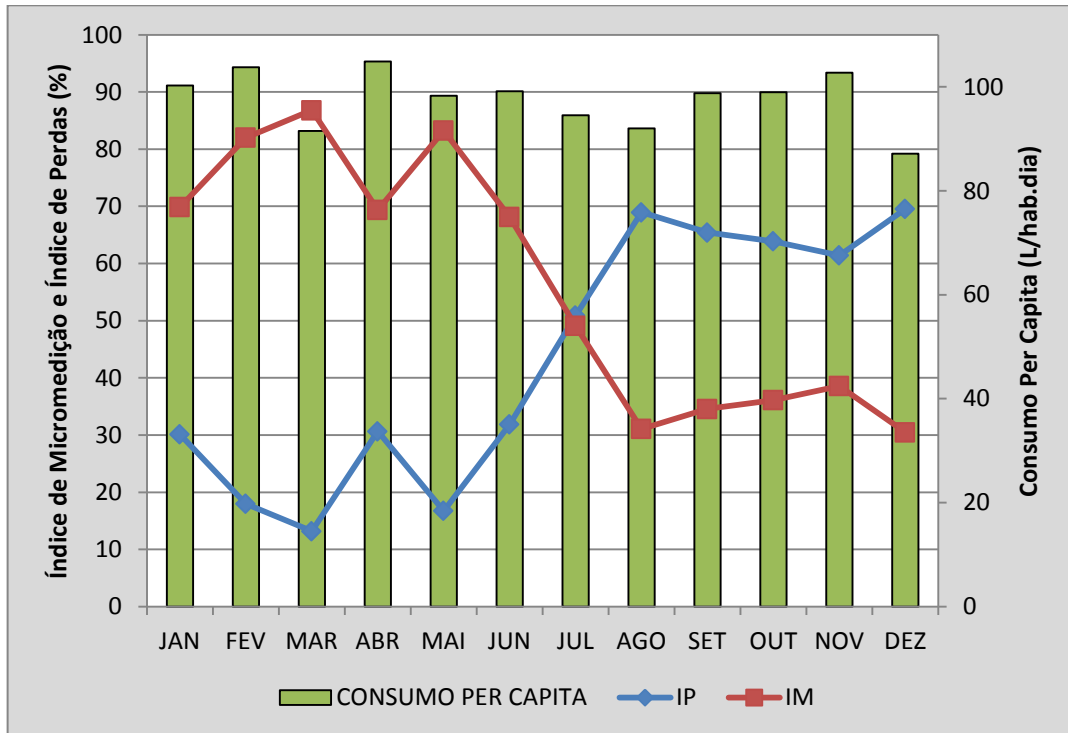
Fonte: Autor, 2017

Gráfico 19 - Perdas de água mensal 2016.



Fonte: Autor, 2017

Gráfico 20 - Consumo médio efetivo per capita 2016.



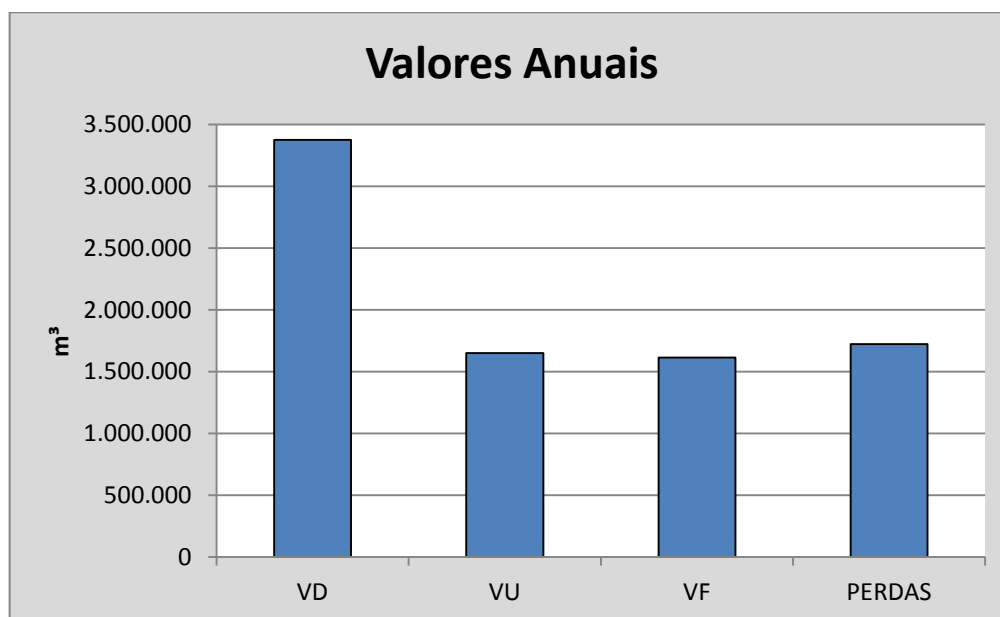
Fonte: Autor, 2017

Tabela 22 - Matriz de balanço hídrico 2016.

<b>Volume Distribuído Anualmente (entrada no sistema)</b>  <b>3.374.555 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado</b>  <b>1.650.970 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado Faturado</b>	<b>Consumo Medido Faturado</b> <b>1.614.845 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Água Faturada</b>  <b>1.614.845 m<sup>3</sup>/ano</b>
		<b>1.650.970 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Não Medido Faturado</b> <b>0 m<sup>3</sup>/ano</b>	
	<b>Perdas de Água</b>  <b>1.723.585 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado Não Faturado Medido</b>  <b>36.125 m<sup>3</sup>/ano</b>		<b>Água Não Faturada</b>  <b>1.759.710 m<sup>3</sup>/ano</b>
		<b>Perdas Reais e Aparentes</b>  <b>1.723.585 m<sup>3</sup>/ano</b>		

Fonte: Autor, 2017

Gráfico 21 - Valores anuais 2016.



Fonte: Autor, 2017

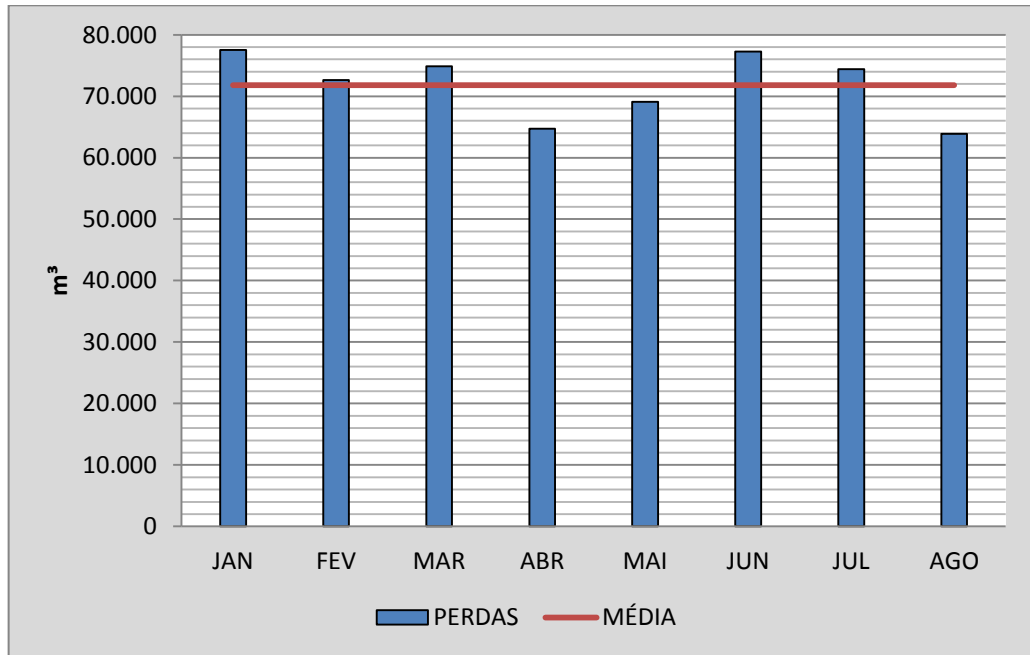
## 5.7. Diagnóstico de 2017

Tabela 23 - Volumes, perdas e consumo 2017.

MÊS 2017	Nº LIGAÇÕES	VD (m³)	VU (m³)	VF (m³)	IPL (L/lig.dia)	TOTAL DE PERDAS (m³)	IP (%)	VU (%)	CONSUMO PER CAPITA (L/hab.dia)
JAN	14.417	430.615	353.101	125.117	173	77.514	18,0	82,0	247
FEV	14.473	382.228	309.605	122.406	179	72.623	19,0	81,0	239
MAR	14.416	394.103	319.227	113.481	168	74.876	19,0	81,0	223
ABR	14.409	359.621	294.891	117.286	150	64.730	18,0	82,0	213
MAI	14.478	383.774	314.692	114.764	154	69.082	18,0	82,0	219
JUN	14.498	429.182	351.938	115.015	178	77.244	18,0	82,0	253
JUL	14.410	413.310	338.915	104.728	167	74.395	18,0	82,0	237
AGO	14.392	304.095	240.234	101.559	143	63.861	21,0	79,0	168
<b>Total</b>		<b>3.096.928</b>	<b>2.522.603</b>	<b>914.356</b>	<b>1.311,13</b>	<b>574.325</b>	<b>18,62</b>	<b>81,38</b>	<b>224,92</b>
<b>Média</b>									

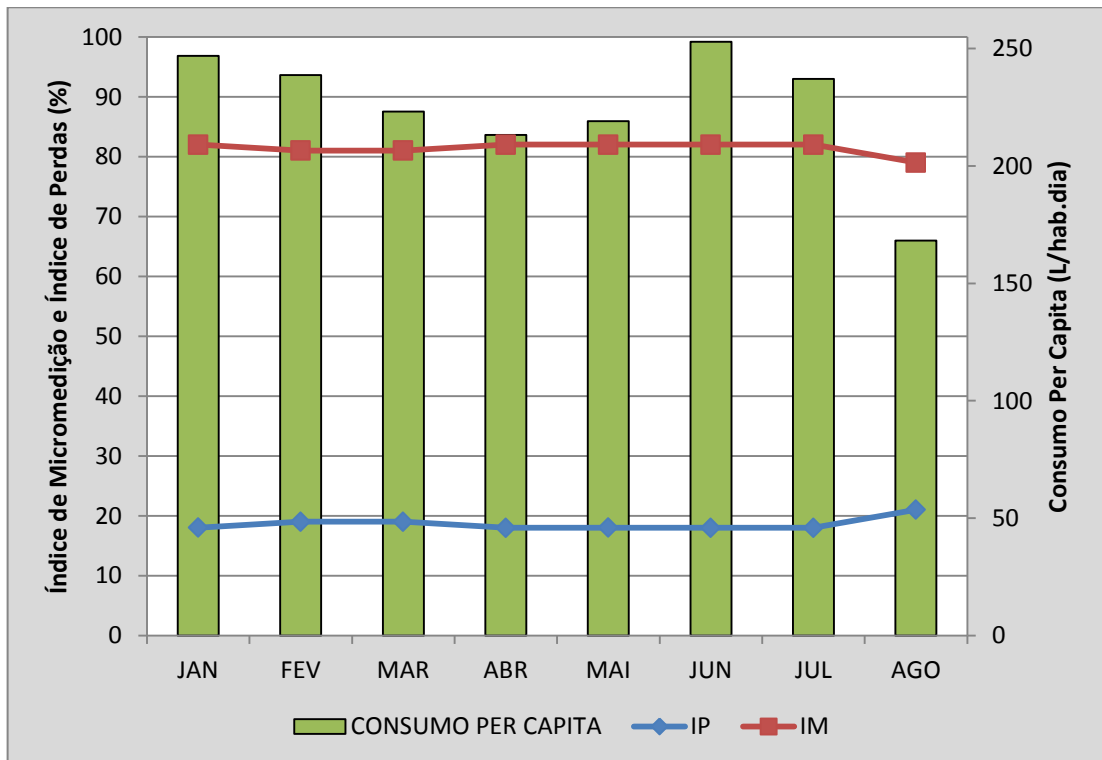
Fonte: Autor, 2017

Gráfico 22 - Perdas de água mensal 2017.



Fonte: Autor, 2017

Gráfico 23 - Consumo médio efetivo per capita 2017.



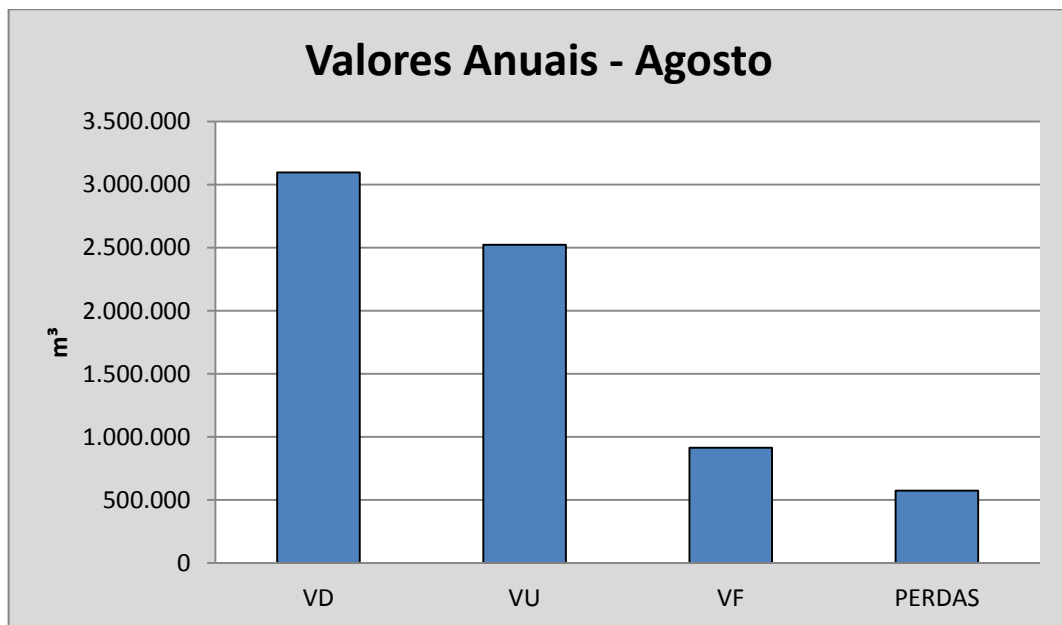
Fonte: Autor, 2017

Tabela 24 - Matriz de balanço hídrico 2017.

<b>Volume Distribuído Anualmente (entrada no sistema)</b>  <b>3.096.928 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado</b>  <b>2.522.603 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Autorizado Faturado</b>  <b>914.356 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Consumo Medido Faturado</b> <b>914.356 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Água Faturada</b>  <b>914.356 m<sup>3</sup>/ano</b>
			<b>Consumo Não Medido Faturado</b> <b>0 m<sup>3</sup>/ano</b>	
		<b>Consumo Autorizado Não Faturado Medido</b>  <b>1.608.247 m<sup>3</sup>/ano</b>		<b>Água Não Faturada</b>  <b>2.182.572 m<sup>3</sup>/ano</b>
	<b>Perdas de Água</b>  <b>574.325 m<sup>3</sup>/ano</b>	<b>Perdas Reais e Aparentes</b>  <b>574.325 m<sup>3</sup>/ano</b>		

Fonte: Autor, 2017

Gráfico 24 - Valores anuais 2017.



Fonte: Autor, 2017

Mediante os diagnósticos apresentados anteriormente é característico que as perdas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água, diante do estudo pode-se observar que para alguns anos têm-se índices de caráter respectivos baixos e elevados, a qual relaciona altos custos de energia elétrica e redução financeira para a companhia.

Uma relevante informação disponível calculada refere-se aos consumos médios *per capita* de água, que apresentam valores inferiores a média nacional de 150 L/hab.dia, apenas o ano de 2017 apresentam valores superiores, informação importante para as projeções de demanda, dimensionamento de sistemas de água e controle operacional, além de enfatizar critérios de sustentabilidade hídrica e energética com impactos ambientais benéficos. Observa-se a boa consistência dos dados demonstrados pela pequena variação da população, em termos de valores médios locais.

Perante apresentado, podemos destacar que os anos de 2011 e 2012, o índice de perdas anual foi destacado como alto, apresenta valores de 51,5% e 45% respectivamente, classifica o sistema como Ruim, pois obtiveram perdas superiores a 40% (tabela 6). Em termos de faturamento para a empresa, a situação é desfavorável e gera uma receita financeira efetivamente baixa.

Para os anos de 2013, 2014 e 2015 o índice de perdas anual é relativamente baixo, apresenta valores de 28%, 27% e 24,2% respectivamente e classifica o sistema como Regular para os anos de 2013 e 2014 com índices entre 25 e 40%, já para o ano de 2015 é classificado como Bom (tabela 6). No ano de 2015 é apresentado valores de perdas baixas, uns dos motivos que pode ter ocasionado a condição foi o uso intermitente do sistema de distribuição, pois houve uma mancha no rio onde fica a captação de água e a distribuição ficou oscilando de modo até atingir as potabilidades necessárias para consumo.

Para o ano de 2016 o índice de perdas teve um acréscimo elevado, devido ao funcionamento da nova Estação de Tratamento - ETA Alto Sertão que ocasionou uma distribuição acentuada, levando-nos observar que a partir do mês de julho (mês de funcionamento) as perdas já apresentam aumento de 140% em relação aos meses anteriores, com maior índice de perdas de 60.000 m<sup>3</sup>, e posteriormente as perdas já se deparam com média de 262.615 m<sup>3</sup> para os últimos cinco meses.

Em 2017 até o mês de agosto os volumes de água distribuída já chegam a mais de 400 m<sup>3</sup>, porém o consumo e controle das perdas de água apresentam-se constantes, fator



relativamente bom para o sistema, contudo no quesito faturamento a empresa está com grande desfalque, apresentando uma média na perda de 2,1 milhões de m<sup>3</sup> para os oito primeiros meses.

Através das matrizes de balanço hídrico é notória e expressiva a quantidade de água perdida e faturada, podendo-se chegar à definição para os anos que obteve maiores perdas e maiores faturamentos para a empresa. Como relatado no início do capítulo, a companhia não possui recursos técnicos de monitoramento e instrumentos de medição e controle operacional, devido a isso, não foi possível contabilizar o quantitativo gerado para as Perdas Reais e Aparentes, fazendo jus às perdas de água contabilizadas como única para ambas.

A tabela 25 apresenta de forma geral as informações constadas nas matrizes de balanço hídrico a fim de ter uma maior visualização dos dados característicos para cada ano.

Tabela 25 - Balanço hídrico geral.

<b>ANOS</b>	<b>V.P. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>C.A.M. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>A.F. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>A.N.F. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>PERDAS (m<sup>3</sup>)</b>
<b>2011</b>	<b>2.842.576</b>	<b>1.496.736</b>	<b>1.496.109</b>	<b>1.346.467</b>	<b>1.345.840</b>
<b>2012</b>	<b>2.592.679</b>	<b>1.587.258</b>	<b>1.586.674</b>	<b>1.006.005</b>	<b>1.004.421</b>
<b>2013</b>	<b>2.324.788</b>	<b>1.698.174</b>	<b>1.649.272</b>	<b>675.516</b>	<b>626.614</b>
<b>2014</b>	<b>2.342.977</b>	<b>1.695.889</b>	<b>1.635.800</b>	<b>707.177</b>	<b>647.088</b>
<b>2015</b>	<b>2.311.828</b>	<b>1.701.671</b>	<b>1.688.774</b>	<b>643.054</b>	<b>610.157</b>
<b>2016</b>	<b>3.374.555</b>	<b>1.650.970</b>	<b>1.614.845</b>	<b>1.759.710</b>	<b>1.723.585</b>
<b>2017</b>	<b>3.096.928</b>	<b>2.522.603</b>	<b>914.356</b>	<b>2.182.572</b>	<b>574.325</b>

Fonte: Autor, 2017

V.P.: Volume Produzido;

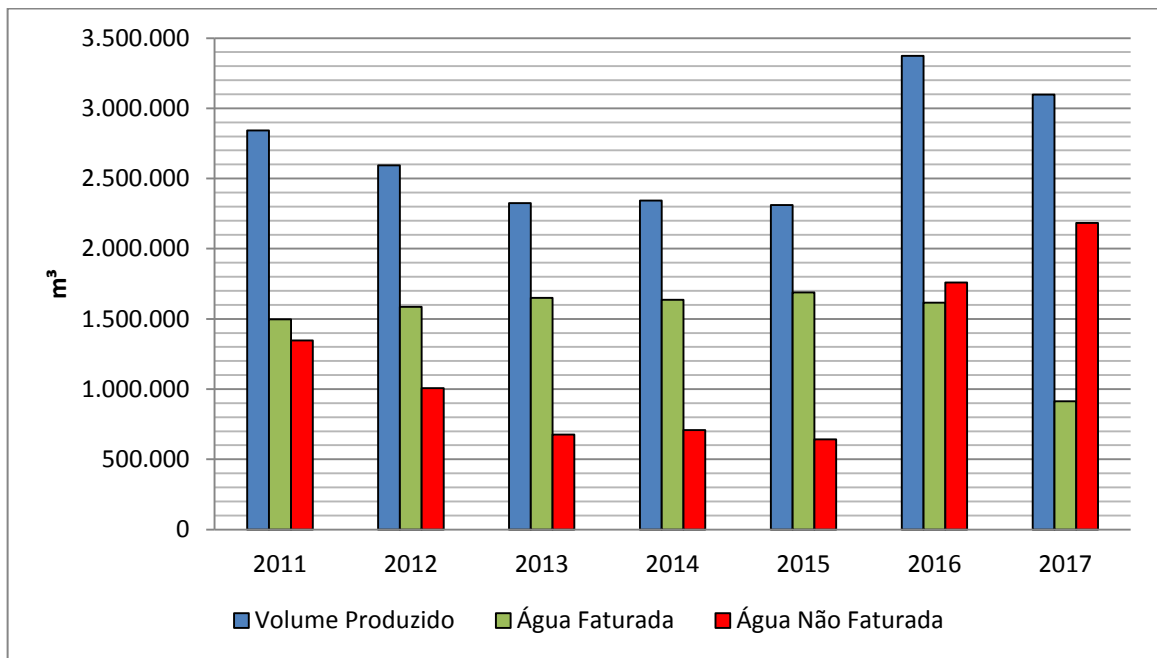
C.A.M.: Consumo Autorizado Medido;

A.F.: Água Faturada;

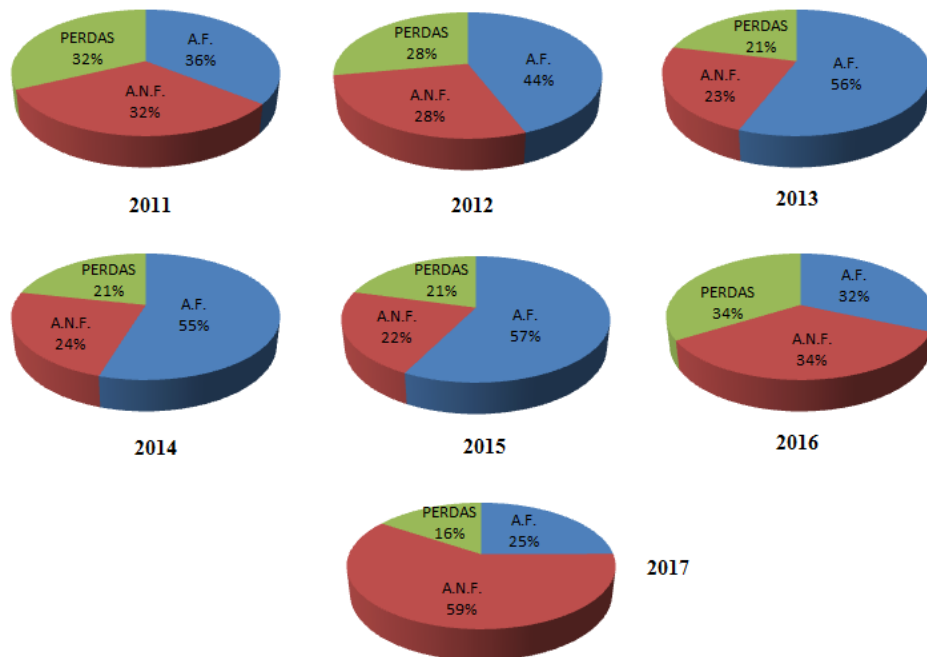
A.N.F.: Água Não Faturada.

O gráfico 25 apresenta de forma geral as porcentagens em relação ao que foi produzido para cada ano, expondo um melhor detalhamento de como foi contabilizado a distribuição da água.

Gráfico 25 - Balanço geral contabilizado.



Avaliações de faturamento e não faturamento.



Fonte: Autor, 2017

## 5.8. ALTERNATIVAS PARA REDUÇÃO DE PERDAS

- Implantação de macromedidor na tabulação de saída de distribuição da estação de tratamento para consumidores;
- Fazer-se uso da Setorização das localidades da cidade, bem como fazendo uso dessa alternativa, é possível saber quanto de água foi disponibilizado e consumido no setor;
- Realizar vistorias em locais onde há presença de tubulações antigas, através de geofones mecânicos ou eletrônicos, com intuito de amenizar os vazamentos não visíveis;
- Instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP) nos cavaletes;
- Instalar hidrômetros nas residências que apresentam sem uso do mesmo;
- Planejamento e designação de equipes destinadas apenas para controle e combate a fraudes de ligações clandestinas;
- Planejamento e designação de equipes destinadas apenas para combate a vazamentos.

A seguir serão apresentados alguns fatores que comprovam a necessidade do uso de algumas das alternativas citadas anteriormente, associada ao que de fato compõe o sistema.

A figura 11 relata o índice de hidrometração que reflete diretamente nos índices de volume micromedido e faturado. No volume micromedido é realizada a análise do consumo das residências que tiveram seus volumes de água contabilizados, diante a imagem abaixo, pode-se concluir que a redução de consumo pode ser significativa devido à falta de implantação de hidrômetros, causando assim, consumo desordenado não medido e contábil para empresa apenas a tarifa mínima.

Figura 11 - Ramais sem hidrometração.



Fonte: Autor, 2017

Alternativa para controle de perdas de água devido a rompimento da tubulação após o hidrômetro é a instalação de válvulas redutoras de pressão (figura 12), onde a sua principal função é regularizar a pressão excessiva que ocorrem principalmente durante a noite, aonde a utilização da água é baixa e o sistema está com pressões altas na rede de distribuição.

Figura 12 - Válvula redutora de pressão.



Fonte: <http://www.yamatec.com.br/index.php/pt/valvula-reguladora-de-pressao/>

Outro critério importante é a utilização de equipes no âmbito de combate aos vazamentos não visíveis, além de acarretar na redução de pressões na rede de distribuição, ocasiona na perda de água em grandes volumes a depender da situação exposta. Uma das situações que ocorreu no sistema estudado em meados de setembro de 2015, que por sua vez proporcionou perda por vazamento não visível, a qual se estava perdendo grandes proporções em volumes de água escoados sobre uma vala de esgoto (figura 13).

Figura 13 - Exemplo de perdas inerentes no sistema estudado.



Fonte: Autor, 2015

A setorização é primordial no sistema de abastecimento, pois estabelece de maneira viável e real o volume total disponibilizado para o setor local através de equipamentos de medição de água, bem como apresentar condições necessárias para medição de pressões elevadas na zona e conseqüentemente reduzir o número de vazamentos no setor formulado. Além de poder trabalhar as questões de perdas apenas no setor mediante a apresentação de perdas elevadas, implantar equipes de monitoramento para descobrir ligações clandestinas ou erros de hidromedtação e troca dos mesmos.

A figura 9 – Planta Esquemática de Delmiro Gouveia apresenta setores classificados pela companhia, mas é posto que esses setores sejam determinados apenas para melhoria na identificação das gestões comerciais e operacionais não se fazendo uso de delimitações através de redes de distribuição específica para cada setor, o que acaba dificultando nos estudos das perdas reais e aparentes no sistema.

Outro critério de perdas associadas a estações de tratamento é o extravasamento de água pelos reservatórios, pois mediante a falta de monitoramento pelos operadores da estação é inexpressável a quantidade de água perdida. A figura 14 apresenta esse tipo de perda ocorrido na estação. Essa perda não é contabilizada no estudo realizado, apenas a critério de informação que viabiliza como água desperdiçada e perdida na estação de tratamento. A água é produzida na captação, mas perdida por não contabilizar e distribuir.

Figura 14 - Perdas por extravasamento de reservatório.



Fonte: Autor, 2017



## 6. CONCLUSÃO

A concepção de perdas, que se caracterizam como ineficiências técnicas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água. A escassez hídrica é atualmente uns dos fatores predominantes, bem como os custos de energia elétrica na maioria das vezes elevadas. Por outro lado, quando os índices são elevados, representam desperdícios de água, operacionais e de receita para a concessionária prestadora de serviço. Neste trabalho foram propostas alternativas de minimização das perdas, tendo em vista que o sistema apresenta grandes volumes (m<sup>3</sup>) de água não contabilizada.

Inicialmente foi desenvolvida a pesquisa bibliográfica e posteriormente analisados os dados coletados donde pode se observar o crescente aumento nos índices de perdas de água comparado entre os anos relacionados (2011 a 2017), significando resultados negativos para empresa. A média geral aproximada de perdas é relevante, pois de acordo com os valores estabelecidos nos diagnósticos a quantidade de água não faturada para a companhia é bem expressiva para o faturamento.

Uma análise geral do índice de perdas em 2011 mostra que o sistema apresenta mais da metade do seu volume produzido com perdas altas de água não faturada, posteriormente esse índice vem sendo amenizado seguido por três anos consecutivos com perdas de variações contínuas e satisfatória à qual torna uma positividade para o operacional e comercial da empresa, tendo um valor de receita favorável ao qual foi produzido para seus consumidores.

Mediante a informação anterior, o ano de 2016 é característico por apresentar índice de perda superior bastante significativo ao que foi produzido, o qual volta ao cenário de 2011, tendo bastante perda de água na sua distribuição, porém o faturamento da empresa obteve grande arrecadação em relação ao que foi contabilizado e utilizado tornando uma receita aceitável mediante o que foi contabilizado.

Para os setes meses do ano de 2017 as perdas expõem índices médios e constantes o qual torna excepcional o sistema, mas em termos de faturamento os valores analisados mostram grande consumo de água pela população e índices baixos de água não contabilizada pela companhia. Essa perda de faturamento, boa parte está diretamente ligada aos estabelecimentos que não possuem hidrômetros instalados em seus ramais, o qual torna o consumo de água não medido corretamente e o consumidor pagando apenas a tarifa mínima, seja ele de uso comercial, industrial, público ou residencial.

Das alternativas apresentadas, o planejamento de equipes destinadas para controle e combate a fraudes e ligações clandestinas as perdas se encaixa exclusivamente nesse quesito de fiscalizar os estabelecimentos que não possuem hidrômetros e implantá-los o quanto antes, podendo assim amenizar esse impacto financeiro que está ocorrendo para o ano de 2017.

Pode-se identificar que a falta de mecanismos de monitoramento e instrumentos de medição torna o sistema vulnerável no controle e fiscalização de perdas de água, tornando-o deficiente no âmbito de amenizar esses volumes de água que são produzidos e não contabilizados.

Portanto, percebe-se a importância deste estudo como suporte para uma futura implantação de um projeto para desenvolver metodologias e procedimentos para avaliar as perdas tendo em vista a necessidade local na melhoria do sistema operacional e comercial.

## 7. REFERÊNCIAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Controle e Redução de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, Posicionamento e Contribuições Técnicas**, revisão 1, 2015.

AZEVEDO NETTO, J. M. de – **Manual de Hidráulica** – 8ª edição – 1998

CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas. Disponível em: <<http://casal.al.gov.br/u-n-sertao/>>. Acesso em: 04 de Setembro de 2017

CARVALHO, F. S. de; PEPLAU, G. R.; PEDROSA, V. A. **Estudos sobre Perdas no Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de Maceió**. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/perdassistemadeabastecimento.pdf>>. Acessado em: 29 de Julho de 2017

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água**. 2ª ed. Brasília: Funasa, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Pesquisa Nacional Por Amostra de Domicílios, Síntese de Indicadores 2014. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/default\\_sintese.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2015/default_sintese.shtm)>. Acessado em: 20 de Agosto de 2017

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Sínteses de Informações. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=270240&idtema=16&search=alagoas|delmiro-gouveia|sintese-das-informacoes>>. Acesso em: 20 de Agosto de 2017

LAMBERT, A., Hirner, W. **Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água: Terminologia Padrão e Medidas de Desempenho Recomendadas**, 2002.

Localização de Delmiro Gouveia em Alagoas. Disponível em: <[http://d-maps.com/carte.php?num\\_car=32560&lang=es](http://d-maps.com/carte.php?num_car=32560&lang=es)>. Acessado em: 11 de Setembro de 2017

HELLER, L.; PÁDUA, V.L. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.



LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas, 2010. 3ª edição

Ministério da Saúde - **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2006.

MIRANDA, E. C. **Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. Indicadores de Perdas de Água e Metodologias para Análise de Confiabilidade**. Brasília, Dissertação do Mestrado, Universidade de Brasília, 2002.

MOTTA, R. G. **Importância da Setorização Adequada para combate às Perdas Reais de Água de Abastecimento Público**. São Paulo, Dissertação do Mestrado, 2010.

OCEAN, B. C. S; **Controle de Perdas de Água em Sistemas de Distribuição**. ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. 2003. Disponível em: <[http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=5067](http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=5067)>. Acessado em: 14 de Outubro de 2017

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Tratamento de Água. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>>. Acessado em: 18 de Julho de 2017

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>. Acessado em: 28 de Julho de 2017.

SOUZA, E. C. **Estudos para Determinação do Nível Econômico de Vazamento na Rede de Distribuição de Água da Zona Baixa de Maceió**. Maceió, Dissertação do Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, 2011.


TRATA BRASIL. Perdas de água dificultam o avanço do saneamento básico e agravam o risco de escassez hídrica no Brasil. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-dificultam-o-avanco-do-saneamento-basico-e-agravam-o-risco-de-escassez-hidrica-no-brasil>>. Acessado em: 25 de Julho de 2017

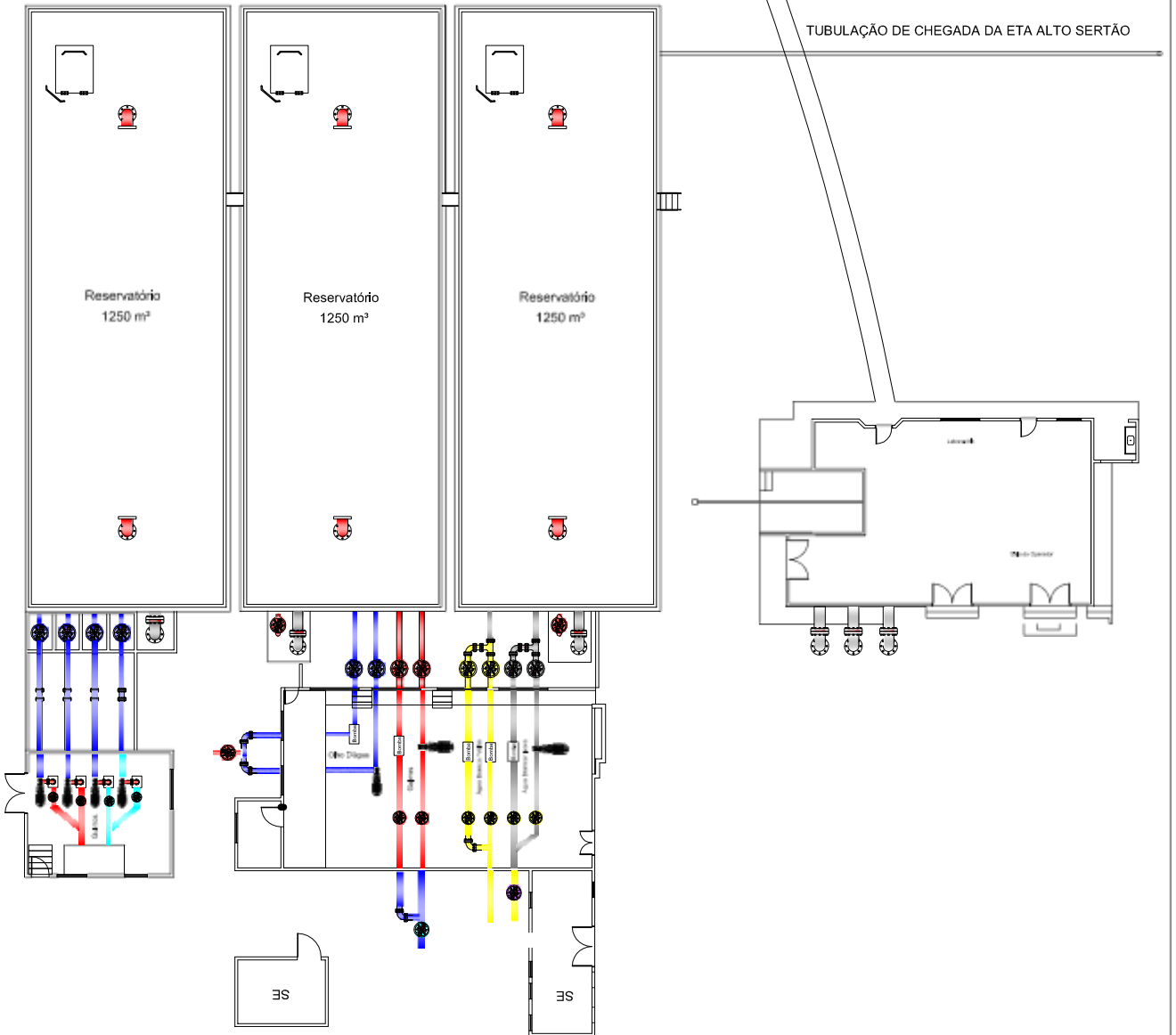
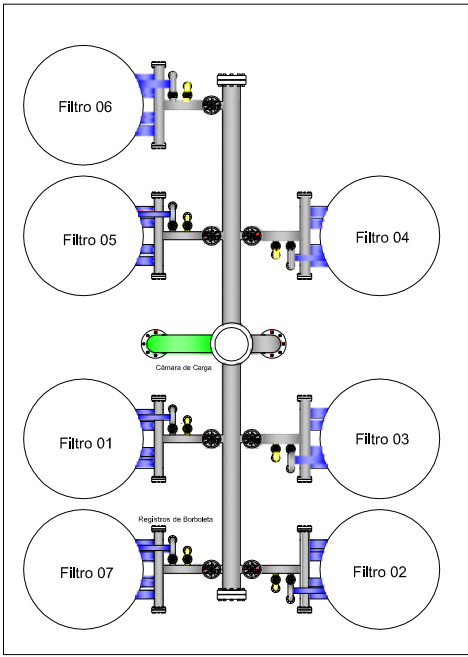
TRATA BRASIL. Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-desafios-ao-avanco-do-saneamento-basico-e-a-escassez-hidrica-2>>. Acesso em: 25 de Julho de 2017

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água**. São Paulo, 2006. 3ª. Edição. Escola Politécnica da USP.

WERDINE, D. **Perdas de Água em Sistemas de Abastecimento**. Itajubá, Dissertação do Mestrado, Universidade Federal de Itajubá, 2002.

## **ANEXOS**

		RESUMO DAS LIGAÇÕES E ECONOMIAS - AGOSTO/2017															
		Companhia de Saneamento de Alagoas															
SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES DE AGUA - UN SERTAO (Fonte GSAN/PENTAHO)																ECONOMIAS	
LOCAL	CIDADE	Nº LIGAÇÕES MÊS ANTERIOR	Nº LIGAÇÕES MÊS ATUAL	LIGAÇÕES NOVAS NO MÊS	RAMAIS LIGADOS			RAMAIS DESLIGADOS				RAMAIS DESLIGADOS/SUPRIMIDOS				ECONOMIAS LIGADAS	ECONOMIAS LIG. + DESL.
					COM HIDR.	SEM HIDR.	TOTAL	COM HIDR.	SEM HIDR.	TOTAL	%	SUPRIM	DESL+ SUPRIM	SUPRIM %	INATIVAS %		
001	ÁGUA BRANCA	4.253	4.268	19	3.101	348	3.449	631	188	819	19,19	294	1.113	6,44	24,40	3.619	4.480
016	CANAPÍ	2.240	2.247	7	1.399	167	1.566	571	110	681	30,31	193	874	7,91	35,82	1.582	2.313
025	DELMIRO GOUVEIA	17.278	17.311	36	13.703	689	14.392	2.419	500	2.919	16,86	1.438	4.357	7,67	23,24	15.032	18.177
036	INHAPI	2.828	2.828	0	1.805	188	1.993	738	97	835	29,53	389	1.224	12,09	38,05	2.022	2.893
054	MATA GRANDE	2.900	2.904	4	2.113	150	2.263	542	99	641	22,07	373	1.014	11,38	30,94	2.445	3.235
062	OLHO D'ÁGUA CASADO	1.761	1.762	0	1.148	118	1.266	413	83	496	28,15	479	975	21,37	43,51	1.313	1.835
031	PARICONHA	2.557	2.560	2	2.049	31	2.080	425	55	480	18,75	255	735	9,06	26,11	2.152	2.696
076	PIRANHAS	6.006	6.020	13	4.804	39	4.843	1.008	169	1.177	19,55	864	2.041	12,55	29,65	5.061	6.317
<b>TOTAL UN - SERTÃO</b>		<b>39.823</b>	<b>39.900</b>	<b>81</b>	<b>30.122</b>	<b>1.730</b>	<b>31.852</b>	<b>6.747</b>	<b>1.301</b>	<b>8.048</b>	<b>20,17</b>	<b>4.285</b>	<b>12.333</b>	<b>9,70</b>	<b>27,91</b>	<b>33.226</b>	<b>41.946</b>



Casal

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - ETA 03 / DELMIRO GOUVEIA

CADISTA:

YURI DANTAS BARBOSA

SUPERVISÃO:

HILDABERTO ABDRE DE SOUZA

CONTATOS:

82.936-6014

DATA: AOSTO/2015

CONTATOS:

DATA:

DESENHO:

YURI DANTAS BARBOSA

ÁREA: 2.300,44 m²

ESCALA: 1/500

01/03



RESERVATÓRIO DOS GUIRROS – 200 m<sup>3</sup> cada



RESERVATÓRIOS ETA 03 – DELMIRO GOUVEIA – 1250 m<sup>3</sup> cada