

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
TAIS PAETZOLD PALMA

**ANÁLISE DE PERDAS REAIS E APARENTES DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE TOLEDO/PR NO ANO DE 2016**

CASCABEL - PR
2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

TAIS PAETZOLD PALMA

**ANÁLISE DE PERDAS REAIS E APARENTES DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE TOLEDO/PR NO ANO DE 2016**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Orientador: Prof^a. Ms. Eng. Civil Maycon
André de Almeida**

**CASCADEL - PR
2017**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

Tais Paetzold Palma

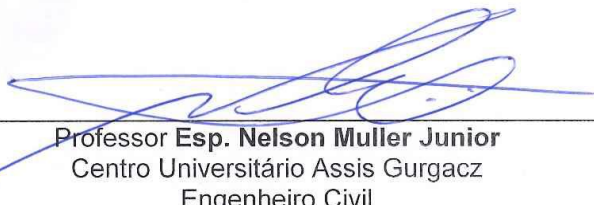
Análise de perdas reais e aparentes do sistema de abastecimento de água na cidade de Toledo PR no ano de 2016

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor **Ms. Eng. Civil Maycon André de Almeida**

BANCA EXAMINADORA



Orientador Profº. **Ms Eng. Civil Maycon André de Almeida**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil



Professor **Esp. Nelson Muller Junior**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil



Professor **Esp. Ricardo Paganin**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil

Cascavel, 21 de Junho de 2017.

RESUMO

O principal problema enfrentado hoje pelas empresas de saneamento é a escassez do seu principal produto, a água. Como consequência disto, procura-se melhorar a eficiência do uso deste bem tão precioso, reduzindo as perdas de um sistema de abastecimento de água. Este trabalho teve o objetivo de identificar as quantidades de perdas reais e aparentes do sistema de abastecimento de água de Toledo PR no ano de 2016. Sendo aplicada a metodologia do balanço hídrico, que consiste em levantamentos quantitativos, estimativas e análise estatística. Onde a maioria dos dados foram identificados através de levantamentos quantitativos, sendo eles fornecidos pela Sanepar. As estimativas realizadas foram dos volumes operacionais, que são volumes utilizados pela empresa e no fornecimento aos bombeiros, e os consumos não autorizados, fraudes. O tratamento estatístico foi realizado em cima do ensaio de verificação da submedição de hidrômetros em bancada gravimétrica, onde se realizou o teste de uma amostra de 60 hidrômetros e foram agrupados mais 628 testes já realizados pela Companhia. Sendo verificados os volumes não contabilizados pelos hidrômetros devido à submedição. Foram identificados assim os volumes aproximados das perdas reais e aparentes do sistema de abastecimento de água de Toledo em 2016. Encontrou-se que as perdas de água do sistema foram de 24,26% sendo, 6,67% perdas aparentes e 17,59% perdas reais. Verificou-se a necessidade de melhorar os levantamentos quantitativos realizados pela empresa e também direcionar uma aplicação de ações mais efetivas sobre as perdas reais.

Palavras - chave: Perdas reais. Perdas aparentes. Submedição. Balanço Hídrico. Hidrômetros.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de reservatórios de distribuição	16
Tabela 2: Origem e magnitude das perdas físicas	20
Tabela 3: Origem e magnitude das perdas não físicas	22
Tabela 4: Balanço Hídrico.....	26
Tabela 5: Parâmetros para determinação de erro de indicação e IDM	31
Tabela 6: Quantidade de ligações e números de economias	34
Tabela 7: Balanço Hídrico.....	35
Tabela 8: Volumes macromedidos e suas variações.....	36
Tabela 9: Hidrômetros da unidade de Toledo separados por ano.....	39
Tabela 10: Hidrômetros da unidade de Toledo separados por marca	40
Tabela 11: Volumes macromedidos e suas variações.....	45
Tabela 12: Volumes micromedidos mensalmente.....	46
Tabela 13: Volumes utilizados pela Sanepar em Toledo no ano de 2016	47
Tabela 14: Volumes utilizados pelo bombeiro em Toledo no ano de 2016.....	48
Tabela 15: Fraudes verificadas pela Sanepar em Toledo no ano de 2016	49
Tabela 16: Média e desvio padrão dos IDM's - Todos os testes	50
Tabela 17: Média dos índices de medição	51
Tabela 18: Volume efetivo medido	52
Tabela 19: Aplicação das perdas nos volumes medidos	53
Tabela 20: Resultado do balanço hídrico em Toledo no ano de 2016.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Subdivisões de um sistema de abastecimento de água	16
Figura 2: Localização do município de Toledo PR.....	34
Figura 3: Amostra para ensaio e resultado demonstrado pelo <i>software</i> da bancada	41
Figura 4: Ensaio bancada gravimétrica.....	42
Figura 5: Ordem de determinação dos itens do Balanço Hídrico.....	44
Figura 6: Eficiência e perda dos hidrômetros x anos.....	52

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO 1	9
1.1 INTRODUÇÃO	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo geral.....	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
1.3 JUSTIFICATIVA.....	10
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	12
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	12
2 CAPÍTULO 2	13
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1.1 Água	13
2.1.2 Sistemas de abastecimento de água.....	13
2.1.2.1 Manancial.....	14
2.1.2.2 Captação	14
2.1.2.3 Adutoras.....	15
2.1.2.4 Estações elevatórias.....	15
2.1.2.5 Estações de tratamento de água (ETA).....	16
2.1.2.6 Reservatórios.....	16
2.1.2.7 Redes de distribuição.....	17
2.1.2.8 Componente de medição hidrômetros	18
2.1.3 Perdas	19
2.1.3.1 Tipos de perdas e suas principais causas	20
2.1.3.1.1 Perdas reais ou físicas	20
2.1.3.1.2 Perdas aparentes ou não físicas	21
2.1.3.2 Principais formas de minimizar as perdas reais	22
2.1.3.2.1 Vazamentos	22
2.1.3.2.2 Controle de pressão	23
2.1.3.2.3 Extravasamentos.....	24
2.1.3.3 Principais formas de minimizar as perdas aparentes.....	24
2.1.3.3.1 Submedição	24
2.1.3.3.2 Combate as fraudes.....	25

2.1.4. Metodologia de determinação dos volumes de uma rede de distribuição	25
2.1.4.1 Água que entra no sistema (AES)	26
2.1.4.2 Consumo autorizado (CA)	27
2.1.4.2.1.1 Consumo faturado medido (CFM):	28
2.1.4.2.1.2 Consumo faturado não medido (CFNM)	28
2.1.4.2.2 Consumo autorizado não faturado (CANF)	28
2.1.4.2.2.1 Consumo não faturado medido (CNFM) e Consumo não faturado não medido (CNFNM)	29
2.1.4.3 Água faturada (AF)	29
2.1.4.4 Água não faturada (ANF)	29
2.1.4.5 Perdas de água (PA)	30
2.1.4.5.1 Perdas aparentes (PAp)	30
2.1.4.5.1.1 Uso não autorizado (UNA)	30
2.1.4.5.1.2 Incertezas de Medição (IM)	30
2.1.4.5.2 Perdas reais (PR)	32
2.1.4.6 Análise dos dados	32
3 CAPÍTULO 3	33
3.1 METODOLOGIA	33
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	33
3.1.2 Caracterização da amostra	33
3.1.3 Obtenções dos valores do Balanço Hídrico	35
3.1.3.1 Levantamento quantitativo	36
3.1.3.2 Valor levantado com ensaio	39
3.1.3.2.1 Identificação da amostra	39
3.1.3.2.2 Descrição do ensaio	41
3.1.3.3 Análise dos dados	43
4 CAPÍTULO 4	44
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1.1 Água que entra no sistema (AES)	45
4.1.2 Consumo faturado medido (CFM)	46
4.1.3 Consumo faturado não autorizado (CFNM)	46
4.1.4 Consumo não faturado medido (CNFM)	47
4.1.5 Consumo não faturado não medido (CNFNM)	48
4.1.6. Usos não autorizados (UNA)	48

4.1.7 Incertezas de medição (IM)	50
4.1.8 Consumo autorizado faturado (CAF)	53
4.1.9 Consumo autorizado não faturado (CANF)	53
4.1.10 Perdas aparentes (PAp)	54
4.1.11 Consumo autorizado (CA)	54
4.1.12 Perdas de água (PA)	54
4.1.13 Perdas reais (PR)	55
4.1.14 Água faturada (AF)	55
4.1.15 Água não faturada (ANF)	55
4.1.16 Balanço Hídrico	56
4.1.17 Metodologias para redução das perdas reais	57
5 CAPÍTULO 5	58
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
6 CAPÍTULO 6	59
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	59
REFERÊNCIAS	60
ANEXO A – SUBDIVISÃO QUANTIDADE HIDRÔMETROS MARCAS E IDADES EM TOLEDO PR 2016	63
ANEXO B – RESULTADOS BANCADA 1	67

1 CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

A água é indispensável para a vida humana e atualmente sua disponibilidade está diminuindo devido aos desperdícios, degradações das regiões de mananciais e bacias hidrográficas além do aumento da demanda de consumo. Portanto, as empresas que utilizam este recurso como matéria-prima se tornam as mais preocupadas com este problema, realizando o incentivo das pessoas a buscarem formas cada vez mais efetivas de preservação deste recurso tão precioso, e a redução das perdas no processo de distribuição é uma das maneiras de resolução aplicadas pelas empresas de saneamento para diminuição do desperdício.

A redução das perdas de água tem se tornado um grande desafio para as empresas de saneamento, principalmente no Brasil em que os níveis de perdas no período de 2004 a 2011 ficaram próximos aos 40% de acordo com a pesquisa da ABES (2013), tornando-se tema de discussões e estudos, procurando a melhor forma de combatê-las e controlá-las. Visto que esse é um importante indicador da eficiência operacional da mesma, além de parâmetro para a busca de investimentos externos, o que torna a sua redução uma meta importante em seus planejamentos (COSTA, 2009).

Perda de água em um sistema de distribuição é considerada a diferença entre a água que entra no sistema para ser tratada e o consumo autorizado dela. As perdas podem ocorrer desde a captação até sua distribuição e são divididas em perdas reais e aparentes. As perdas reais ou físicas são os volumes produzidos que não chegam ao consumidor final e ocorrem devido à vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios. Perdas aparentes são volumes consumidos que não são contabilizados, ocorrem devido a erros de medição nos hidrômetros ou medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas de cadastro comercial.

De acordo com Votre (2014) o gerenciamento das perdas exige, antes de tudo, o seu conhecimento pleno. Identificar e quantificar corretamente as perdas constituem-se em ferramenta essencial e indispensável para tomadas de ações de combate. A redução delas influencia diretamente nos custos de energia e produtos químicos, além de fazer com que a matéria-prima, água, seja utilizada racionalmente.

Através deste levantamento, procurou-se explicar a real situação das perdas reais e aparentes do sistema de distribuição do município de Toledo - PR no ano de 2016, para que verifiquem os locais de aplicação das medidas corretivas que melhor se encaixem no perfil do sistema.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as perdas reais e aparentes por meio dos dados fornecidos pela Sanepar de Toledo – PR no ano de 2016.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar o volume de perdas reais e aparentes no sistema de abastecimento de água em Toledo-PR;
- Apontar as prováveis formas de minimizar estas perdas.

1.3 JUSTIFICATIVA

A água é um dos principais elementos da existência da vida no planeta, e de acordo com Forjaz (2007) toda a água presente no planeta está na forma de mar, geleiras, cursos d água, águas subterrâneas e em estado gasoso. Estima-se que de toda água existente, 97,3% estão nos oceanos e mares, 2,7% são águas continentais, ou seja, desta quantidade 77,2% estão nas geleiras, 0,35% estão nos lagos e pântanos, 0,04% na atmosfera como vapor d água, sendo as disponíveis para consumo humano, 22,4% que estão nos lençóis freáticos e 0,0091% que estão em rios, riachos e córregos, que necessitam passar por diversos caminhos até a chegada ao consumidor final.

Neste processo complexo e cheio de etapas, ocorrem problemas que afetam a perfeição do processo, trazendo desperdícios que podem afetar as gerações futuras. Porém, são constantes as buscas de alternativas para o melhoramento da eficiência de distribuição.

De acordo com SNIS (2017) no seu diagnóstico em 2015 a Sanepar apresentou uma média de perdas no sistema de distribuição de água de 33,7% e que apenas duas empresas no Brasil apresentam perdas inferiores a 30% sendo a média nacional de 37%. A Austrália e a Nova Zelândia reduziram suas perdas para abaixo de 10% e na Alemanha e Japão reduziram suas perdas para próximo dos 10%.

As perdas são consideradas ineficiências técnicas e afetam todos os sistemas de abastecimento de água, sendo um tema muito discutido atualmente devido à escassez hídrica e aos altos custos da energia elétrica. Trazendo a necessidade da redução dos custos resultante das perdas e estar sujeito a gerenciamento apropriado, devido aos valores serem repassados aos consumidores, sendo fundamentais os programas de avaliações de controle e redução das perdas (SNIS, 2017).

Para produzir 1 m³ de água são necessários cerca de 0,6 kWh, verificando que as perdas de água tem relação direta com o consumo de energia elétrica e o sucesso dos programas de redução de perdas de água dependem de um sistema permanente de gestão, que abranja as áreas operacionais, institucionais, educacionais e legais (TSUTIYA, 2008).

Devido aos problemas de escassez de água, a eficiência dos sistemas de abastecimento é muito almejada, uma vez que contribuindo com o meio ambiente, a empresa diminuirá seus custos e a necessidade de mais investimentos.

Este trabalho busca identificar as metodologias para a minimização destas perdas, fazendo com que a aplicação dos recursos seja mais eficaz e podendo reduzir a procura por novas fontes de abastecimento, ocasionando a diminuição da sua retirada do meio, se as perdas no processo forem menores e ainda assim continuará atendendo a demanda de consumo. Trazendo melhorias no processo produtivo reduzindo custos tais como: Energia elétrica e redução da utilização de produtos químicos, uma vez que são os principais insumos do mesmo.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são os processos com maior incidência de perdas do sistema de abastecimento de água de Toledo-PR no ano de 2016?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

A submedição de hidrômetros e os vazamentos são os locais onde ocorrem os maiores volumes de perdas aparentes e reais respectivamente nos sistemas de abastecimento de água. E os hidrômetros acima de 7 anos de idade não apresentam muita diferenças de submedição.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Realizar a análise quantitativa dos dados fornecidos pela Sanepar de Toledo-PR, para identificação do local de maior incidência de perdas no período de janeiro a dezembro de 2016, para apoiar na tomada de ações preventivas e corretivas.

Limita-se a pesquisa a identificar os volumes de perdas reais e aparentes por meio de levantamentos quantitativos do sistema de abastecimento de água de Toledo e buscar as principais causas das mesmas, através de análises críticas com a finalidade de mostrar o local de aplicação de um processo corretivo eficiente considerando o custo benefício.

Os dados que foram disponibilizados pela Companhia de Saneamento do Paraná, são os volumes produzidos, medidos, consumos da própria Sanepar, fraudes identificadas, dados de testes realizados pela empresa de diversos medidores. Mediante autorização do gerente da unidade de Toledo – PR.

2 CAPITULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Água

A água é um elemento vital para a vida humana e sua escassez não se deve restringir apenas pelo balanço de oferta e demanda, deve abranger também as peculiaridades geoambientais e sócio culturais, com a conservação das reservas, sendo que a renovabilidade da água está ligada ao ciclo hidrológico (REBOUÇAS, 1997).

Segundo Rebouças (1997), os problemas com a água ocorrem devido à falta de gerenciamento do desenvolvimento, com incentivo de urbanização e industrialização, o que ocasiona a degradação da água através do lançamento de esgotos domésticos e industriais não tratados e também se agrava pelo uso e ocupação inadequada do meio.

Os principais motivos que contribuem para a crise da água são o crescimento rápido e desordenado das demandas, a degradação da qualidade dos mananciais e a baixa eficiência dos serviços de saneamento básico que é caracterizada pela grande quantidade de perdas de água tratada nas redes de distribuição (REBOUÇAS, 1997).

2.1.2 Sistemas de abastecimento de água

A correta distribuição da água é de suma importância para a saúde e para o desenvolvimento humano, pois em quantidade e qualidade adequadas ao ser humano ocasiona melhorias nos padrões da sociedade, principalmente na qualidade de vida, evitando contaminações e conseqüentemente reduzindo a demanda por serviços de saúde (TSUTIYA, 2006).

Para o dimensionamento correto de uma rede de distribuição de água são necessários levantamentos das características do local (relevo, uso e ocupação, aspectos sociais e econômicos, e etc.), estudos demográficos, demandas de água e estudo dos mananciais existentes (superficiais e subterrâneos). Para então o estudo na formulação do conjunto de

obras, instalações e serviços, com finalidade de produzir e distribuir água. O sistema é composto de mananciais, captação, estações elevatórias, adutoras, estação de tratamento de água, reservatórios e rede de distribuição (TSUTIYA, 2006).

2.1.2.1 Manancial

De acordo com Filho (2016), os mananciais são as fontes dos quais são retirados água com condições sanitárias e vazões adequadas para atender a demanda, podendo ser utilizados mais de um manancial em um mesmo sistema e a escolha do mesmo se dá com a observação da qualidade, quantidade e aspectos econômicos. É necessário também observar se ele atende a previsão de crescimento pelo tempo previsto de projeto. Estes reservatórios podem ser superficiais e subterrâneos.

Os mananciais subterrâneos são aqueles vindos do subsolo, ou seja, poços que necessitam de conjuntos motor-bomba para elevar a água à superfície. E os mananciais superficiais são os córregos, rios, lagos, represas, etc. Tendo um espelho de água na superfície terrestre (NETTO *et al.*, 1998).

2.1.2.2 Captação

Para Dacach (1979), captação consiste em um conjunto de obras e equipamentos para a retirada da água dos mananciais. As captações de águas podem ser superficiais (rios, cursos d'água, represas e lagos) e subterrâneas (poços).

Para a captação de águas superficiais é necessária um conjunto de estruturas e dispositivos executados junto aos mananciais para a retirada da água para o abastecimento, devendo obedecer à constância, quantidade e facilidade de operação, verificando também a necessidade de outros equipamentos para que ela chegue ao destino final: o consumidor (TSUTIYA, 2006).

A captação de águas subterrâneas pode ser realizada por galerias filtrantes, drenos, fontes ou poços freáticos. O último é a mais utilizada atualmente devido à grande variação dos níveis do lençol freático nos períodos de seca, já que os mesmos precisam de maiores profundidades para a garantia de abastecimento (FILHO, 2016).

2.1.2.3 Adutoras

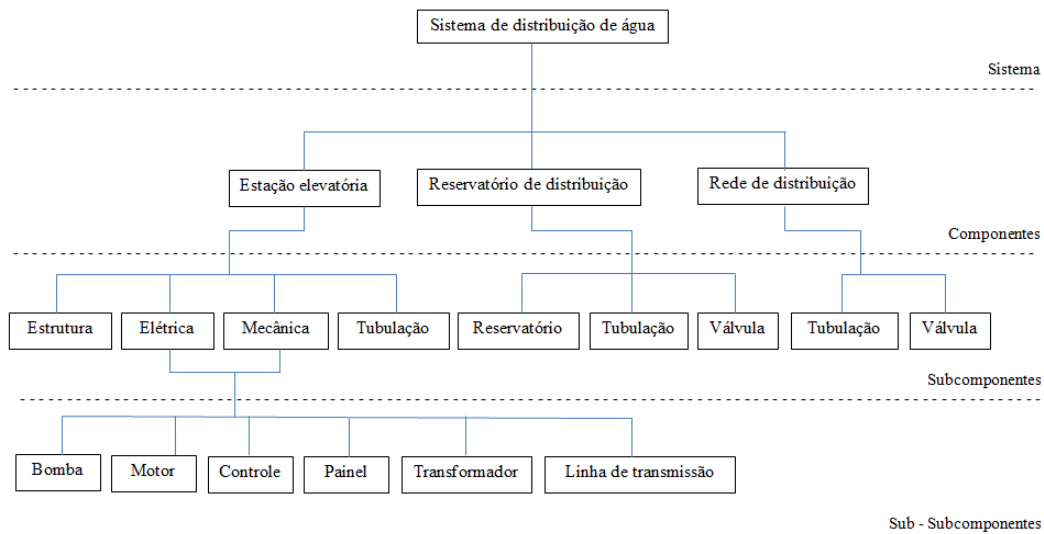
As adutoras são canalizações que conduzem a água da captação para as estações de tratamento de água ou reservatórios. Essas unidades necessitam de um criterioso estudo quanto ao traçado para que sejam colocados de forma correta evitando esforços que causam deslocamentos das tubulações e peças. Elas são divididas pelo tipo de água a ser transportada, água bruta (sem tratamento) e água tratada, podendo ser também classificada pela forma de transporte: gravidade (conduto livre ou forçado), recalque e mistas (TSUTIYA, 2006).

A adutora por gravidade por conduto livre utiliza a metodologia de escoamento em declive, no qual há uma superfície livre para manter o efeito da pressão atmosférica e seus condutos podem ser abertos ou fechados. Já a de gravidade por conduto forçado mantém uma pressão interna maior que a pressão atmosférica, o que faz a água se mover devido a uma carga hidráulica (BARROS *et al.*, 1995).

Segundo Barros *et al.* (1995), as adutoras por recalque ocorrem quando o local de captação está em nível inferior, não tendo a possibilidade de adução por gravidade, ou seja, é necessária a ajuda de um equipamento de recalque para a movimentação da água, sendo realizada na forma de condutos forçados. A mista realiza a utilização de adutoras por recalque e por gravidade em um mesmo sistema.

2.1.2.4 Estações elevatórias

Segundo Vicentini (2012), as estações elevatórias consistem em locais físicos que possuem conjuntos motobombas com o objetivo de conduzir a água, vencendo desníveis geométricos e garantir o abastecimento de água. Segundo Tsutiya (2006), o *booster* é uma forma de estação elevatória que aumenta a pressão e/ou vazão. As EEs auxiliam a chegada da água de captação, adução, tratamento e distribuição para os locais necessários e possuem componentes, subcomponentes e sub subcomponentes de acordo com a Figura 1.

Figura 1: Subdivisões de um sistema de abastecimento de água

Fonte: TSUTIYA (2006)

2.1.2.5 Estações de tratamento de água (ETA)

A estação de tratamento de água é um local no qual são realizadas uma seqüência de operações para melhorar as características da água e com a finalidade de melhorar aspectos higiênicos, estéticos e econômicos da comunidade (FILHO, 2016).

2.1.2.6 Reservatórios

De acordo com Tsutiya (2006), os reservatórios são componentes com finalidade de regularizar vazões, garantir segurança no abastecimento, reserva de incêndio e regularização de pressões. Eles podem ser classificados conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação de reservatórios de distribuição

Localização	Montante	Localiza-se a montante da rede de distribuição, abastecendo-a.
	Jusante	Localiza-se a jusantes da rede de distribuição, considerado reservatório de sobras, auxiliando no abastecimento em horários de pico.

Fonte: TSUTIYA (2006)

Tabela 1 (continuação): Classificação de reservatórios de distribuição

Localização	Intermediária	Reservatório intercalado no sistema de adução, sua função é regularizar transições entre bombeamento e adução por gravidade.
Terreno	Enterrado	Reservatório situado na cota inferior ao terreno em que se localiza.
	Semi – Enterrado	Reservatório que menos de um terço de sua altura está situado abaixo do nível do terreno em que se localiza.
	Apoiado	Reservatório em que a profundidade abaixo do nível do terreno é menor que um terço da sua altura total.
	Elevado	Reservatório cuja cota do fundo situa-se superior a cota do terreno.
Forma		Podem ser de variadas formas geométricas, sendo verificada a economia quanto fundação, estrutura, área disponível, equipamentos de manutenção e interligação das unidades.
Materiais de Construção		A escolha do material de composição ocorre após um estudo técnico e econômico levando em consideração fundação, disponibilidade de material, agressividade da água e do meio.

Fonte: TSUTIYA (2006)

2.1.2.7 Redes de distribuição

Segundo Tsutiya (2006), as redes de distribuição (RD) de água são formadas pelo conjunto de tubulações e órgãos acessórios, com intuito de colocar à disposição dos consumidores a água potável. Segundo Barros *et al.* (1995), as tubulações são instaladas ao longo das vias públicas ou nos passeios próximos aos edifícios conduzindo água aos pontos de consumo.

A rede de distribuição é constituída por rede principal ou chamada também de canalização mestra, que são tubulações de maior diâmetro e que abastecem as canalizações secundárias, que são tubulações de menor diâmetro e que abastecem diretamente os pontos de consumo do sistema (TSUTIYA, 2006).

Segundo Tsutiya (2006) em geral, as RDs são os componentes de maior custo do sistema de abastecimento de água, com cerca de 50 a 75% do custo total das obras de abastecimento. Segundo Porto (2004), a rede de distribuição é a parte mais onerosa do projeto

global de distribuição, exigindo uma atenção considerável quanto ao projeto para obtenção de maior eficiência.

Segundo Barros *et al.* (1995), nas redes de distribuição deverão haver alguns cuidados quanto ao projeto, manutenções e operações. Os principais são: manter pressões mínimas em qualquer ponto da rede; adequado posicionamento dos dispositivos de descarga permitindo manutenção sem prejudicar o abastecimento; cuidados durante execução e reparos impedindo futuras contaminações.

2.1.2.8 Componente de medição hidrômetros

Os hidrômetros são equipamentos que servem para medir a quantidade de água que passa por ele, utilizado em redes de distribuição para indicar a quantidade de água fornecida ao usuário (SHINTATE, REGO e GONDO, 2006).

Os hidrômetros mais utilizados são os volumétricos, que realizam a marcação devido o enchimento e esvaziamento da sua câmara de forma cíclica, sendo ele o mais sensível a baixas vazões, tendo início do funcionamento a 1 (um) litro por hora. E os velocimétricos que realizam a medição através da contagem do número de revoluções da turbina, que é movimentada com a passagem da água, sendo ela diretamente proporcional a velocidade de escoamento (ALVES *et al.*, 2004).

O mais utilizado dos dois é o velocimétrico que tem menor custo e funcionam acima das vazões de projeto em situações extremas, mas tem vida útil menor que o volumétrico e necessita de maiores cuidados na instalação. Os principais tipos existentes de hidrômetros velocimétricos são os monojatos, multijatos, tipo Woltmann e compostos. (ALVES *et al.*, 2004; COELHO, 1996).

A portaria do Inmetro nº 246 de 17 de outubro de 2000, definem as exigências, do Regulamento Técnico Metrológico, que demonstram as condições a serem atendidas pelos hidrômetros de vazões nominais de 0,6 m³/h a 15 m³/h e temperaturas menores que 40 °C (INMETRO, 2000).

A portaria define também as vazões características dos hidrômetros: Vazão Máxima (Q_{máx}) – corresponde ao dobro da vazão nominal, maior vazão em que o hidrômetro deverá funcionar dentro dos erros máximos admissíveis mantendo seu desempenho, mas em um curto período de tempo; Vazão Nominal (Q_n) – vazão máxima em que o hidrômetro deverá

funcionar no maior período de tempo dentro dos erros admissíveis e de forma satisfatória; Vazão de Transição (Q_t) – vazão que separa a medição superior da inferior; Vazão Mínima ($Q_{\min}$) – vazão de início de funcionamento da medição, não podendo possuir erros superiores aos máximos admissíveis (INMETRO, 2000).

Os hidrômetros são divididos por classes metrológicas A, B e C, que indica a sensibilidade determinada através da vazão mínima e de transição, sendo mais e menos sensíveis no momento da passagem da água pelo rotor não acionando o seu movimento, afetando seu desempenho (BOVO *et al.*, 2008).

2.1.3 Perdas

Por todo processo de distribuição de água uma quantia considerável dela é perdida e que ao contabilizar o volume de água produzido (VP) e o volume de água micromedido (VM), é possível verificar uma considerável diferença, sendo ela considerada perda de água dos sistemas (REIS e CHEUNG, 2007).

Segundo Tardelli Filho (2006), o volume produzido (VP) é medido através de macromedições, desde a captação até o ponto final de entrega ao consumidor, e o volume micromedido (VM) são os volumes consumidos que são medidos pela companhia através de hidrômetros e quantificados durante a emissão da conta de água.

Segundo Alegre (2005), a perda de água é a diferença entre o volume de água que entra no sistema e o volume de consumo autorizado/medido. Segundo Tardelli Filho (2006), as perdas podem ocorrer em diversas fases do sistema, como na captação e adução de água bruta, tratamento, adução e reservação de água tratada e na distribuição.

Os volumes perdidos dependem das características das tubulações, das práticas operacionais e dos níveis de tecnologia aplicados pelas empresas de saneamento, variando também de acordo com a localidade (FARLEY e TROW, 2003). Segundo Galvão (2007), o local de maior incidência de perdas é na rede de distribuição e nas ligações prediais, nas quais as companhias concentram suas ações para a redução das perdas.

O gerenciamento das perdas exige quantificar e identificar as perdas, utilizando inovações tecnológicas que facilitam esse processo e possibilitam as medições cada vez mais precisas (MIRANDA, 2006).

2.1.3.1 Tipos de perdas e suas principais causas

2.1.3.1.1 Perdas reais ou físicas

As perdas reais, ou consideradas também como perdas físicas, são os volumes de água produzidos que não chegam ao consumidor final, seja pela ocorrência de vazamentos em adutoras, redes de distribuição e reservatórios ou extravasamentos de reservatórios (TARDELLI FILHO, 2006).

É natural que as infraestruturas e equipamentos fiquem desgastados com o tempo, pois todos têm seu tempo de vida útil. A consequência disso é o aumento das perdas físicas do sistema devido ao maior número de ocorrências de rupturas (COVAS e RAMOS, 2007).

Podem ocorrer perdas no extravasamento dos reservatórios devido a problemas com equipamentos que realizam o controle do balanço da entrada e saída de água (TARDELLI FILHO, 2006). De acordo com Tsutiya (2005), as origens e magnitudes das perdas reais são demonstradas na Tabela 2:

Tabela 2: Origem e magnitude das perdas físicas

SUBSISTEMA	ORIGEM	MAGNITUDE
Adução de Água Bruta	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem dos filtros Descarga de lodo	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
Adução de Água Tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
Distribuição	Vazamentos na rede Vazamento em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e das pressões

Fonte: TSUTIYA (2005)

Segundo Reis e Cheung (2007), a maior concentração das perdas físicas está nas redes de distribuição na forma de vazamentos visíveis ou inerentes, no entanto, mesmo que todos os vazamentos sejam detectados e reparados, ainda existiriam muitos vazamentos em locais que, os equipamentos de detecção não determinam exatamente os problemas, como em registros, hidrantes, juntas mal vedadas, tubos perfurados, rachados ou partidos.

2.1.3.1.2 Perdas aparentes ou não físicas

As perdas aparentes são volumes não contabilizados pela companhia devido a erros de medição dos hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas e falhas de cadastro comercial, ou seja, a água é consumida mais não é faturada (TARDELLI FILHO, 2006).

De acordo com Coelho (2009) o tempo causa desgaste nas peças dos hidrômetros, pois as matérias em suspensão aderem às partes internas afetando a exatidão do aparelho. Segundo Arregui *et al.* (2006), os erros são variáveis ao longo da faixa de medição em altas, médias e em baixas vazões, sendo que nas mais baixas vazões a curva de erro fica acentuada até atingir a vazão mínima. As medições podem ser divididas em macromedição e micromedição. Segundo Vicentinni (2012):

Macromedição consiste em medições de vazão, pressão e nível de reservatórios, sendo medidos à distância ou no local, permanente ou temporariamente. Todos os macros medidores apresentam imprecisões variando de 0,5 a 2,0%, quando bem instalados e em operação com vazões adequadas. Estes erros podem ser potencializados se forem instalados inadequadamente, se estiverem descalibrados, se forem dimensionados de forma errada, quando submetido a vazões máximas e mínimas e devido a problemas de instrumentação.

Micromedição é a medição dos volumes consumidos. Os problemas de medição se dão devido ao envelhecimento do hidrômetro, composição da água distribuída e inclinação lateral dos hidrômetros. As características do perfil de consumo dos imóveis se diferenciam devido à utilização ou não de caixas d'água que minimiza as vazões que passam pelos hidrômetros com o amortecimento que é proporcionado na utilização da caixa d'água.

De acordo com Vicentini (2012), as ligações clandestinas são executadas normalmente nos ramais das redes de distribuição ou em ligações suprimidas, em que o cliente a torna ativa novamente. Fraudes são intervenções feitas no hidrômetro, as quais ocasionam a medida apenas de uma parte do consumo efetivo. Como exemplo de fraudes,

pode-se citar a inversão de hidrômetro, retirada do hidrômetro, colocação de tubulação direta e violação do hidrômetro com a utilização de arames, que impedem a rotação da turbina.

De acordo com Tsutiya (2005), as origens e magnitudes das perdas aparentes são demonstradas na Tabela 3.

Tabela 3: Origem e magnitude das perdas não físicas

ORIGEM	MAGNITUDE
Ligações Clandestinas/ Irregulares	Podem ser significativas, dependendo de: Procedimentos cadastrais e de faturamento, manutenção preventiva, adequação de hidrômetros e monitoramento do sistema.
Ligações não hidrometradas	
Hidrômetros parados	
Hidrômetros que submedem	
Ligações inativas reabertas	
Erros de Leitura	
Números de economias errado	

Fonte: TSUTIYA (2005)

2.1.3.2 Principais formas de minimizar as perdas reais

2.1.3.2.1 Vazamentos

Os vazamentos podem ser classificados em visíveis e não visíveis. Os visíveis são aqueles facilmente verificados por técnicos das companhias ou pela população, as quais acionam rapidamente as equipes para execução dos reparos. Já os não visíveis necessitam de pesquisas periódicas, equipamentos ou técnicas para detecção, pois podem permanecer invisíveis por muito tempo ocasionando consideráveis volumes de perdas (TSUTIYA, 2005).

Os equipamentos mais usuais para a realização de pesquisa de vazamentos são a haste de escuta que indica se tem ou não vazamentos, o geofone eletrônico que é um detector acústico, os correlacionadores de ruído que identificam a posição do vazamento entre dois pontos e equipamentos auxiliares que são as barras de perfuração, manômetro, trena, detector de massas metálicas e detectores de tubulações metálicas e não metálicas (VICENTINI, 2012).

De acordo com Vicentini (2012), a frequência de pesquisas por vazamentos com a utilização dos equipamentos, reduz o tempo de vazamento, afetando diretamente o fator de perdas reais e ocasionando a redução das perdas.

A substituição de redes ou ramais antigos, os quais têm a vida útil de aproximadamente 50 anos, é uma forma de reduzir as perdas, ou seja, as companhias devem ter um plano de substituição das redes que possuem mais de 50 anos e que abranjam 2% da extensão da rede, isso normalmente inclui troca de ramais nos trechos a serem substituídos (TSUTIYA, 2005).

2.1.3.2.2 Controle de pressão

A pressão de serviço das redes de distribuição é um parâmetro muito importante, pois a elevação da pressão traz um efeito duplo na quantificação dos volumes perdidos: aumenta a frequência de arrebatamentos e também aumenta a vazão dos vazamentos (TSUTIYA, 2005).

Em um sistema funcionando com alta pressão, ocorrem vazamentos com maior frequência, sendo viável economicamente a utilização de válvulas redutoras de pressão – VRP - ou também a utilização de reservatórios (GONÇALVEZ e ALVIM, 1999). De acordo com Yoshimoto *et al.* (1999), as pressões máximas das tubulações distribuidoras devem ser de 50 metros de colunas de água e a mínima de 10 mca.

Em locais onde a topografia é mais acidentada e os valores ultrapassem a pressão máxima, são utilizadas as válvulas redutoras de pressão para o controle da pressão no setor de sua aplicação. O material mais utilizado em redes de distribuições atualmente é o PVC, o qual possui os limites de resistências significativamente reduzidos, fazendo com que o controle de pressão seja extremamente importante (YOSHIMOTO *et al.*, 1999).

Segundo Covas e Ramos (2007), as válvulas redutoras de pressão limitam as pressões a jusante, sempre que ela passar dos limites estabelecidos por lei, e são facilmente aplicáveis e econômicas para uniformização e controle das pressões.

2.1.3.2.3 Extravasamentos

As utilizações de reservatórios setoriais de controle de vazão trazem flutuações do nível d'água, sendo baixos durante o período do dia e volumes máximos no período noturno próximo ao início do dia. Assim, acontecem os extravasamentos, pois faltam dispositivos de alerta e controle, ocorrem falhas dos operadores quando o acionamento é realizado manualmente ou devido à ocorrência de falhas operacionais nos equipamentos de controle instalados (TSUTIYA, 2005).

2.1.3.3 Principais formas de minimizar as perdas aparentes

As ações para controle das perdas não físicas ou aparentes se dão através de realização de inspeções em ligações inativas, inspeções de fraudes, acompanhamento de variações bruscas de consumo e substituição preventiva e corretiva dos hidrômetros (GALVAO, 2007).

2.1.3.3.1 Submedição

Uma das principais formas que auxiliam no controle de perdas é um correto sistema de medição, pois é através dele que se pode conhecer o funcionamento da rede de abastecimento mensurando e controlando processo, vazão, pressão e nível (VOTRE, 2014).

Segundo Tardelli Filho (2006) é através das medições que se pode conhecer, diagnosticar, alterar e avaliar as diversas situações operacionais de um sistema. Gonçalves e Alvin (2007) mostram que o medidor fornece dados operacionais sobre volumes disponibilizados aos usuários e é através deles que se podem identificar vazamentos, servir de inibidor de consumo e estimular economia dos consumidores finais.

Os problemas com medidores podem levar estratégias de redução de perdas ao fracasso e entre os principais podemos citar a imprecisão dos macromedidores no sistema de produção e distribuição, a má qualidade dos medidores, submedição, dimensionamento inadequado do medidor, detritos nas redes de distribuição, envelhecimento do parque de hidrômetros e inclinação dos hidrômetros (FREITAIS, 2011).

A troca de hidrômetros é uma forma de reduzir as perdas aparentes, considerando que o envelhecimento do hidrômetro potencializado por fatores inerentes ao funcionamento ocasiona perdas gradativas de precisão de medição, conseqüentemente aumentando as perdas (TSUTIYA, 2005).

De acordo com Tsutiya (2005), as manutenções preventivas são aquelas realizadas em hidrômetros, podendo ser por tempo ou por determinado volume de utilização.

Os contadores de água domésticos tendem a perder precisão à medida que vão envelhecendo. Teoricamente, quanto mais idade um certo contador tiver, menos preciso será, e, por outro lado, se o caudal atravessado por este mesmo contador for demasiado baixo ou demasiado elevado, maior erro apresentará (SOUSA, 2011).

As manutenções corretivas são realizadas quando há problemas com o hidrômetro, seja por mau funcionamento ou impossibilidade de leitura e as adequações quando se tem dimensionamento desapropriado para o tipo de uso (TSUTIYA, 2005).

2.1.3.3.2 Combate as fraudes

As fraudes podem ser verificadas com o apoio da população através de denúncias, de inspeções nos hidrômetros e também pela análise de consumo das ligações. Após a verificação da fraude é necessário realizar negociações com o cliente para retirada da irregularidade e cobrar o valor do volume perdido. As fraudes podem ser minimizadas com a conscientização da população, através da utilização de lacres ou dispositivos que dificultem ações de roubo (VICENTINI, 2012).

2.1.4. Metodologia de determinação dos volumes de uma rede de distribuição

As perdas de água podem ser determinadas através do Balanço Hídrico, que é baseado em medições ou estimativas de volumes de uma rede de distribuição, que foram padronizadas, através da definição dos termos envolvidos, pela Força Tarefa de Perdas de Água da Associação Internacional de Água - IWA. De acordo com Tardelli Filho (2006) o Balanço Hídrico, Tabela 4, é uma ferramenta de avaliação dos fluxos e usos da água no sistema em valores absolutos ou relativos.

Tabela 4: Balanço Hídrico

Água que Entra no Sistema (AES) (10 ³ x m ³ /ano)	Consumo Autorizado (CA) (10 ³ x m ³ /ano)	Consumo Autorizado Faturado (CAF) (10 ³ x m ³ /ano)	Consumo Faturado Medido (CFM) (10 ³ x m ³ /ano)	Água Faturada (AF) (10 ³ x m ³ /ano)
			Consumo Faturado Não Medido (CFNM) (10 ³ x m ³ /ano)	
	Consumo Autorizado (CA) (10 ³ x m ³ /ano)	Consumo Autorizado Não Faturado (CANF) (10 ³ x m ³ /ano)	Consumo Não Faturado Medido (CNFM) (10 ³ x m ³ /ano)	Água Não Faturada (ANF) (10 ³ x m ³ /ano)
			Consumo Não Faturado Não Medido (CNFNM) (10 ³ x m ³ /ano)	
	Perdas de Água (PA) (10 ³ x m ³ /ano)	Perdas Aparentes (PAp) (10 ³ x m ³ /ano)	Uso Não Autorizado (UNA) (10 ³ x m ³ /ano)	
			Incertezas de Medição (IM) (10 ³ x m ³ /ano)	
		Perdas Reais (PR) (10 ³ x m ³ /ano)	Vazamentos nas Adutoras e/ou Redes de Distribuição (VARD) (10 ³ x m ³ /ano)	
			Vazamentos Extravasamentos nos Reservatórios (VER) (10 ³ x m ³ /ano)	
			Vazamentos nos Ramais (VR) (10 ³ x m ³ /ano)	

Fonte: Alegre *et al* (2006)

Demonstradas a seguir as formas de determinação dos itens principais do balanço hídrico como: a água que entra no sistema, consumo autorizado, perdas de água, perdas reais, perdas aparentes e incertezas de medições.

2.1.4.1 Água que entra no sistema (AES)

A água que entra no sistema é segundo Tardelli Filho (2006) o volume anual de água introduzido no sistema de abastecimento, que são os valores produzidos nas Estações de Tratamento de Água – ETA e nos poços ou volumes entregues de reservatórios setoriais.

A macromedição realizada nos sistemas de abastecimento pode ser feitas em diversas etapas da rede, sendo os pontos mais utilizados: captação, entrada e saída dos setores de abastecimento da água a ser distribuída aos consumidores. Ela é fundamental, pois, é através da mesma que se pode realizar monitoramento e gerenciamento do sistema e são considerados dados confiáveis, desde que instalados de forma adequada, aferidos e em perfeito funcionamento (SILVA *et al*, 2003).

É de suma importância entender que os equipamentos de macromedição podem apresentar erros de medição, diferenças do valor real ao valor medido, assim os macromedidores respeitam a exatidão padrão das classes do erro máximo admissível. As faixas de incerteza dos macromedidores eletromagnéticos desde que instalados de forma adequada e aterrada são de 0,5% do volume medido. E para os macromedidores mecânicos do tipo Woltmann variam $\pm 5,0\%$ de acordo com Frangipani (2007).

2.1.4.2 Consumo autorizado (CA)

É o consumo de água autorizado pelo sistema, sendo eles os volumes disponibilizados aos consumidores, os volumes utilizados pela companhia e os volumes utilizados pelos bombeiros. Sendo determinada pela soma do consumo autorizado faturado (CAF) e o consumo autorizado não faturado (CANF) (VICENTINI, 2012).

2.1.4.2.1 Consumo autorizado faturado (CAF)

Valor do consumo autorizado faturado é determinado pela soma dos consumos faturados medidos (CFM) e consumos faturados não medidos (CFNM). Sendo a porcentagem do item, definida pelo valor do consumo autorizado faturado dividido pela água que entra no sistema vezes cem (VICENTINI, 2012).

2.1.4.2.1.1 Consumo faturado medido (CFM):

Consumo faturado medido são segundo Tardelli Filho (2006) volumes medidos fornecidos aos consumidores cadastrados pela companhia, para os mais variados usos. Os valores para consumo faturado é o volume micromedido, sendo a maioria dos medidores instalados nas companhias Classes B e C, a faixa de incerteza destes medidores são de $\pm 2\%$ de acordo com Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (2000) para medidores novos.

O valor de consumo faturado medido é o volume micromedido mais ou menos a incerteza de 2% como determinadas nas bibliografias existentes. Sendo a porcentagem do item, definida pelo valor do consumo faturado medido dividido pela água que entra no sistema vezes cem (VICENTINI, 2012).

2.1.4.2.1.2 Consumo faturado não medido (CFNM)

Consumo faturado não medido são segundo Tardelli Filho (2006) volumes não medidos fornecidos aos consumidores cadastrados pela companhia para os mais variados usos.

2.1.4.2.2 Consumo autorizado não faturado (CANF)

O consumo autorizado não faturado é a soma dos consumos não faturados medidos e não medidos. Segundo Vicentini (2012) realiza-se uma estimativa, devido à falta de dados fornecidos, de 1,25% do valor da água que entra no sistema conforme determinado em um estudo no Reino Unido.

2.1.4.2.2.1 Consumo não faturado medido (CNFM) e Consumo não faturado não medido (CNFNM)

Consumo não faturado medido e consumo não faturado não medido são segundo Vicentini (2012) volumes utilizados legalmente pela companhia, em descargas, lavagens de redes e reservatórios e uso por bombeiros.

2.1.4.3 Água faturada (AF)

Valores da água faturada, que é a soma dos consumos faturados medidos e não medidos como determinada pela soma dos consumos faturados medidos (CFM) e consumos faturados não medidos (CNFM). Sendo a porcentagem do item, definida pelo valor do consumo autorizado faturado dividido pela água que entra no sistema vezes cem (VICENTINI, 2012).

2.1.4.4 Água não faturada (ANF)

São consideradas as perdas comerciais e consistem na diferença entre a água que entra no sistema e o consumo autorizado faturado, ou seja, esta água não é recebida pela empresa em valores monetários e englobam as perdas do sistema mais a água utilizada pela empresa e o uso por bombeiros. Sua obtenção é demonstrada pela diferença entre a água que entra no sistema (AES) e a água faturada (AF) e sua porcentagem é obtida pela divisão da água não faturada (ANF) pela água que entra no sistema vezes cem (VICENTINI, 2012).

2.1.4.5 Perdas de água (PA)

2.1.4.5.1 Perdas aparentes (PAp)

As perdas aparentes são resultantes das ligações clandestinas ou irregulares, fraudes nos hidrômetros, erros na micromedição e macromedição, erros na política tarifária, erros cadastrais e erro de leitura (Bovo *et al*, 2008). Sendo determinada pela soma do uso não autorizado (UNA) e as incertezas de medição (IM).

2.1.4.5.1.1 Uso não autorizado (UNA)

Uso Não Autorizado de acordo Awwa (2009) são as fraudes de um sistema de distribuição, por ações dos clientes ou outras pessoas que retiram água do sistema sem pagar. As fraudes ocorrem por diversos fatores: econômicos, culturais e políticas de fiscalização. E ainda erros no sistema comercial segundo Bovo et al. (2008), problemas com as tarifas, cadastros e erros de leitura.

Devido à dificuldade na detecção das fraudes e dos erros comerciais, os volumes não podem ser medidos, sendo realizada a estimativa de acordo com Vicentini (2012) considerando as fraudes 0,5% do volume que entra no sistema (AES), conforme definido em estudos no Reino Unido.

2.1.4.5.1.2 Incertezas de Medição (IM)

Incertezas de medição são segundo Jonhson (2012) imprecisões dos medidores, sendo este grau de imprecisão estabelecido através da análise de uma amostra de um parque de hidrômetros. O ensaio é realizado de acordo com a NBR 15.538/2011 que normatiza ensaios de avaliação de eficiência para medidores de água potável fria.

Os ensaios pertinentes a norma são: verificação do erro de indicação inicial; ensaio de desgaste acelerado contínuo em vazão determinada; ensaio de desgaste cíclico em baixas

vazões para a verificação dos erros sendo aplicadas vazões já determinadas na Tabela 5, definidas pela NBR 15.538/2011.

Tabela 5: Parâmetros para determinação de erro de indicação e IDM

Faixas de Vazão (L/h)	Vazões para verificação dos erros (L/h)	Perfil de Consumo (%)
0 a 5	2,5	4,56
5 a 15	10	6,99
15 a 30	22,5	6,83
30 a 50	40	7,34
50 a 150	100	23,21
150 a 350	250	23,92
350 a 550	450	12,27
550 a 850	700	7,29
850 a 1150	1000	5,86
1150 a 1500	1325	1,73

Fonte: NBR 15.538 (2011)

Os termos e definições importantes para a realização do ensaio: perfil de consumo – características de consumo de água potável em um determinado consumidor relacionado com a vazão instantânea de operação e os volumes escoados em cada faixa de vazão por um período significativo; erro ponderado (EP) – parâmetro de avaliação de desempenho associando perfil de consumo e erro apresentado pelo medidor de água definidos na Equação 1, onde $Peso Q_x$ é igual ao volume consumido em cada faixa de vazão/volume consumido.

$$EP (\%) = \sum [(Erro Q_x) \times (Peso Q_x)] \quad (1)$$

Índice de desempenho da medição (IDM) – valor percentual que corresponde ao desempenho de um medidor de água, definida pela Equação 2.

$$IDM = 100 + EP \quad (2)$$

Para a realização do ensaio devem obedecer aos seguintes requisitos: realização do ensaio com hidrômetros aprovados pelo Inmetro; a temperatura da água deverá estar entre 1 e 40°C; pressão não poderá ultrapassar a pressão máxima que o medidor foi projetado; deve ser

realizada a eliminação do ar do sistema antes da execução do ensaio, chamado de purga; e o instrumento para a realização dos ensaios deverá ser referenciados pelo Inmetro.

2.1.4.5.2 Perdas reais (PR)

As perdas reais ocorrem devido a vazamentos (visíveis ou não visíveis) em redes, ramais e cavaletes, extravasamentos de reservatórios. Os visíveis são aqueles que afloram na superfície, os não visíveis não afloram na superfície sendo detectados apenas por equipamentos específicos e os inerentes não afloram e não são detectáveis pelos equipamentos. (Patrício, 2007). O valor é determinado pela diferença entre as perdas de água (PA) e as perdas aparentes (PAp).

2.1.4.6 Análise dos dados

Para realizar o levantamento do balanço hídrico, pode ser desenvolvido de cima para baixo (*método top down*) ou de baixo para cima (*método botton up*), onde o primeiro consiste em estimar as perdas reais a partir das perdas totais, sendo determinadas primeiramente as perdas aparentes. O outro método que consiste em realizar um monitoramento contínuo da vazão mínima noturna para a determinação das perdas reais, confrontando com as perdas totais e determinando as perdas aparentes (MIRANDA, 2006).

3 CAPITULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Tratou-se de uma análise de dados da rede de abastecimento de água na cidade de Toledo – PR, no período de Janeiro/2016 a Dezembro/2016, voltados ao combate às perdas com a utilização de conceitos e documentos normativos propostos pela companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, responsável pelo abastecimento de água no município de Toledo – PR, procurando identificar os volumes das perdas reais e aparentes.

Tratou-se de uma análise quantitativa, estatística e levantamentos a campo, com o intuito de detalhar as quantidades das perdas reais e aparentes, baseados no Balanço Hídrico, e através desta análise, verificar suas principais causas e as possibilidades de mitigação.

Os dados foram obtidos na Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, nos setores de: **Clientes** – Área que realiza atendimento, comercialização, cadastro, faturamento, arrecadação e cobranças; **Redes** – Área que realiza a operação da rede de distribuição de água, operação da rede coletora de esgoto, programação e fiscalização de redes, medições e controles de materiais; e **Industrial** – Área que realiza o tratamento e verifica a qualidade da água e esgoto. Estas áreas possuem equipes que realizam os levantamentos dos dados, cada qual com suas funções.

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo de caso será realizado na rede de abastecimento de água, na cidade de Toledo, região oeste do Paraná, como mostrado na Figura 2. O sistema é composto por unidades de captação (superficial ou subterrânea), adução, tratamento, reservação e distribuição. A coleta superficial é realizada no Rio Toledo e as subterrâneas em 11 poços espalhados por toda a extensão do Município.

3.1.3 Obtenções dos valores do Balanço Hídrico

Na Tabela 7 está sendo demonstrada a forma em que é montado o balanço hídrico, mostrando do que cada item é composto.

Tabela 7: Balanço Hídrico

Água que Entra no Sistema (AES)	Consumo Autorizado (CA)	Consumo Autorizado Faturado (CAF)	Consumo Faturado Medido (CFM)	Água Faturada (AF)
			Consumo Faturado Não Medido (CFNM)	
		Consumo Autorizado Não Faturado (CANF)	Consumo Não Faturado Medido (CNFM)	Água Não Faturada (ANF)
			Consumo Não Faturado Não Medido (CNFNM)	
	Perdas de Água (PA)	Perdas Aparentes (PAp)	Uso Não Autorizado (UNA)	
			Incertezas de Medição (IM)	
		Perdas Reais (PR)	Vazamentos nas Adutoras e/ou Redes de Distribuição (VARD)	
			Vazamentos Extravasamentos nos Reservatórios (VER)	
			Vazamentos nos Ramais (VR)	

Fonte: Alegre *et al* (2006)

A seguir serão apresentados individualmente os principais itens do balanço hídrico e as formas de determinar seus respectivos volumes. Fazendo parte do estudo a água que entra no sistema (AES) um dos itens mais importantes, pois é partir dele que conseguimos verificar as proporções dos outros itens, sendo de fácil determinação com a utilização de macromedidores.

Os valores de consumo autorizado (CA) são subdivididos em consumos faturados medidos e não medidos (CFM e CFNM) que são determinados através dos micromedidores instalados nos locais de consumo e também incluem os consumos não faturados medidos e

não medidos (CNFM e CNFNM) que necessitam de atenção especial da empresa, pois são valores estimados e para sua determinação precisam de metodologias de fácil compreensão.

As perdas de água (PA) que são subdivididas em perdas aparentes (PAp) que são usos não autorizados (UNA), volumes de difícil medição por serem situações ocultas, e incertezas de medição (IM), que são determinadas através de estudos que verificam os índices de medição dos hidrômetros testados e as perdas reais (PR) que consistem em vazamentos de diversas origens (VARD, VER e VR) e podem ser determinadas por estudos ou pela diferença entre as perdas de água com as perdas aparentes.

3.1.3.1 Levantamento quantitativo

Água que entra no sistema (AES): A água que entra no sistema é contabilizada pela Sanepar por leituras mensais, realizadas por funcionários treinados, em macromedidores localizados nas saídas dos poços e da estação de tratamento, sendo armazenados em planilhas. Os medidores utilizados pela empresa passam por um rigoroso teste até serem instalados a campo, sendo eles dados confiáveis tendo a variação apenas da precisão do aparelho.

Na Tabela 8 demonstra-se uma forma de determinação do volume total e suas faixas de variação, realizando o levantamento dos pontos de medição existentes na rede de distribuição, qual o tipo de macromedidor utilizado nestes pontos, os volumes levantados por estes macromedidores de forma individual, as faixas de incertezas dos pontos de medição, referenciados pelas bibliografias existentes, determinando-se o desvio padrão (σ) e a variância (σ^2).

Tabela 8: Volumes macromedidos e suas variações

Ponto de Medição (PM)	Tipo de Macromedidor	Volume Macromedido (VM) (10^3m^3)	Incerteza (%)	σ (10^3 m^3)	σ^2 (10^3 m^3) ²
PM 1	Mecânico	VM1	5	$0,05 * \text{VM1}$	$(0,05 * \text{VM1})^2$
PM 2	Eletromagnético	VM2	0,5	$0,005 * \text{VM2}$	$(0,005 * \text{VM2})^2$
		ΣV			$\Sigma \sigma^2$

Fonte: Vicentini (2012)

Sendo a água que entra no sistema a soma dos volumes macromedidos mais ou menos a raiz quadrada da variância, conforme demonstrada na Equação 3, dos valores

encontrados na Tabela 8. Na Equação 4 determina-se a porcentagem do volume encontrado em relação a todo sistema, sendo a água que entra no sistema a base para este cálculo.

$$AES = \sum V \pm \sqrt{\sum s^2} \quad (3)$$

$$AES(\%) = \frac{AES}{AES} \times 100 \quad (4)$$

Consumos autorizados (CA): Os consumos autorizados são todos os volumes disponibilizados para o consumidor final, volumes utilizados pela Sanepar e volumes especiais que são utilizados pelos bombeiros.

Os valores são determinados pela Equação 5, sendo os valores efetivos determinados na Equação 6 como a soma dos valores de consumo autorizado faturado e não faturado e faixas de incertezas são determinadas pela Equação 7 sendo a raiz quadrada da soma das variâncias dos valores de consumo autorizados faturado e não faturado. O percentual é determinado pelo valor do consumo autorizado dividido pela água que entra no sistema vezes cem, demonstrada pela Equação 8.

$$CA = \bar{x}_{CA} \pm s_{CA} \quad (5)$$

$$x_{CA} = x_{CAF} + x_{CANF} \quad (6)$$

$$s_{CA} = \sqrt{s_{CAF}^2 + s_{CANF}^2} \quad (7)$$

$$CA(\%) = \frac{CA}{AES} \times 100 \quad (8)$$

Consumo autorizado faturado (CAF): Sendo os volumes disponibilizados aos consumidores finais medidos com hidrômetros dimensionados conforme o seu uso, os medidores passam por testes no lote para sua liberação na aplicação dos mesmos a campo, os dados são considerados confiáveis, podendo variar devido à precisão dos medidores, erros e impossibilidades de leitura, contas emitidas pela média e problemas de cadastro.

Consumo autorizado não faturado (CANF): Os volumes utilizados pela companhia são medidos por hidrômetros nas instalações, como escritórios, estação de

tratamento, poços e estação de esgoto. E os volumes utilizados na lavagem de reservatórios e redes são estimados pela Sanepar. Já os valores de caminhões de hidrojateamento são verificados na medida da quantidade que é colocada nos caminhões durante seu carregamento, que é realizado direto da rede.

Os volumes de manutenção, descargas, estanqueidade de redes não são contabilizados, devido falta de equipamentos adequados e metodologias de cálculo. Os volumes utilizados pelos bombeiros são estimados por eles e repassados á Sanepar. Tornando os dados de volumes utilizados pela empresa e pelos bombeiros não confiáveis. Sendo necessária a utilização de estimativas, baseados em estudos realizados no Reino Unido, onde de acordo com Vicentini (2012) estes valores correspondem á 1,25% do volume que entra no sistema.

Perdas de água (PA): As perdas totais do sistema são consideradas a diferença da água que entra no sistema e o consumo autorizado, sendo elas subdivididas em perdas reais e aparentes. Onde as **perdas reais (PR)** são determinadas pela diferença entra as perdas totais do sistema e as perdas aparentes.

São as perdas existentes no sistema que consiste na diferença entre água que entra no sistema (AES) com o consumo autorizado (CA). Os valores são determinados pela Equação 9, sendo os valores efetivos determinados na Equação 10 como a diferença da água que entra no sistema (AES) e o consumo autorizado (CA) e as incertezas é determinada pela Equação 11 sendo a raiz quadrada da soma das variâncias da água que entra no sistema e o consumo autorizado. O percentual é determinado pelo valor das perdas de água dividido pela água que entra no sistema vezes cem, demonstrada pela Equação 12.

$$PA = x_{PA} \pm s_{PA} \quad (9)$$

$$x_{PA} = x_{AES} - x_{CA} \quad (10)$$

$$s_{PA} = \sqrt{s_{AES}^2 + s_{CA}^2} \quad (11)$$

$$PA(\%) = \frac{PA}{AES} \times 100 \quad (12)$$

Uso não autorizado (UNA): Consideradas como fraudes que devido à falta de dados são estimados segundo Vicentini (2012) como sendo 0,50% da água que entra no sistema, baseado em um estudo realizado no Reino Unido.

3.1.3.2 Valor levantado com ensaio

Incertezas de medição (IM): São consideradas principalmente como submedição e determinadas através de um estudo, que resulta a incerteza de medição por tempo de uso do aparelho, utilizando ensaio de verificação do erro de indicação inicial da NBR 15.538/2011 e descrito no Item 2.1.4.5.1.2.

3.1.3.2.1 Identificação da amostra

Foram identificados os hidrômetros existentes na cidade de Toledo e classificados quanto às marcas individualmente e anos de uso conforme mostrados no Anexo A. Também foram determinadas as quantidades por idade e identificadas porcentagens referentes a cada ano como demonstradas na Tabela 9, verificando que 96,72% dos hidrômetros estão entre 0 a 10 anos de idade.

Tabela 9: Hidrômetros da unidade de Toledo separados por ano

IDADE	QUANTIDADE	ANO	%
19	3	1998	0,01
18	91	1999	0,23
17	207	2000	0,51
16	110	2001	0,27
15	164	2002	0,41
14	132	2003	0,33
13	259	2004	0,64
12	168	2005	0,42
11	190	2006	0,47
10	402	2007	1,00
9	760	2008	1,89
8	897	2009	2,23
7	2466	2010	6,13

Tabela 9 (continuação): Hidrômetros da unidade de Toledo separados por ano

IDADE	QUANTIDADE	ANO	%
6	2305	2011	5,73
5	5061	2012	12,57
4	8757	2013	21,76
3	6335	2014	15,74
2	4536	2015	11,27
1	6259	2016	15,55
0	1146	2017	2,85
TOTAL	40248		100

Fonte: Sanepar (2016)

Sendo também determinada a distribuição da quantidade por marca dos hidrômetros instalados em Toledo no ano de 2016 e as porcentagens que estas marcas apresentam no todo conforme demonstra a Tabela 10.

Tabela 100: Hidrômetros da unidade de Toledo separados por marca

MARCA	QUANTIDADE	%
Sem marca/Não identificado	40	0,10
Lao	2688	6,68
Actaris	3	0,01
Elster	3526	8,76
Tecnobras	6481	16,10
Fae	17515	43,52
Sappel	2862	7,11
Zenner	500	1,24
Arad	245	0,61
Itron	4270	10,61
Us matic	193	0,48
Sensus	1925	4,78
TOTAL	40248	100

Fonte: Sanepar (2016)

Foram selecionadas as marcas Fae, Tecnobras, Itron e Elster que são as marcas com maiores quantidades 43,52%, 16,10%, 10,61% e 8,76% respectivamente. Obtendo, portanto,

78,99% de caracterização da amostra com os hidrômetros escolhidos. Sendo os hidrômetros da amostra selecionados de forma aleatória, perfazendo a amostra:

- 12 HD's da marca Fae, 2 para cada idade de 1 a 6 anos;
- 4 HD's da marca Tecnobras, 2 para cada idade de 2 e 3 anos;
- 36 HD's da marca Itron, 2 para cada idade de 1 a 19 anos, com exceção do de 15 e 18 anos que havia apenas um hidrômetro para estas idades;
- 8 HD's da marca Elster, 2 para cada idade de 7 a 10 anos.

3.1.3.2.2 Descrição do ensaio

Os hidrômetros utilizados nos ensaios e os resultados obtidos ficam armazenados no *software* da bancada conforme demonstrado na Figura 3. As bancadas foram montadas de acordo com as vazões nominais dos hidrômetros e as leituras realizadas em cada etapa são repassadas para o equipamento.

Figura 3: Amostra para ensaio e resultado demonstrado pelo *software* da bancada



Fonte: Autor (2017)

Montou-se a primeira bancada com 17 hidrômetros, conforme Figura 4, com vazão nominal de 1,5 metros cúbicos por hora, sendo eles do tipo volumétrico e mecânico, mantendo-os em nível e prumo, foi realizada a purga do sistema três vezes para eliminação do ar de todo o sistema. Dando início ao ensaio aplicando as vazões determinadas na NBR 15.538/2011.

A segunda e a terceira bancada, demonstradas na Figura 4, foram montadas com 22 hidrômetros com vazão nominal de 0,75 metros cúbico por hora, contendo apenas medidores do tipo mecânico, mantendo o nível e prumo de todos os medidores e realizando a purga do sistema, dando o início ao ensaio.

Figura 4: Ensaio bancada gravimétrica



Fonte: Autor (2017)

Realizam-se as leituras dos hidrômetros antes de iniciar a aplicação da vazão de 1325 litros por segundo e o volume de água é determinado pela bancada, sendo a sua precisão obtida através do peso da água que foi inserida na passagem da mesma pelo sistema.

Realizando leituras após cada aplicação das vazões determinadas na norma e também anotação dos volumes que passaram pelo sistema em cada vazão aplicada, os resultados estão apresentados no Anexo B em planilhas que utilizam a Equação 1 para determinar o erro ponderado e a Equação 2 para determinar o índice de desempenho de medição de cada hidrômetro.

Como a quantidade de amostras que foram ensaiadas é pequena, perto do parque de hidrômetros da cidade de Toledo que é em torno de quarenta mil hidrômetros, foram acrescentados ao estudo 628 testes de medidores que já haviam sido analisados pela empresa. Formando uma análise com 688 hidrômetros no total.

3.1.3.3 Análise dos dados

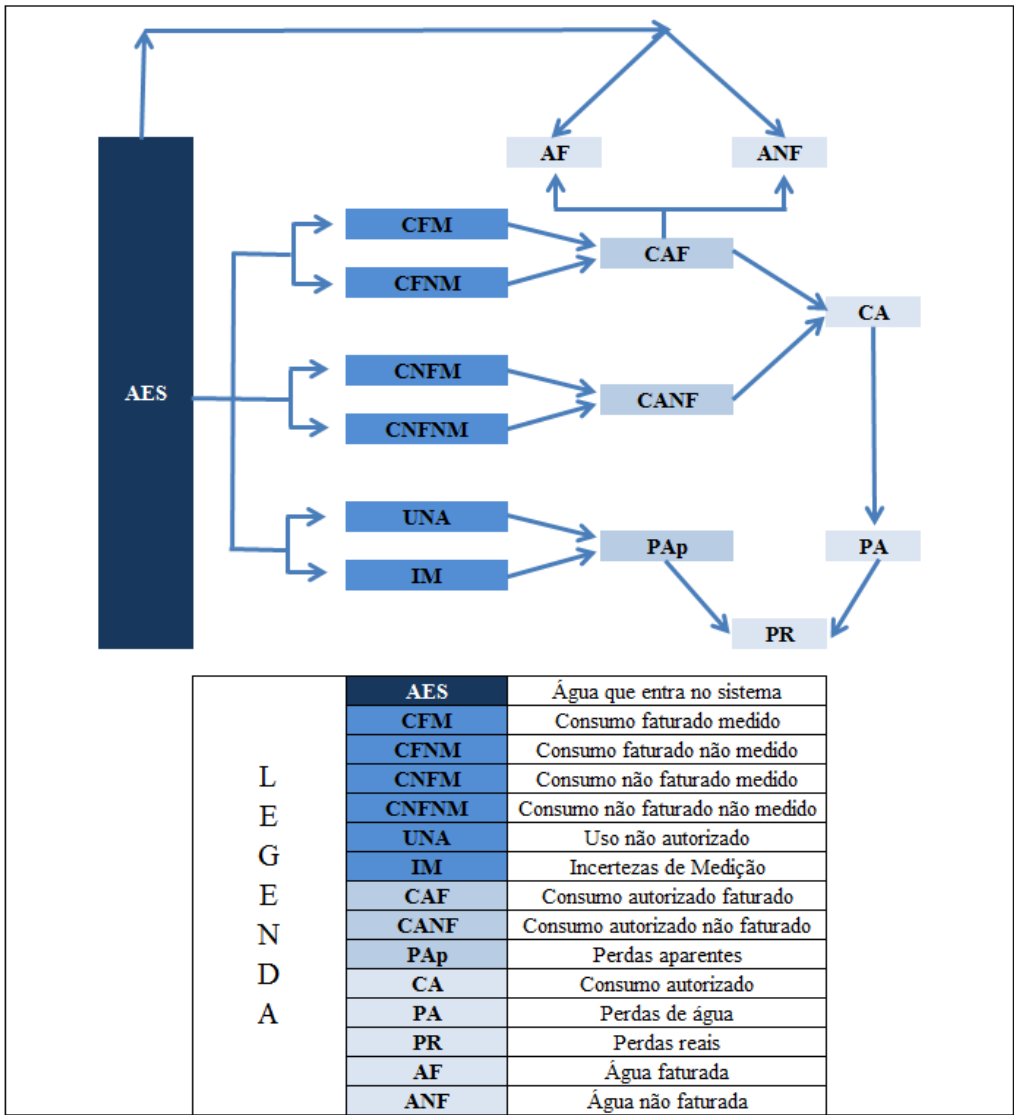
Foi realizado o levantamento do balanço hídrico pelo método de cima para baixo (*método top down*) onde consistiu em estimar as perdas reais a partir das perdas totais, sendo determinadas primeiramente as perdas aparentes.

4 CAPITULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 5 apresenta-se a ordem em que serão determinados os valores do sistema sendo demonstrado das cores mais escuras para mais claras como ordem do primeiro ao último a ser identificado respectivamente.

Figura 5: Ordem de determinação dos itens do Balanço Hídrico



Fonte: Autor (2017)

4.1.1 Água que entra no sistema (AES)

O volume que entra no sistema é contabilizado por macromedidores instalados nas saídas dos poços e da ETA para a distribuição. Os tipos utilizados são eletromagnéticos e mecânicos (modelo Woltmann), sendo as faixas de incertezas 0,5% e 5% respectivamente. Demonstrados na Tabela 11, são 11 pontos de macromedição no sistema de distribuição de Toledo, sendo 07 unidades medidoras eletromagnéticas e 04 unidades mecânicas tipo Woltmann, além da determinação do desvio padrão “ σ ” e da variância “ σ^2 ” dos dados levantados.

Tabela 11: Volumes macromedidos e suas variações

Ponto de Medição (PM)	Tipo de Macromedidor	Volume Macromedido (VM) (10^3 m^3)	Incerteza (%)	σ (10^3 m^3)	σ^2 (10^3 m^3) ²
CSB1	Eletromagnético	303,60	0,5	1,52	2,30
CSB4	Eletromagnético	1047,92	0,5	5,24	27,45
CSB10	Eletromagnético	426,92	0,5	2,13	4,56
CSB12	Eletromagnético	657,29	0,5	3,29	10,80
CSB15	Eletromagnético	325,73	0,5	1,63	2,65
CSB18	Eletromagnético	1200,69	0,5	6,00	36,04
EEB1	Eletromagnético	3073,86	0,5	15,37	236,22
CSB1 POTY	Mecânico	8,21	5	0,41	0,17
CSB2	Mecânico	370,40	5	18,52	342,98
CSB5	Mecânico	76,28	5	3,81	14,55
CSB17	Mecânico	746,13	5	37,31	1391,79
		8237,02			2069,51

Fonte: Sanepar (2016)

Os valores obtidos na Tabela 11 serão utilizados para compor a Equação 1, demonstrada no Item 2.1.4.1, que determina o volume total e sua variação, sendo o somatório das variâncias, em relação ao tipo de medidor utilizado. Obtendo o valor para água que entra no sistema $8.237,02 \pm 45,49 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$, podendo variar de 8.191,53 a $8.282,51 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$. Sendo sua porcentagem igual a 100% dos valores a serem verificados, servindo como base para o cálculo de proporção de todos os itens determinados a seguir.

4.1.2 Consumo faturado medido (CFM)

Os volumes micromedidos do sistema de abastecimento de água de Toledo são obtidos no sistema de gerenciamento comercial (SGC), sendo este valor a soma dos volumes registrados diariamente pelos agentes comerciais de campo, e foram organizados em planilha do Excel os volumes totais mensais sendo eles representados na Tabela 12.

Tabela 12: Volumes micromedidos mensalmente

Mês	Medido Final (10³ m³)
Janeiro	531,42
Fevereiro	528,79
Março	506,49
Abril	528,88
Maio	486,30
Junho	469,10
Julho	482,44
Agosto	519,71
Setembro	500,25
Outubro	528,58
Novembro	537,81
Dezembro	523,71
TOTAL	6.135,48

Fonte: Sanepar (2016)

Os valores obtidos na Tabela 12 serão utilizados para obter o valor do consumo faturado medido e sua variação é determinada pela precisão dos hidrômetros, erros e impossibilidade de leitura, contas enviadas pela média e erros cadastrais. Obtendo o valor de $6.135,48 \pm 122,71 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$, podendo variar de $6.012,77$ a $6.258,19 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$. Verificando que o volume micromedido representa 74,48% do volume em relação a todo estudo.

4.1.3 Consumo faturado não autorizado (CFNM)

Não sendo aplicada na companhia, pois, todos os locais em que é fornecida água são realizados a medição dos consumos.

4.1.4 Consumo não faturado medido (CNFM)

A Tabela 13 apresenta os valores levantados pela companhia de volumes de manutenção, limpeza de reservatórios, volumes das unidades da Sanepar e caminhões de hidrojetamento. Sendo volumes utilizados na execução de manutenção e os volumes empregados nas limpezas de reservatórios estimados.

Os volumes das unidades da Sanepar que consiste nas quantidades utilizadas nas instalações da companhia para diversos usos sendo hidrometradas e registradas com leituras mês a mês e as quantidades utilizadas em caminhões de hidrojetamento para lavagens em obras e outros diversos usos, tendo horímetro¹ instalado para medição dos volumes utilizados por ele.

Tabela 13: Volumes utilizados pela Sanepar em Toledo no ano de 2016

	MANUTENÇÃO	LIMPEZA DE RESERVATÓRIOS	VOLUME UNIDADES SANEPAR	CAMINHÃO DE HIDROJETAMENTO	TOTAL
JANEIRO	75		554	174	803
FEVEREIRO	160		665	52	877
MARÇO	67		636	17	720
ABRIL	142		555	97,9	795
MAIO	95		460	58	613
JUNHO	3	83	529	4	619
JULHO	142		567	96	805
AGOSTO	32		1119	82	1.233
SETEMBRO	131	10	1412	93	1.646
OUTUBRO	25	149	2112	95	2.381
NOVEMBRO	12	40	1465		1.517
DEZEMBRO	22		1974	95	2.091
				Total (m³)	14.099
				Total (10³ m³)	14

Fonte: Sanepar (2016)

Como podem ser verificados pela Tabela 13, os volumes de consumo não faturado medido resulta na proporção de 0,17% do volume da água que entra no sistema, diverge dos estudos mais aprofundados realizados no Reino Unido segundo Vicentini (2012), em que este valor está em torno de 1,25% da água que entra no sistema (AES), juntando ao valor de

¹ É um instrumento de medida analógico ou digital que indica a quantidade de horas e frações que um aparelho esteve em funcionamento.

CNFM, sendo adotada a estimativa segundo o estudo, devido ao valor levantado ser muito inferior ao volume verificado no estudo.

4.1.5 Consumo não faturado não medido (CNFNM)

Volume utilizado por bombeiros em caminhões e também hidrantes, sendo eles, volumes estimados pelos bombeiros e repassados para a Sanepar, demonstrados na Tabela 14. Representando 0,05% do volume total encontrado, sendo ele muito inferior ao valor verificado pelo estudo aprofundado no Reino Unido que conforme Vicentini (2012) o valor é de 1,25% da água que entra no sistema, juntando com o valor de CNFM.

Tabela 14: Volumes utilizados pelo bombeiro em Toledo no ano de 2016

	VOLUME ESPECIAL (EM M ³)
JANEIRO	22
FEVEREIRO	19
MARÇO	76
ABRIL	86
MAIO	-
JUNHO	50
JULHO	67
AGOSTO	54
SETEMBRO	57
OUTUBRO	71
NOVEMBRO	24
DEZEMBRO	10
Total	536
Total (10 ³ m ³)	0,536

Fonte: Sanepar (2016)

4.1.6. Usos não autorizados (UNA)

Na Tabela 15 estão demonstradas as fraudes verificadas pela companhia no ano de 2016, identificando o tipo de fraude, média do consumo dos últimos 12 meses da ligação e média de consumo da localidade. Sendo que os volumes fraudados não podem ser

quantificados, pois, em um sistema de abastecimento de água existem as fraudes que não são verificadas, podendo haver muito mais volumes fraudados que os volumes recuperados.

Tabela 15: Fraudes verificadas pela Sanepar em Toledo no ano de 2016

FRAUDES TOLEDO - SANEPAR				
			Consumos	
Mês	Origem Identificação	Tipo de Fraude	Média Ligação	Média Localidade
Janeiro				
Fevereiro	VISITAS	1	12	15,17
	VISITAS	1	15	15,94
	VISITAS	1	10	15,94
Março	CORTE	3	19	15,83
Abril	CORTE	1	12	15,36
Maio	CORTE	1	13	15,5
	CORTE	3	11	15,5
Junho				
Julho	LEITURA	1	19	15,24
	CORTE	1	19	15,24
Agosto	CORTE	1	10	15,24
	CORTE	1	19	15,24
	CORTE	1	15	15,24
Setembro	CORTE	1	10	15,52
Outubro	CORTE	1	10	15,82
Novembro				
Dezembro		1	10	16

Tipos de Fraudes:	1 – Violação de Hidrômetro
	2 – Ligação Direta
	3 – Ligação Clandestina

Fonte: Sanepar (2016)

Como os valores levantados representam menos de 0,01% do valor total do sistema, comparou-se ser muito menor que o estudo aprofundado realizado no Reino Unido em que foi estimado fraudes em torno de 0,50% do volume que entra no sistema, adotando assim esta estimativa para o presente estudo. Obtendo o volume de $41,19 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$.

4.1.7 Incertezas de medição (IM)

No Anexo B está demonstrado os valores obtidos nos ensaios com a bancada gravimétrica sendo verificado o IDM e o erro ponderado de cada hidrômetro a cada faixa de vazão aplicada onde a norma determina que sejam realizadas as verificações.

A análise dos hidrômetros foi realizada de acordo com a idade dos mesmos, sendo apresentada na Tabela 16 a média (μ) do índice de medição e o desvio padrão (σ), envolvendo os hidrômetros ensaiados no estudo mais os testes já realizados pela empresa.

Tabela 16: Média e desvio padrão dos IDM's - Todos os testes

Idade	Média (μ)	Desvio Padrão (σ)
1	93,68	3,87
2	91,65	6,50
3	90,38	6,88
4	89,36	5,14
5	89,16	5,46
6	90,35	5,13
7	89,74	5,94
8	90,11	5,06
9	91,09	4,79
10	83,48	9,47
11	87,09	6,01
12	91,10	4,23
13	89,88	5,22
14	87,31	1,00
15	91,98	5,04
16	53,11	24,00
17	70,31	15,86
18	63,31	0,00
19	69,80	7,78

Fonte: Sanepar (2017)

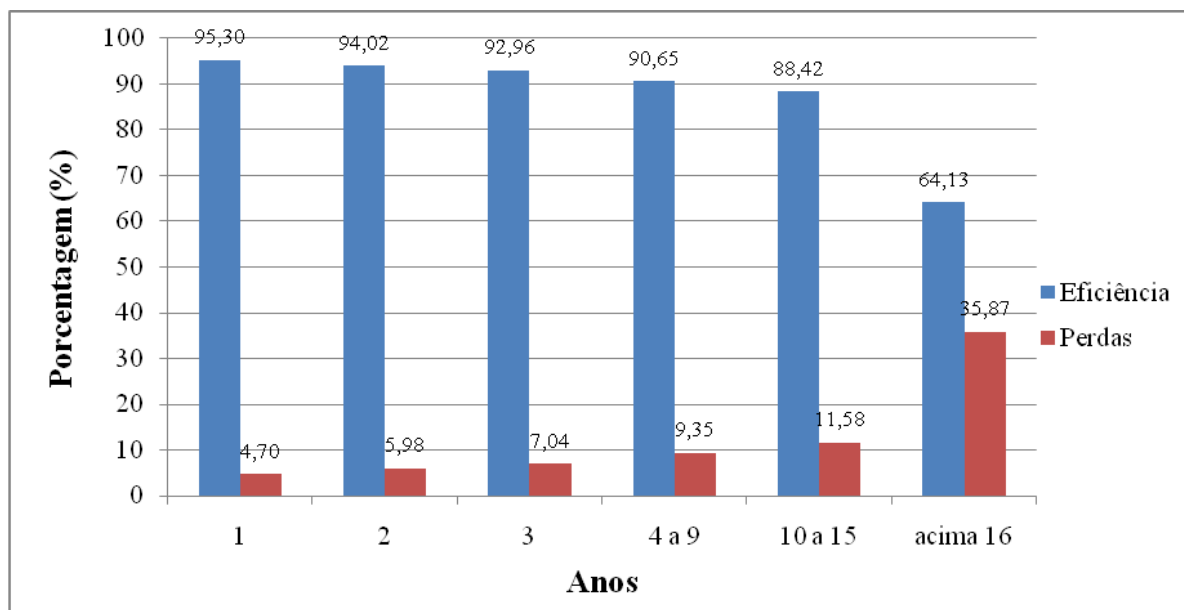
Realizando a análise dos dados foram eliminadas 259 amostras, sendo 8 do estudo realizado, que estavam fora da faixa mínima e máxima dos desvios considerados. Obtendo assim uma nova média apenas com os medidores considerados, demonstrados na Tabela 17, verificando que se têm idades com pouca variação entre si.

Tabela 17: Média dos índices de medição

Idade	Média
1	95,30
2	94,02
3	92,96
4	89,29
5	89,81
6	91,07
7	91,71
8	89,47
9	92,56
10	83,49
11	85,63
12	91,26
13	90,83
14	87,31
15	91,98
16	53,11
17	70,31
18	63,31
19	69,80

Fonte: Sanepar (2017)

Devido à existência de dados bem próximos nas idades de 4 a 9, 10 a 15 e acima de 16 anos, os hidrômetros destas faixas foram agrupados e com isso calculado uma nova média do IDM, adotando as novas medias como valores de IDM para estas novas faixas. Sendo demonstradas pela Figura 6 as eficiências e as perdas dos hidrômetros em relação a sua idade.

Figura 6: Eficiência e perda dos hidrômetros x anos

Fonte: Autor (2017)

Levantados os volumes medidos pelos hidrômetros separadamente por grupos de idades em 2016 na cidade de Toledo como demonstrados na Tabela 18 pode-se aplicar a eficiência, apresentado na Figura 6, para verificar o volume que efetivamente passou pelos medidores.

Tabela 18: Volume efetivo medido

Idade	Volumes micromedidos ano de 2016 (10 ³ m ³)	Eficiência (%)	Volume real medido considerando a submedição (10 ³ m ³)
1	494,68	95,30	471,45
2	591,88	94,02	556,47
3	941,00	92,96	874,80
4 a 9	3859,10	90,65	3498,45
10 a 15	196,51	88,42	173,75
acima 16	64,36	64,13	41,28
TOTAL			5574,92

Fonte: Autor (2017)

Na Figura 6 está demonstrada a porcentagem de perdas que o medidor sofre com o passar dos anos. Apurando que através destes valores definidos, as perdas que os hidrômetros sofrem, ocorrem devido ao desgaste do tempo de utilização. Através dos valores de perdas apresentados na Figura 6 aplica-se aos volumes micromedidos os erros percentuais que são

considerados com as perdas de medição devido às idades dos medidores definidos pelo estudo, demonstrada na Tabela 19. Verificando que volume encontrado será considerado as incertezas de medição.

Tabela 19: Aplicação das perdas nos volumes medidos

Idade	Volumes micromedidos ano de 2016 (10^3 m^3)	Perdas (%)	Volume real de perdas por submedição (10^3 m^3)
1	494,68	4,70	23,23
2	591,88	5,98	35,41
3	941,00	7,04	66,20
4 a 9	3859,10	9,35	360,65
10 a 15	196,51	11,58	22,76
acima 16	64,36	35,87	23,08
TOTAL			508,25

Fonte: Autor (2017)

Sendo verificados, portanto, que as incertezas de medição representam 6,17% do valor total do sistema sendo seu volume igual a $508,25 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$.

4.1.8 Consumo autorizado faturado (CAF)

Valores do consumo autorizado faturado e água faturada, é a soma dos consumos faturados medidos (CFM) e não medidos (CFNM), resultando no volume de $6.135,48 \pm 122,71 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$, podendo variar de 6.012,77 a $6.258,19 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$ e a porcentagem em relação a todo estudo é de 74,48%, que consiste nos valores de consumo faturado medido, já que não existe consumo faturado não medido.

4.1.9 Consumo autorizado não faturado (CANF)

Devido à falta de dados fornecidos, os valores obtidos serão desconsiderados, resultante do não levantamento de volumes de desinfecções que acontecem quando são retiradas amostras para análises de água e a mesma está contaminada sendo necessária a realização de desinfecção para a coleta de nova amostra.

Volumes de descargas realizadas após consertos de redes para a limpeza da mesma e testes de estanqueidade em novos loteamentos realizados no momento da entrega dos mesmos, onde a sua liberação ocorre após a rede estar estanque, sendo assim os valores perdidos devido a vazamentos encontrados desconsiderados, realizando portando a estimativa do consumo autorizado não faturado.

Como o consumo autorizado não faturado (CANF) é a soma dos consumos não faturados medidos e não medidos e devido à falta de confiabilidade dos dados fornecidos resultante das não medições em determinadas situações, realizou-se uma estimativa de acordo com estudos no Reino Unido no valor de 1,25% do valor da água que entra no sistema, obtendo o valor de $102,96 \pm 0,57 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$, podendo variar de $102,39$ a $103,53 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$.

4.1.10 Perdas aparentes (PAp)

As perdas aparentes são consideradas a soma dos usos não autorizados (UNA) e as incertezas de medição (IM) resultando o valor de $549,44 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$ que representa 6,67% do todo e das perdas do sistema.

4.1.11 Consumo autorizado (CA)

Para a determinação do CA, que são volumes disponibilizados aos consumidores, utilizados pela companhia e os volumes utilizados pelos bombeiros, necessita determinar CAF e CANF. O valor de CA é determinado pela Equação 5, demonstrada no Item 3.1.3.1 que é a soma do consumo autorizado faturado (CAF) e o consumo autorizado não faturado (CANF), obtendo o valor de $6.238,44 \pm 122,71 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$, podendo variar de $6.115,73$ a $6.361,15 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$. E a porcentagem em relação ao estudo é de 75,74%.

4.1.12 Perdas de água (PA)

São as perdas existentes no sistema que é a diferença da água que entra no sistema com o consumo autorizado, demonstrada pela Equação 9 verificada no Item 3.1.3.1, obtendo

o valor de $1.998,58 \pm 130,87 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$, podendo variar de 1.867,71 a $2.129,45 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$. E com a Equação 16 determina-se a porcentagem, que consiste na divisão do valor das perdas reais pela água que entra no sistema vezes cem, representando 24, 26% em relação a todo estudo.

4.1.13 Perdas reais (PR)

São consideradas as perdas reais volumes de vazamentos nas adutoras, redes, reservatórios e ramais, além de extravasamentos de reservatórios. Realizou-se o estudo que da montagem do balanço hídrico por meio do método de cima para baixo (*método top down*) que consiste em estimar as perdas reais a partir da diferença das perdas de água (PA) e perdas aparentes (PAp), sendo o volume de perdas reais $1449,14 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$ e a porcentagem dela representam 17,59% das perdas e de todo o sistema.

4.1.14 Água faturada (AF)

É considerado igual ao consumo autorizado faturado (CAF), que consiste na soma dos consumos faturados medido (CFM) e consumos faturados não medidos (CFNM) com seu valor de $6.135,48 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$ variando de 6.012,77 a $6.258,19 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$ e a sua porcentagem representa 74,48% do sistema todo.

4.1.15 Água não faturada (ANF)

Representa toda a água não faturada, que consiste na diferença entre a água que entra no sistema (AES) e a água faturada (AF) resultando no valor de $2.101,54 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$ e representando 25,51% do valor total do estudo.

4.1.16 Balanço Hídrico

O balanço hídrico é uma forma de apresentação para compreensão fácil dos volumes e suas porcentagens. A Tabela 20 demonstra os resultados obtidos nos itens acima de forma simplificada, com os valores totais e porcentagens proporcionais ao estudo.

Tabela 20: Resultado do balanço hídrico em Toledo no ano de 2016

Água que Entra no Sistema [AES] [8.237,02 × 10 ³ m ³] [100%]	Consumo Autorizado [CA] [6.238,44 × 10 ³ m ³] [75,74%]	Consumo Autorizado Faturado [CAF] [6.135,48 × 10 ³ m ³] [74,48%]	Consumo Faturado Medido [CFM] [6.135,48 × 10 ³ m ³] [74,48%]	Água Faturada [AF] [6.135,48 × 10 ³ m ³] [74,48%]
			Consumo Faturado Não Medido [NÃO SE APLICA]	
		Consumo Autorizado Não Faturado [CANF] [102,96 × 10 ³ m ³] [1,25%]	Consumo Não Faturado Medido	Água Não Faturada [ANF] [2.101,51 × 10 ³ m ³] [25,51%]
			Consumo Não Faturado Não Medido	
	Perdas de Água [PA] [1.998,58 × 10 ³ m ³] [24,26%]	Perdas Aparentes [PAp] [549,44 × 10 ³ m ³] [6,67%]	Uso Não Autorizado [UNA] [41,19 × 10 ³ m ³] [0,5%]	
			Incertezas de Medição [IM] [508,25 × 10 ³ m ³] [6,17%]	
		Perdas Reais [PR] [1.449,14 × 10 ³ m ³] [17,59%]	Vazamentos nas Adutoras e/ou Redes de Distribuição	
			Vazamentos Extravasamentos nos Reservatórios	
			Vazamentos nos Ramais	

Fonte: Autor (2017)

4.1.17 Metodologias para redução das perdas reais

Para vazamentos que não são visíveis e não detectáveis por equipamentos de detecção acústica, a metodologia mais aplicada para a redução desses tipos de vazamentos é a redução da pressão utilizando de setorização dos sistemas de distribuição, onde se criam duas zonas de pressão alta e baixa e quando não há esta possibilidade se utiliza *boosters* (regiões de baixa pressão) e válvulas redutoras de pressão (regiões de alta pressão). Também é necessária a utilização de materiais de qualidade e a execução da rede deverá ser realizada de forma adequada, e evitar a utilização de grandes quantidades de juntas.

Para vazamentos não aflorantes, mas detectáveis por métodos de detecção acústica sendo necessária a aplicação de pesquisas a campo, que envolvem o planejamento da pesquisa, determinando a área a ser realizada a pesquisa através de monitoramento das vazões, dados históricos de ocorrência de vazamentos, registro de pressões elevadas

5 CAPÍTULO 5

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema do Balanço Hídrico subdivide os volumes de um sistema de abastecimento de água, necessitando na sua determinação estimar dados, estas estimativas podem afetar a confiabilidade da metodologia utilizada, pois, esses valores podem ser significativos em qualquer estudo a ser realizada, a utilização de estimativas referenciadas por estudos internacionais pode não ser a realidade brasileira.

Foi verificado que as perdas aparentes afetam de forma pequena as perdas totais do sistema de abastecimento de água de Toledo no ano de 2016, verificando que as metodologias para a troca de hidrômetros são eficientes, quanto ao combate a perdas, devido à submedição.

Como o foco do estudo foi nos ensaios realizados com os hidrômetros, foi possível verificar que o tempo de uso desgasta os aparelhos e afetam na medição correta dos volumes que passam por ele e que o seu erro será maior quando houver maior passagem de água, conforme já verificados em estudos anteriores. Sendo a combinação de idade e consumo a forma mais ideal para tomadas de decisões quanto a substituições por novos aparelhos.

Foi verificado também que os hidrômetros com idades até 9 anos não variam quanto ao percentual de perdas, verificando que podem ser realizadas as trocas dos hidrômetros, apenas após completarem 10 anos de uso.

As perdas reais representam 17,59% do volume total do sistema, e foram identificadas como a principal causa das perdas no sistema de abastecimento de Toledo no ano de 2016, verificando também que as perdas aparentes representam apenas 6,67%. Necessitando a utilização de sistemas que reduzam as perdas ocasionadas por vazamentos, que consiste na aplicação de uma metodologia mais eficaz quanto à qualidade e rapidez das manutenções, controle de pressão com instalação de válvulas redutoras, monitoramentos setoriais e renovação das tubulações antigas.

6 CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Verificar a diferença em sistemas que realizam e não realizam a aplicação do método de análise de soluções de problemas (MASP).
- Análise de consumo residencial para a criação de um perfil de vazões para identificar o melhor medidor a ser utilizado na cidade.
- Estudo de metodologias aplicáveis a medições de consumos autorizados não faturáveis (CANF), para tornar os resultados mais confiáveis e apresentar as situações reais dos sistemas de abastecimento de água.

REFERÊNCIAS

ABES. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Setembro de 2013.

ALEGRE, H. *et al.* **Performance indicators for water supply services: Manual of best practice**. 2nd ed. London: IWA Publishing, 2006. 389 p.

ALEGRE, Helena; COELHO, Sérgio Teixeira; ALMEIDA, Maria do Céu; VIEIRA, Paula. **Controle de Perdas de Água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição**. Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR): Instituto das Águas (INAG): Laboratório Nacional de Engenharia: 01 de Novembro de 2005.

ALVES, W. C.; PEIXOTO, J. B.; SANCHEZ, J. G.; LEITE, S. R. **Micromedicação**. Brasília: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 2004.

ARREGUI, F.; CABREIRA Jr., E.; COBACHO, R. **Integrate water meter management**. London: IWA Publishing, 2006.

AWWA – AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Water Audits and Loss Control Programs (Manual of Water Supply Practices; M36)**. 3 ed. Denver, CO, 2009.

BARROS, R. T. V. *et al.* **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BOVO, A.; TOMISAWA, A. K.; FERREIRA, A. C. S.; PEREIRA, L. G.; PEDRO, P. F. **Controle e Redução de Perdas Aparentes Processo Comercial**. Ministério das Cidades. Governo Federal. São Paulo, 2008.

COELHO, A. C. **Medição de Água Política e Prática**. Recife: Comunicarte, 1996.

COELHO, C. C. **Micromedicação em Sistemas de Abastecimento de Água**. João Pessoa: Editora Utilitária da UFPB, 2009.

COSTA, R. F. **Análise de Infra-estrutura em Redes de Abastecimento Gestão de Combate as Perdas de Água**. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife-PE. Setembro de 2009.

COVAS, D.; RAMOS, H. Minimização de perdas em sistemas de abastecimento. In: GOMES, H. P.; GARCIA, R. P.; REY, P. L. I. Organizadores. **Abastecimento de Água: O Estado da Arte e Técnicas Avançadas**. João Pessoa: UFPB, Editora Universitária, 2007.

DACACH, N. G. **Sistemas Urbanos de Água**. 2ª Ed. Livros Técnicos e Científicos. Editora, Rio de Janeiro, 1979.

FARLEY, M.; TROW, S. **Losses in Water Distribution Networks: A practitioner's guide to assessment, monitoring and control**. London: IWA Publishing, 2003.

FILHO, C. F. M. **Abastecimento de Água**. Disponível em <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Abastece.pdf>> Acesso em: 02 Nov 2016.

FORJAZ, C. R. H. **Água: Substancia da Vida: O Mundo da Água**. 1. ed. São Paulo: ed. do autor, 2007.

FRANGIPANI, M. **Macromedicação**. Guias práticos – Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água. Ministério das Cidades. Brasília, 2007.

FREITAIS, V. V. de. **Controle e Redução de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água: Contribuição na Preservação dos Mananciais de São Paulo**, São Paulo. 2011. Dissertação Mestrado em Tecnologia – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2011.

GALVÃO, J. R. B. **Avaliação da Relação Pressão x Consumo, em Áreas Controladas por Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs). Estudo de Caso: Rede de Distribuição de Água da Região Metropolitana de São Paulo**. 2007. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2007.

GONÇALVES, E.; ALVIM, P. R. A. **Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de Água - Pesquisa e Combate a Vazamentos Não Visíveis**, V.03, Brasília, DF.: Ministério das cidades, 2007.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Portaria n.º 246, de 17 de outubro de 2000**: INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, 2000.

MIRANDA, E. C. Gerenciamento de perdas de água. In: HELLER, L; PÁDUA, V. L. de. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

NBR 15.538. **ABNT – Norma Brasileira de Medidores de Água Potável – Ensaios para Avaliação de Eficiência**. Rio de Janeiro, 2011.

NETTO, A. J. M; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M; ARAUJO, R; ITO, A. E. **Manual de Hidráulica**. 8ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

PATRÍCIO. R. J. O. **Análise de Perdas na Rede de Distribuição de Água em um Subsetor da Cidade de Presidente Prudente – SP**. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Ilha Solteira, 2007.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica**. São Carlos, SP: EESC/USP, 2004.

REBOUÇAS, A. C. **Água na Região Nordeste: Desperdício e Escassez**. Dossiê Nordeste I. Estudos Avançados Volume 11 nº. 29. São Paulo, 1997.

REIS, L. F. R.; CHEUNG, P. B. Os Vazamentos nas Redes de Distribuição de Água. In: GOMES, H. P.; GARCIA, R. P.; REY, P. L. I. (Org). **Abastecimento de Água**. João Pessoa: Editora UFPB, 2007.

SANEPAR. **Companhia de Saneamento do Paraná**. Unidade Regional Toledo – URTO, 2016.

SHINTATE, L.; REGO, A. C.; GONDO, J. Y. Hidrômetros. In: TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

SILVA, B. O. C.; MONTEIRO, C. O.; TORRES, C. G. V.; SHINZATO, E.; MOKARZEL, F. C.; GUIBOSHI, M.; PELLEGRINI, T. C. **Controle de Perdas de Água em Sistemas de Distribuição**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 2003.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2015**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Brasília, 2017.

SOUSA, A. M. T. H. **Avaliação de Erros de Sub-Contagem em Contadores de Água Domésticos**. Departamento de Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Dezembro, 2011.

TARDELLI FILHO, J. **Controle e Redução de Perdas**. In: TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água: Gerenciamento de Perdas de Água e Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento**. Nível 2. Salvador. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. NURENE. Salvador, 2008.

VICENTINI, L. P. **Componentes do Balanço Hídrico para Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

VOTRE, R. **Automação no Controle de Perdas e Redução de Impactos Ambientais em Sistemas de Abastecimento de Água**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

YOSHIMOTO, P. M.; FILHO, J. T.; SAREDAS, G. L. **Controle de Pressão na Rede**. Documento técnico de apoio D1 – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, Brasília, 1999.

**ANEXO A – SUBDIVISÃO QUANTIDADE HIDRÔMETROS MARCAS E IDADES
EM TOLEDO PR 2016**

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Sem marca/Não identificado	17	23	40
	16	12	
	15	4	
	14	1	

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Lao	19	1	2688
	18	79	
	17	77	
	16	40	
	15	98	
	14	115	
	13	193	
	12	45	
	11	14	
	10	69	
	9	19	
	8	525	
	7	360	
	6	798	
	5	179	
	4	65	
	3	5	
	2	5	
	1	1	
	0	0	

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Fae	17	2	17515
	16	1	
	8	1	
	6	213	
	5	1700	
	4	5722	
	3	757	
	2	1910	
	1	6102	
	0	1107	

**(CONTINUAÇÃO) ANEXO A - SUBDIVISÃO QUANTIDADE HIDRÔMETROS
MARCAS E IDADES EM TOLEDO PR 2016**

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Elster	17	16	3526
	16	3	
	15	18	
	14	10	
	13	19	
	12	46	
	11	86	
	10	161	
	9	187	
	8	223	
	7	244	
	6	139	
	5	1541	
	4	731	
	3	72	
	2	4	
	1	16	
	0	10	

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Tecnobras	18	10	6481
	17	76	
	16	23	
	15	13	
	13	1	
	8	1	
	7	1	
	6	1	
	4	2	
	3	4145	
	2	2200	
	1	6	
	0	2	

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Sappel	12	1	2862
	8	2	
	7	315	
	6	423	
	5	1554	
	4	491	
	3	1	
	2	20	
	1	42	
	0	13	

**CONTINUAÇÃO ANEXO A - SUBDIVISÃO QUANTIDADE HIDRÔMETROS
MARCAS E IDADES EM TOLEDO PR 2016**

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Arad	17	2	245
	16	25	
	15	30	
	14	1	
	13	1	
	12	41	
	11	89	
	10	6	
	9	3	
	8	12	
	7	35	

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Itron	19	2	4270
	18	1	
	17	8	
	16	6	
	15	1	
	14	5	
	13	45	
	12	35	
	11	1	
	10	87	
	9	550	
	8	81	
	7	206	
	6	59	
	5	18	
	4	1615	
	3	1186	
	2	330	
	1	33	
	0	1	

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Actaris	17	3	3

**CONTINUAÇÃO ANEXO A - SUBDIVISÃO QUANTIDADE HIDRÔMETROS
MARCAS E IDADES EM TOLEDO PR 2016**

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Sensus	18	1	1925
	10	79	
	9	1	
	7	1297	
	6	545	
	3	1	
	0	1	

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Zenner	8	1	500
	6	3	
	5	62	
	4	130	
	3	168	
	2	65	
	1	59	
	0	12	

MARCA	IDADE (anos)	QTDE	TOTAL
Us matic	8	51	193
	7	8	
	6	124	
	5	7	
	4	1	
	2	2	

ANEXO B – RESULTADOS BANCADA 1

BANCADA 1		Q= 1325 L/h		Q= 1000 L/h		Q= 700 L/h		Q= 450 L/h		Q= 250 L/h		Q= 100 L/h		Q= 40 L/h		Q= 22,5 L/h		Q= 10 L/h	
ITEM	NÚMERO DO HIDROMETRO	ESCOAM. LEITURA	100,954 ERRO %	ESCOAM. LEITURA	100,943 ERRO %	ESCOAM. LEITURA	50,599 ERRO %	ESCOAM. LEITURA	50,57 ERRO %	ESCOAM. LEITURA	20,429 ERRO %	ESCOAM. LEITURA	20,801 ERRO %	ESCOAM. LEITURA	10,059 ERRO %	ESCOAM. LEITURA	4,983 ERRO %	ESCOAM. LEITURA	4,924 ERRO %
1	A09S475280	299,26 398,38	-1,82	398,38 497,36	-1,94	497,36 547,08	-1,74	547,08 597,10	-1,09	597,10 616,90	-3,08	616,90 632,80	-23,56	632,80 632,86	-99,40	632,86 632,94	-98,39	632,94 633,00	-98,78
2	A04S153360	879,55 981,65	1,14	981,65 1.084,65	2,04	1.084,65 1.136,40	2,27	1.136,40 1.188,30	2,63	1.188,30 1.209,05	1,57	1.209,05 1.230,15	1,44	1.230,15 1.240,25	0,41	1.240,25 1.245,25	0,34	1.245,25 1.249,50	-13,69
3	A04S152939	899,90 1.001,65		1.001,65 1.103,25	0,65	1.103,25 1.156,00	4,25	1.156,00 1.204,70	-3,70	1.204,70 1.225,35	1,08	1.225,35 1.246,35	0,96	1.246,35 1.256,15	-2,57	1.256,15 1.260,90	-4,68	1.260,90 1.262,65	-64,46
4	B09S009180	643,00 744,55	0,59	744,55 846,15	0,65	846,15 897,20	0,89	897,20 948,55	1,54	948,55 969,35	1,82	969,35 990,55	1,92	990,55 1.000,75	1,40	1.000,75 1.005,85	2,35	1.005,85 1.010,85	1,54
5	B09S009052	271,75 372,05	-0,65	372,05 472,60	-0,39	472,60 523,10	-0,20	523,10 573,95	0,55	573,95 594,75	1,82	594,75 615,85	1,44	615,85 625,95	0,41	625,95 630,95	0,34	630,95 631,45	-89,85
6	A08N457440	171,70 273,65	0,99	273,65 375,65	1,05	375,65 426,75	0,99	426,75 478,05	1,44	478,05 498,85	1,82	498,85 519,80	0,72	519,80 529,85	-0,09	529,85 535,10	5,36	535,10 538,80	-24,86
7	A08N454168	697,70 797,55	-1,09	797,55 897,40	-1,08	897,40 947,40	-1,18	947,40 997,05	-1,82	997,05 1.017,15	-1,61	1.017,15 1.037,65	-1,45	1.037,65 1.047,55	-1,58	1.047,55 1.052,30	-4,68	1.052,30 1.052,45	-96,95
8	A09N402075	861,50 962,20	-0,25	962,20 1.062,90	-0,24	1.062,90 1.113,70	0,40	1.113,70 1.164,65	0,75	1.164,65 1.185,25	0,84	1.185,25 1.206,10	0,24	1.206,10 1.215,10	-10,53	1.215,10 1.218,05	-40,80	1.218,05 1.218,20	-96,95
9	A98S503916	895,75 995,15	-1,54	995,15 1.094,35	-1,73	1.094,35 1.144,45	-0,99	1.144,45 1.196,20	2,33	1.196,20 1.217,05	2,06	1.217,05 1.238,20	1,68	1.238,20 1.248,45	1,90	1.248,45 1.253,70	5,36	1.253,70 1.258,70	1,54
10	A10F185663	802,14 901,06	-2,01	901,06 1.000,32	-1,67	1.000,32 1.050,22	-1,38	1.050,22 1.100,10	-1,36	1.100,10 1.120,28	-1,22	1.120,28 1.140,24	-4,04	1.140,24 1.146,60	-36,77	1.146,60 1.146,66	-98,80	1.146,66 1.146,70	-99,19
11	A09N402581	696,00 796,10	-0,85	796,10 896,30	-0,74	896,30 946,50	-0,79	946,50 996,60	-0,93	996,60 1.016,75	-1,37	1.016,75 1.037,50	-0,25	1.037,50 1.047,20	-3,57	1.047,20 1.051,90	-5,68	1.051,90 1.052,05	-96,95
12	A10F185649	730,04 830,26	-0,73	830,26 930,34	-0,85	930,34 980,38	-1,10	980,38 1.030,32	-1,25	1.030,32 1.050,68	-0,34	1.050,68 1.071,46	-0,10	1.071,46 1.080,80	-7,15	1.080,80 1.084,80	-19,73	1.084,80 1.084,92	-97,56
13	A03S219633	40,30 142,40	1,14	142,40 244,40	1,05	244,40 295,50	0,99	295,50 346,80	1,44	346,80 367,60	1,82	367,60 388,60	0,96	388,60 398,35	-3,07	398,35 402,45	-17,72	402,45 402,60	-96,95
14	A07N494445	772,45 872,00	-1,39	872,00 971,25	-1,68	971,25 1.020,80	-2,07	1.020,80 1.070,50	-1,72	1.070,50 1.090,05	-4,30	1.090,05 1.110,10	-3,61	1.110,10 1.118,40	-17,49	1.118,40 1.120,40	-59,86	1.120,40 1.120,45	-98,98
15	A07N551316	498,70 598,25	-1,39	598,25 697,60	-1,58	697,60 747,55	-1,28	747,55 797,70	-0,83	797,70 818,15	0,10	818,15 838,80	-0,73	838,80 848,35	-5,06	848,35 852,85	-9,69	852,85 853,00	-96,95
16	A04S499349	637,90 738,30	-0,55	738,30 838,60	-0,64	838,60 888,80	-0,79	888,80 939,00	-0,73	939,00 959,45	0,10	959,45 980,60	1,68	980,60 991,05	3,89	991,05 996,20	3,35	996,20 1.000,30	-16,73
17	A03S223104	724,65 824,25	-1,34	824,25 923,65	-1,53	923,65 973,40	-1,68	973,40 1.023,05	-1,82	1.023,05 1.043,15	-1,61	1.043,15 1.063,75	-0,97	1.063,75 1.073,40	-4,07	1.073,40 1.077,65	-14,71	1.077,65 1.077,75	-97,97

CONTINUAÇÃO ANEXO B - RESULTADOS BANCADA 1

BANCADA 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Vazão	2,5	10	22,5	40	100	250	450	700	1000	1325	EP	IDM
	Nº Hidrômetro												
1	A09S475280	-100,00	-98,78	-98,39	-99,40	-23,56	-3,08	-1,09	-1,74	-1,94	-1,82	32,00	68,00
2	A04S153360	-100,00	-13,69	0,34	0,41	1,44	1,57	2,63	2,27	2,04	1,14	4,11	95,89
3	A04S152939	-100,00	-64,46	-4,68	-2,57	0,96	1,08	-3,70	4,25	0,65	0,79	9,13	90,87
4	B09S009180	-100,00	1,54	2,35	1,40	1,92	1,82	1,54	0,89	0,65	0,59	3,01	96,99
5	B09S009052	-100,00	-89,85	0,34	0,41	1,44	1,82	0,55	-0,20	-0,39	-0,65	9,92	90,08
6	A08N457440	-100,00	-24,86	5,36	-0,09	0,72	1,82	1,44	0,99	1,05	0,99	4,99	95,01
7	A08N454168	-100,00	-96,95	-4,68	-1,58	-1,45	-1,61	-1,82	-1,18	-1,08	-1,09	12,80	87,20
8	A09N402075	-100,00	-96,95	-40,80	-10,53	0,24	0,84	0,75	0,40	-0,24	-0,25	14,45	85,55
9	A98S503916	-100,00	1,54	5,36	1,90	1,68	2,06	2,33	-0,99	-1,73	-1,54	2,98	97,02
10	A10F185663	-100,00	-99,19	-98,80	-36,77	-4,04	-1,22	-1,36	-1,38	-1,67	-2,01	22,48	77,52
11	A09N402581	-100,00	-96,95	-5,68	-3,57	-0,25	-1,37	-0,93	-0,79	-0,74	-0,85	12,51	87,49
12	A10F185649	-100,00	-97,56	-19,73	-7,15	-0,10	-0,34	-1,25	-1,10	-0,85	-0,73	13,56	86,44
13	A03S219633	-100,00	-96,95	-17,72	-3,07	0,96	1,82	1,44	0,99	1,05	1,14	11,70	88,30
14	A07N494445	-100,00	-98,98	-59,86	-17,49	-3,61	-4,30	-1,72	-2,07	-1,68	-1,39	19,11	80,89
15	A07N551316	-100,00	-96,95	-9,69	-5,06	-0,73	0,10	-0,83	-1,28	-1,58	-1,39	12,74	87,26
16	A04S499349	-100,00	-16,73	3,35	3,89	1,68	0,10	-0,73	-0,79	-0,64	-0,55	4,98	95,02
17	A03S223104	-100,00	-97,97	-14,71	-4,07	-0,97	-1,61	-1,82	-1,68	-1,53	-1,34	13,69	86,31
	Peso	4,56	6,9	6,83	7,34	23,21	23,92	12,27	7,29	5,86	1,73	11,67	

2,5	10	22,5	40	100	250	450	700	1000	1325
-100,00	-69,63	-21,04	-10,79	-1,39	-0,03	-0,27	-0,20	-0,51	-0,53

CONTINUAÇÃO ANEXO B – RESULTADO BANCADA 2

ANCADA 2		Q= 1325 L/h		Q= 1000 L/h		Q= 700 L/h		Q= 450 L/h		Q= 250 L/h		Q= 100 L/h		Q= 40 L/h		Q= 22,5 L/h		Q= 10 L/h	
ITEM	NÚMERO DO HIDROMETRO	ESCOAM.	101,01	ESCOAM.	101,07	ESCOAM.	50,659	ESCOAM.	50,577	ESCOAM.	20,554	ESCOAM.	20,804	ESCOAM.	10,107	ESCOAM.	4,985	ESCOAM.	4,956
		LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %
1	Y07S258868	513,32 608,52	-5,75	608,52 703,80	-5,74	703,80 751,62	-5,60	751,62 799,28	-5,77	799,28 818,56	-6,20	818,56 838,06	-6,27	838,06 847,62	-5,41	847,62 852,18	-8,53	852,18 852,36	-96,37
2	Y07S257397	600,76 701,62	-0,15	701,62 802,60	-0,10	802,60 853,20	-0,12	853,20 903,38	-0,78	903,38 923,36	-2,79	923,36 943,54	-3,00	943,54 953,42	-2,25	953,42 958,02	-7,72	958,02 961,00	-39,87
3	Y13T258056	555,90 661,68	4,72	661,68 768,00	5,19	768,00 821,56	5,73	821,56 874,94	5,54	874,94 896,34	4,12	896,34 917,64	2,38	917,64 927,86	1,12	927,86 932,88	0,70	932,88 936,62	-24,54
4	A97S482130	817,15 915,45	-2,68	915,45 1.013,10	-3,39	1.013,10 1.061,60	-4,26	1.061,60 1.109,45	-5,39	1.109,45 1.129,00	-4,88	1.129,00 1.148,75	-5,07	1.148,75 1.158,25	-6,01	1.158,25 1.162,65	-11,74	1.162,65 1.164,40	-64,69
5	A97S256126	211,85 296,35	-16,35	296,35 380,95	-16,30	380,95 422,60	-17,78	422,60 461,20	-23,68	461,20 477,55	-20,45	477,55 489,60	-42,08	489,60 489,65	-99,51	489,65 489,70	-99,00	489,70 489,75	-98,99
6	Y08S268995	337,10 437,16	-0,94	437,16 536,96	-1,27	536,96 586,96	-1,30	586,96 636,96	-1,14	636,96 657,34	-0,85	657,34 677,88	-1,27	677,88 687,78	-2,05	687,78 692,46	-6,12	692,46 693,10	-87,09
7	A97S432972	676,30 774,65	-2,63	774,65 872,80	-2,90	872,80 921,80	-3,27	921,80 970,60	-3,51	970,60 990,45	-3,43	990,45 1.010,30	-4,59	1.010,30 1.018,15	-22,33	1.018,15 1.018,25	-97,99	1.018,25 1.018,35	-97,98
8	A98S176096	362,50 460,05	-3,43	460,05 556,90	-4,18	556,90 605,05	-4,95	605,05 651,95	-7,27	651,95 670,80	-8,29	670,80 684,65	-33,43	684,65 684,70	-99,51	684,70 684,80	-97,99	684,80 684,85	-98,99
9	Y13T285383	384,18 487,54	2,33	487,54 590,80	2,16	590,80 642,62	2,29	642,62 694,50	2,58	694,50 715,24	0,90	715,24 735,66	-1,85	735,66 745,10	-6,60	745,10 749,00	-21,77	749,00 749,14	-97,18
10	A97S257058	476,95 555,55	-22,19	555,55 634,05	-22,34	634,05 673,05	-23,01	673,05 673,05	100,00	673,05 687,95	-27,51	687,95 688,10	-99,28	688,10 688,10	-100,00	688,10 688,10	100,00	688,10 688,10	100,00
11	A97S228944	338,10 433,15	-5,90	433,15 528,10	-6,06	528,10 575,60	-6,24	575,60 620,50	-11,22	620,50 639,70	-6,59	639,70 658,70	-8,67	658,70 666,70	-20,85	666,70 668,65	-60,88	668,65 668,75	-97,98
12	Y07N066868	312,65 413,85	0,19	413,85 515,80	0,86	515,80 567,15	1,36	567,15 618,40	1,33	618,40 639,30	1,68	639,30 660,30	0,94	660,30 670,75	3,39	670,75 675,75	0,30	675,75 678,20	-50,56
13	A98S243726	73,35 172,05	-2,29	172,05 270,60	-2,50	270,60 318,65	-5,15	318,65 364,05	-10,24	364,05 382,80	-8,78	382,80 395,80	-37,51	395,80 395,90	-99,01	395,90 396,00	-97,99	396,00 396,05	-98,99
14	Y04S1784479	220,44 318,94	-2,49	318,94 417,40	-2,59	417,40 466,74	-2,60	466,74 516,12	-2,37	516,12 536,30	-1,82	536,30 556,74	-1,75	556,74 566,70	-1,45	566,70 571,56	-2,51	571,56 575,42	-22,11
15	Y08S015669	764,18 866,22	1,02	866,22 969,46	2,14	969,46 1.021,44	2,61	1.021,44 1.073,44	2,81	1.073,44 1.073,44	1,29	1.094,26 1.115,24	0,85	1.115,24 1.125,34	-0,07	1.125,34 1.129,96	-7,32	1.129,96 1.132,40	-50,77
16	Y08S431343	82,54 184,84	1,28	184,84 287,06	1,13	287,06 338,34	1,23	338,34 389,60	1,35	389,60 410,24	0,42	410,24 430,78	-1,27	430,78 440,88	-0,07	440,88 445,88	0,30	445,88 450,42	-8,39

17	Y14T808040	300,84 402,30	0,44	402,30 503,84	0,46	503,84 554,76	0,52	554,76 605,64	0,60	605,64 625,96	-1,14	625,96 646,22	-2,61	646,22 656,04	-2,84	656,04 660,86	-3,31	660,86 664,86	-19,29
18	Y13S272656	83,00 184,64	0,62	184,64 286,30	0,57	286,30 337,38	0,83	337,38 388,76	1,59	388,76 409,50	0,90	409,50 430,40	0,46	430,40 440,52	0,13	440,52 445,42	-1,71	445,42 445,70	-94,35
19	Y13F175743	557,98 656,62	-2,35	656,62 755,18	-2,49	755,18 804,56	-2,52	804,56 853,84	-2,56	853,84 873,82	-2,79	873,82 893,90	-3,48	893,90 903,64	-3,63	903,64 907,76	-17,35	907,76 907,90	-97,18

CONTINUAÇÃO ANEXO B – RESULTADO BANCADA 2

BANCADA 2		Q= 1325 L/h		Q= 1000 L/h		Q= 700 L/h		Q= 450 L/h		Q= 250 L/h		Q= 100 L/h		Q= 40 L/h		Q= 22,5 L/h		Q= 10 L/h	
ITEM	NÚMERO DO HIDROMETRO	ESCOAM.	101,011	ESCOAM.	101,079	ESCOAM.	50,659	ESCOAM.	50,577	ESCOAM.	20,554	ESCOAM.	20,804	ESCOAM.	10,107	ESCOAM.	4,985	ESCOAM.	4,956
		LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %
20	Y04S179615	280,22 378,64	-2,57	378,64 477,30	-2,39	477,30 526,82	-2,25	526,82 576,24	-2,29	576,24 596,46	-1,62	596,46 616,62	-3,10	616,62 624,64	-20,65	624,64 624,78	-97,19	624,78 624,86	-98,39
21	Y14S021832	442,90 541,72	-2,17	541,72 641,16	-1,62	641,16 691,34	-0,95	691,34 741,38	-1,06	741,38 761,34	-2,89	761,34 781,28	-4,15	781,28 790,84	-5,41	790,84 795,54	-5,72	795,54 799,16	-26,96
22	Y07S308017	0,00 729,40	622,10	729,40 828,64	-1,82	828,64 878,38	-1,81	878,38 927,78	-2,33	927,78 947,68	-3,18	947,68 967,60	-4,25	967,60 977,40	-3,04	977,40 982,14	-4,91	982,14 985,88	-24,54

CONTINUAÇÃO ANEXO B – RESULTADO BANCADA 2

BANCADA 2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Vazão	2,5	10	22,5	40	100	250	450	700	1000	1325	EP	IDM
	Nº Hidrômetro												
1	Y07S258868	-100,00	-96,37	-8,53	-5,41	-6,27	-6,20	-5,77	-5,60	-5,74	-5,75	16,68	83,32
2	Y07S257397	-100,00	-39,87	-7,72	-2,25	-3,00	-2,79	-0,78	-0,12	-0,10	-0,15	9,48	90,52
3	Y13T258056	-100,00	-24,54	0,70	1,12	2,38	4,12	5,54	5,73	5,19	4,72	3,10	96,90
4	A97S482130	-100,00	-64,69	-11,74	-6,01	-5,07	-4,88	-5,39	-4,26	-3,39	-2,68	13,83	86,17
5	A97S256126	-100,00	-98,99	-99,00	-99,51	-42,08	-20,45	-23,68	-17,78	-16,30	-16,35	45,55	54,45
6	Y08S268995	-100,00	-87,09	-6,12	-2,05	-1,27	-0,85	-1,14	-1,30	-1,27	-0,94	11,96	88,04
7	A97S432972	-100,00	-97,98	-97,99	-22,33	-4,59	-3,43	-3,51	-3,27	-2,90	-2,63	22,42	77,58
8	A98S176096	-100,00	-98,99	-97,99	-99,51	-33,43	-8,29	-7,27	-4,95	-4,18	-3,43	36,69	63,31
9	Y13T285383	-100,00	-97,18	-21,77	-6,60	-1,85	0,90	2,58	2,29	2,16	2,33	12,80	87,20
10	A97S257058	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00	-99,28	-27,51	-100,00	-23,01	-22,34	-22,19	70,89	29,11
11	A97S228944	-100,00	-97,98	-60,88	-20,85	-8,67	-6,59	-11,22	-6,24	-6,06	-5,90	22,89	77,11
12	Y07N066868	-100,00	-50,56	0,30	3,39	0,94	1,68	1,33	1,36	0,86	0,19	6,84	93,16
13	A98S243726	-100,00	-98,99	-97,99	-99,01	-37,51	-8,78	-10,24	-5,15	-2,50	-2,29	37,97	62,03
14	Y04S1784479	-100,00	-22,11	-2,51	-1,45	-1,75	-1,82	-2,37	-2,60	-2,59	-2,49	7,88	92,12
15	Y08S015669	-100,00	-50,77	-7,32	-0,07	0,85	1,29	2,81	2,61	2,14	1,02	7,38	92,62
16	Y08S431343	-100,00	-8,39	0,30	-0,07	-1,27	0,42	1,35	1,23	1,13	1,28	4,97	95,03
17	Y14T808040	-100,00	-19,29	-3,31	-2,84	-2,61	-1,14	0,60	0,52	0,46	0,44	7,06	92,94
18	Y13S272656	-100,00	-94,35	-1,71	0,13	0,46	0,90	1,59	0,83	0,57	0,62	10,55	89,45
19	Y13F175743	-100,00	-97,18	-17,35	-3,63	-3,48	-2,79	-2,56	-2,52	-2,49	-2,35	14,88	85,12
20	Y04S179615	-100,00	-98,39	-97,19	-20,65	-3,10	-1,62	-2,29	-2,25	-2,39	-2,57	21,24	78,76
21	Y14S021832	-100,00	-26,96	-5,72	-5,41	-4,15	-2,89	-1,06	-0,95	-1,62	-2,17	9,19	90,81
22	Y07S308017	-100,00	-24,54	-4,91	-3,04	-4,25	-3,18	-2,33	-1,81	-1,82	622,10	-1,68	101,68

	Peso	4,56	6,9	6,83	7,34	23,21	23,92	12,27	7,29	5,86	1,73	25,36	
--	------	------	-----	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	-------	--

2,5	10	22,5	40	100	250	450	700	1000	1325
-100,00	-70,81	-33,72	-24,58	-13,03	-4,54	-8,32	-3,28	-3,02	-2,98

CONTINUAÇÃO ANEXO B – RESULTADO BANCADA 3

BANCADA 3		Q= 1325 L/h		Q= 1000 L/h		Q= 700 L/h		Q= 450 L/h		Q= 250 L/h		Q= 100 L/h		Q= 40 L/h		Q= 22,5 L/h		Q= 10 L/h	
ITEM	NÚMERO DO HIDROMETRO	ESCOAM.	101,202	ESCOAM.	101,159	ESCOAM.	50,716	ESCOAM.	50,671	ESCOAM.	20,455	ESCO.	20,771	ESCOAM.	10,061	ESCOAM.	4,971	ESCOAM.	4,941
		LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %
1	Y12F063040	703,00 800,86	-3,30	800,86 898,72	-3,26	898,72 947,84	-3,15	947,84 996,88	-3,22	996,88 1.016,62	-3,50	1.016,62 1.036,42	-4,67	1.036,42 1.045,88	-5,97	1.045,88 1.049,90	-19,13	1.049,90 1.050,06	-96,76
2	Y15F484335	518,64 618,78	-1,05	618,78 718,60	-1,32	718,60 768,52	-1,57	768,52 818,54	-1,28	818,54 838,90	-0,46	838,90 859,54	-0,63	859,54 869,52	-0,81	869,52 874,42	-1,43	874,42 878,90	-9,33
3	Y12F058436	355,74 453,66	-3,24	453,66 551,46	-3,32	551,46 600,84	-2,63	600,84 649,94	-3,10	649,94 669,92	-2,32	669,92 690,22	-2,27	690,22 700,08	-2,00	700,08 704,64	-8,27	704,64 704,90	-94,74
4	Y07S316491	830,50 932,06	0,35	932,06 1.033,46	0,24	1.033,46 1.084,32	0,28	1.084,32 1.134,86	-0,26	1.134,86 1.155,16	-0,76	1.155,16 1.175,58	-1,69	1.175,58 1.185,54	-1,00	1.185,54 1.190,48	-0,62	1.190,48 1.194,56	-17,43
5	Y08S937793	377,08 476,68	-1,58	476,68 577,14	-0,69	577,14 627,72	-0,27	627,72 679,00	1,20	679,00 698,20	-6,14	698,20 718,44	-2,56	718,44 728,06	-4,38	728,06 732,38	-13,10	732,38 732,60	-95,55
6	Y14T887862	49,08 152,02	1,72	152,02 255,34	2,14	255,34 307,42	2,69	307,42 359,64	3,06	359,64 380,50	1,98	380,50 401,40	0,62	401,40 411,30	-1,60	411,30 416,10	-3,44	416,10 419,80	-25,12
7	Y15F402999	263,80 363,62	-1,37	363,62 463,44	-1,32	463,44 513,70	-0,90	513,70 564,28	-0,18	564,28 584,92	0,90	584,92 605,80	0,52	605,80 615,94	0,79	615,94 620,88	-0,62	620,88 625,04	-15,81
8	Y12F129543	615,06 716,74	0,47	716,74 818,82	0,91	818,82 870,28	1,47	870,28 921,80	1,68	921,80 942,74	2,37	942,74 963,86	1,68	963,86 973,86	-0,61	973,86 978,54	-5,85	978,54 978,80	-94,74
9	Y14S102608	443,72 546,74	1,80	546,74 649,44	1,52	649,44 700,94	1,55	700,94 752,30	1,36	752,30 772,78	0,12	772,78 793,60	0,24	793,60 803,72	0,59	803,72 808,74	0,99	808,74 813,34	-6,90
10	Y14S189297	777,10 882,80	4,44	882,80 988,48	4,47	988,48 1.041,58	4,70	1.041,58 1.094,54	4,52	1.094,54 1.115,36	1,78	1.115,36 1.136,34	1,01	1.136,34 1.146,28	-1,20	1.146,28 1.151,04	-4,24	1.151,04 1.154,78	-24,31
11	Y07S308017	362,10 463,00	-0,30	463,00 561,90	-2,23	561,90 611,94	-1,33	611,94 661,80	-1,60	661,80 681,76	-2,42	681,76 701,76	-3,71	701,76 711,50	-3,19	711,50 716,28	-3,84	716,28 720,20	-20,66
12	Y14S249330	961,08 1.064,80	2,49	1.064,80 1.168,74	2,75	1.168,74 1.220,80	2,65	1.220,80 1.272,76	2,54	1.272,76 1.293,50	1,39	1.293,50 1.314,44	0,81	1.314,44 1.324,60	0,98	1.324,60 1.329,72	3,00	1.329,72 1.334,66	-0,02
13	Y07N036828	82,80	2,96	187,00	2,91	291,10	3,02	343,35	2,62	395,35	2,66	416,35	1,34	437,40	2,38	447,70	-0,42	452,65	-31,19

		187,00		291,10		343,35		395,35		416,35		437,40		447,70		452,65		456,05	
14	Y14N101026	134,18 237,66	2,25	237,66 341,38	2,53	341,38 393,36	2,49	393,36 445,24	2,39	445,24 465,90	1,00	465,90 486,90	1,10	486,90 497,06	0,98	497,06 502,02	-0,22	502,02 506,02	-19,04
15	Y13F175733	277,50 376,74	-1,94	376,74 476,60	-1,28	476,60 526,94	-0,74	526,94 577,42	-0,38	577,42 597,86	-0,07	597,86 618,56	-0,34	618,56 628,60	-0,21	628,60 633,42	-3,04	633,42 636,24	-42,93
16	Y07S258870	892,24 991,14	-2,27	991,14 1.089,62	-2,65	1.089,62 1.138,94	-2,75	1.138,94 1.188,14	-2,90	1.188,14 1.207,96	-3,10	1.207,96 1.228,12	-2,94	1.228,12 1.237,80	-3,79	1.237,80 1.242,48	-5,85	1.242,48 1.245,46	-39,69
17	Y13F132614	240,38 338,94	-2,61	338,94 437,36	-2,71	437,36 487,00	-2,12	487,00 536,84	-1,64	536,84 557,00	-1,44	557,00 577,28	-2,36	577,28 587,44	0,98	587,44 592,62	4,20	592,62 597,60	0,79
18	Y13F132187	179,48 280,44	-0,24	280,44 381,16	-0,43	381,16 431,70	-0,35	431,70 482,14	-0,46	482,14 502,48	-0,56	502,48 523,00	-1,21	523,00 533,20	1,38	533,20 538,26	1,79	538,26 542,82	-7,71
19	Y14S096292	912,64 1.015,86	1,99	1.015,86 1.119,40	2,35	1.119,40 1.171,34	2,41	1.171,34 1.223,10	2,15	1.223,10 1.243,56	0,02	1.243,56 1.264,34	0,04	1.264,34 1.274,46	0,59	1.274,46 1.279,58	3,00	1.279,58 1.284,50	-0,43

CONTINUAÇÃO ANEXO B – RESULTADO BANCADA 3

BANCADA 3		Q= 1325 L/h		Q= 1000 L/h		Q= 700 L/h		Q= 450 L/h		Q= 250 L/h		Q= 100 L/h		Q= 40 L/h		Q= 22,5 L/h		Q= 10 L/h	
ITEM	NÚMERO DO HIDROMETRO	ESCOAM.	101,202	ESCOAM.	101,159	ESCOAM.	50,716	ESCOAM.	50,671	ESCOAM.	20,455	ESCO.	20,771	ESCOAM.	10,061	ESCOAM.	4,971	ESCOAM.	4,941
		LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %	LEITURA	ERRO %
20	Y13S266053	231,56 331,30	-1,44	331,30 431,26	-1,19	431,26 481,42	-1,10	481,42 531,50	-1,17	531,50 551,44	-2,52	551,44 571,54	-3,23	571,54 581,20	-3,99	581,20 586,06	-2,23	586,06 590,30	-14,19
21	Y12F414156	792,60 891,78	-2,00	891,78 990,84	-2,07	990,84 1.040,56	-1,96	1.040,56 1.090,22	-2,00	1.090,22 1.110,26	-2,03	1.110,26 1.130,60	-2,08	1.130,60 1.140,74	0,79	1.140,74 1.145,78	1,39	1.145,78 1.150,18	-10,95
22	Y07S258623	677,36 779,32	0,75	779,32 881,34	0,85	881,34 932,44	0,76	932,44 983,22	0,22	983,22 1.003,08	-2,91	1.003,08 1.023,20	-3,13	1.023,20 1.033,20	-0,61	1.033,20 1.037,88	-5,85	1.037,88 1.041,82	-20,26

CONTINUAÇÃO ANEXO B – RESULTADO BANCADA 3

BANCADA 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vazão	2,5	10	22,5	40	100	250	450	700	1000	1325	EP	IDM
Nº Hidrômetro												
Y12F063040	-100,00	-96,76	-19,13	-5,97	-4,67	-3,50	-3,22	-3,15	-3,26	-3,30	15,78	84,22
Y15F484335	-100,00	-9,33	-1,43	-0,81	-0,63	-0,46	-1,28	-1,57	-1,32	-1,05	5,99	94,01
Y12F058436	-100,00	-94,74	-8,27	-2,00	-2,27	-2,32	-3,10	-2,63	-3,32	-3,24	13,71	86,29
Y07S316491	-100,00	-17,43	-0,62	-1,00	-1,69	-0,76	-0,26	0,28	0,24	0,35	6,44	93,56
Y08S937793	-100,00	-95,55	-13,10	-4,38	-2,56	-6,14	1,20	-0,27	-0,69	-1,58	14,37	85,63
Y14T887862	-100,00	-25,12	-3,44	-1,60	0,62	1,98	3,06	2,69	2,14	1,72	5,30	94,70
Y15F402999	-100,00	-15,81	-0,62	0,79	0,52	0,90	-0,18	-0,90	-1,32	-1,37	5,49	94,51
Y12F129543	-100,00	-94,74	-5,85	-0,61	1,68	2,37	1,68	1,47	0,91	0,47	10,21	89,79
Y14S102608	-100,00	-6,90	0,99	0,59	0,24	0,12	1,36	1,55	1,52	1,80	4,44	95,56
Y14S189297	-100,00	-24,31	-4,24	-1,20	1,01	1,78	4,52	4,70	4,47	4,44	4,72	95,28
Y07S308017	-100,00	-20,66	-3,84	-3,19	-3,71	-2,42	-1,60	-1,33	-2,23	-0,30	8,35	91,65
Y14S249330	-100,00	-0,02	3,00	0,98	0,81	1,39	2,54	2,65	2,75	2,49	3,05	96,95
Y07N036828	-100,00	-31,19	-0,42	2,38	1,34	2,66	2,62	3,02	2,91	2,96	4,85	95,15
Y14N101026	-100,00	-19,04	-0,22	0,98	1,10	1,00	2,39	2,49	2,53	2,25	4,66	95,34
Y13F175733	-100,00	-42,93	-3,04	-0,21	-0,34	-0,07	-0,38	-0,74	-1,28	-1,94	8,05	91,95

Y07S258870	-100,00	-39,69	-5,85	-3,79	-2,94	-3,10	-2,90	-2,75	-2,65	-2,27	10,15	89,85
Y13F132614	-100,00	0,79	4,20	0,98	-2,36	-1,44	-1,64	-2,12	-2,71	-2,61	5,60	94,40
Y13F132187	-100,00	-7,71	1,79	1,38	-1,21	-0,56	-0,46	-0,35	-0,43	-0,24	5,39	94,61
Y14S096292	-100,00	-0,43	3,00	0,59	0,04	0,02	2,15	2,41	2,35	1,99	3,71	96,29
Y13S266053	-100,00	-14,19	-2,23	-3,99	-3,23	-2,52	-1,17	-1,10	-1,19	-1,44	7,65	92,35
Y12F414156	-100,00	-10,95	1,39	0,79	-2,08	-2,03	-2,00	-1,96	-2,07	-2,00	6,67	93,33
Y07S258623	-100,00	-20,26	-5,85	-0,61	-3,13	-2,91	0,22	0,76	0,85	0,75	7,68	92,32
Peso	4,56	6,9	6,83	7,34	23,21	23,92	12,27	7,29	5,86	1,73	8,30	
	2,5	10	22,5	40	100	250	450	700	1000	1325		
	-100,00	-33,77	-3,01	-0,85	-0,79	-0,45	0,34	0,29	0,03	0,03		