



FACULDADE DE ENGENHARIA

Curso de Licenciatura em Engenharia Civil

Relatório de Estágio Profissional

**ANÁLISE DE PERDAS EM SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Estudo de caso: Sistema de Abastecimento do FIPAG Xai-Xai

Victor Da Flávia Carlito Martins Ferreira

Supervisores:

Eng^a Fátima Mussa, Msc (UEM)

Eng^o Fabião Liasse (FIPAG)

Maputo, Abril de 2022

Victor Da Flávia Carlito Martins Ferreira

ANÁLISE DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Estudo de caso: Sistema de Abastecimento do FIPAG Xai-Xai

Relatório submetido ao Departamento de Engenharia
Civil como requisito parcial para obtenção do grau de
Licenciado em Engenharia Civil

Supervisores:

Eng^a Fátima Mussa, Msc (UEM)

Eng^o Fabião Liasse (FIPAG)

Maputo, Abril de 2022

DEDICATÓRIA

Aos meus Pais, Carlito Ferreira e Flávia Mondlane, por terem sempre acreditado em mim e criado todas condições para que eu chegasse a esta fase da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus agradeço pelo dom da vida, inteligência, paciência, humildade, foco, determinação, e persistência para sempre correr atrás dos meus objectivos.

Aos meus Pais, Carlito Ferreira e Flávia Mondlane, pela educação, pelo apoio emocional e financeiro durante toda a minha formação, sem vocês não teria chegado até aqui, o meu muito obrigado.

Aos meus Irmãos, Érica Ferreira e Fernando Ferreira, pelo apoio incondicional.

À toda minha família.

A minha Supervisora, Eng^a Fátima Mussa (Msc), por todo apoio e acompanhamento prestados ao longo deste período de trabalho que culminou com a realização do presente relatório.

A toda equipe técnica do FIPAG Xai-Xai, pelo acolhimento, integração profissional, prontidão em ajudar sempre que necessário e pelas partilhas de conhecimento.

A todo corpo Docente, CTA do Departamento de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia da UEM em especial aos Professores Alexandra Neves, Daniel Balói, Jaime Palalane, Nelson Matsinhe e Pedro Sing-Sang, aos Engenheiros Carlos Caupers, Cremildo Vasco, Fátima Mussa, Omar Khan e Rafael Mabunda pela sua entrega e dedicação à academia que contribuíram para o aumento do meu interesse pelas ciências da Engenharia Civil.

Aos meus amigos e colegas, em especial: Alfabeto Valoi, Carlos Cossa, Estevão Sitóe, Hitler Mondlane e Paulo Vilanculos, pelas partilhas de experiências a todos níveis e esferas ao longo do curso.

Muito Obrigado!

RESUMO

Os sistemas de abastecimento de água vem acompanhando a evolução das civilizações e cidades ao redor de todo o mundo, com este crescimento surgem problemas ligados à gestão das perdas de água que vem se agravando nas últimas décadas. Factores como o envelhecimento dos sistemas, manutenção defeituosa, mau controle e gestão dos volumes prestados estão directamente ligados as perdas deste precioso líquido.

A análise de perdas em sistemas de abastecimento de água tem se mostrado um assunto de interesse geral para todos gestores e operadores de sistemas de abastecimento de água (S.A.A). Um dos métodos adoptados na gestão de perdas é o do balanço hídrico desenvolvido pela IWA (Internacional Water Association), que se baseia na aplicação Top-Down com o intuito de investigar a origem das perdas de água de “cima para baixo”, ou seja, pelo volume de água que entra no sistema menos o volume de água efectivamente consumido. O presente trabalho foi realizado com o objectivo de avaliar a eficiência actual do sistema de abastecimento de água do FIPAG Xai-Xai, bem como identificar as possíveis causas para determinadas perdas.

Durante a realização do trabalho, foi possível obter conhecimentos sobre gestão de perdas bem como aprofundar os conhecimentos ligados ao sector de abastecimento de água.

Palavras-chave: perdas de água, sistema de abastecimento de água, balanço hídrico.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	OBJECTIVOS.....	2
1.1.1	GERAL.....	2
1.1.2	ESPECÍFICOS.....	2
1.2	METODOLOGIA.....	2
1.2.1	SOFTWARES UTILIZADOS.....	2
2	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	3
2.1	ESTRUTURA ORGÂNICA.....	4
2.1.1	ORGANOGRAMA.....	4
2.2	ÁREA DE AFECTAÇÃO DO ESTUDANTE.....	5
3	DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	6
3.1	PLANO DE ESTÁGIO.....	6
3.2	CONDICIONANTES E LIMITAÇÕES.....	6
3.2.1	CONDICIONANTES.....	6
3.2.2	LIMITAÇÕES.....	7
3.3	ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	7
3.4	ACTIVIDADES NÃO DESENVOLVIDAS.....	7
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
4.1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	8
4.1.1	PARTES DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	8
4.2	PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	9
4.3	MÉTODO DO BALANÇO HÍDRICO.....	11
4.3.1	COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO.....	12
4.3.1.1	VOLUME DE ENTRADA.....	13
4.3.1.2	VOLUME FACTURADO.....	13
4.3.1.3	VOLUME DE ÁGUA NÃO FACTURADA.....	13
4.3.1.4	VOLUME FACTURADO MEDIDO.....	13
4.3.1.5	VOLUME FACTURADO NÃO MEDIDO.....	13
4.3.1.6	CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO.....	14
4.3.1.7	VOLUME NÃO FACTURADO MEDIDO.....	14

4.3.1.8	VOLUME NÃO FACTURADO NÃO MEDIDO	14
4.3.1.9	CONSUMO AUTORIZADO NÃO FACTURADO.....	14
4.3.1.10	CONSUMO AUTORIZADO	14
4.3.1.11	SUBMEDIÇÃO DOS HIDRÔMETROS E ERROS DE DADOS.....	15
4.3.1.12	PERDAS APARENTES	15
4.3.1.13	CONSUMO NÃO AUTORIZADO.....	15
4.3.1.14	PERDAS REAIS.....	15
4.3.1.15	PERDAS DE ÁGUA	15
4.4	TÉCNICAS DE CONTROLE DE PERDAS DE ÁGUA	17
4.4.1	CONTROLE DE PERDAS REAIS	18
4.4.1.1	PRESSÃO NA REDE	19
4.4.1.2	CONTROLE ACTIVO DE PERDAS.....	20
4.4.1.3	RAPIDEZ E QUALIDADE NA REPARAÇÃO DE FUGAS.....	21
4.4.1.4	SUBSTITUIÇÃO, RENOVAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CONDUTAS.....	21
4.4.2	CONTROLE DE PERDAS APARENTES.....	22
4.4.2.1	CONSUMO NÃO AUTORIZADO.....	23
4.4.2.2	ERROS DE MEDIÇÃO	24
4.4.2.3	ERROS HUMANOS	25
4.4.2.4	ERROS INFORMÁTICOS	26
5	COLETA DE DADOS	27
5.1	DADOS DE PRODUÇÃO.....	27
5.2	DADOS DE CONSUMO/FACTURAÇÃO	28
6	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	28
7	MONITORAMENTO DAS PERDAS DE ÁGUA NO TERRENO.....	32
7.1	VISITAS AOS RESERVATÓRIOS	33
7.2	MONITORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO	38
7.3	ACOMPANHAMENTO DE LEITURAS AOS HIDRÔMETROS DOS CLIENTES	40
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	42
8.1	CONCLUSÕES	42
8.2	RECOMENDAÇÕES.....	43
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
10	ANEXOS	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

FIPAG – Fundo de Investimento e Patrimônio do Abastecimento de Água;

AOXX – Área Operacional de Xai-Xai;

SAA – Sistema de Abastecimento de Água;

AWWA – American Water Works Association;

IWA – International Water Association;

AESBE – Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento;

CNA – Consumo Não Autorizado;

VE – Volume de Entrada;

VF – Volume Faturado;

VFM – Volume Faturado Medido;

VFNM – Volume Faturado Não Medido;

VNFM – Volume Não Faturado Medido;

VNFM – Volume Não Faturado Não Medido;

m³ – Metros Cúbicos;

Km – Quilómetros;

mm – Milímetros.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Logotipo do FIPAG (Fonte: Website da empresa)	3
Figura 2- Organograma do FIPAG (Fonte: Website da empresa)	5
Figura 3- Unidades componentes de um SAA (Fonte: HELLER, 2010)	9
Figura 4- Matriz do Balanco Hídrico (Fonte: AESBE, 2015).....	12
Figura 5- Medidas de controle de perdas reais (Torres, 2014).....	18
Figura 6- Principais componentes das perdas aparentes (Fernandes, 2014).....	22
Figura 7- Percentuais de VF e VNF em relação ao VE	29
Figura 8- Contribuição para o VE de VF e VNF	30
Figura 9- Percentuais de Volume de Água Não Facturada em relação ao Volume de Entrada.....	31
Figura 10- Reservatório de Patrice Lumumba.....	33
Figura 11- Reservatório do Bairro 13	34
Figura 12- Reservatório de Chongoene	35
Figura 13- Reservatório de Chicumbane.....	36
Figura 14- Reservatório de Muetane.....	37
Figura 15- Reservatorio de Julius Nyerere.....	37
Figura 16- Reparação de fuga de agua em rede de distribuição	39
Figura 17- Hidrómetro pertencente a um cliente do FIPAG AOXX.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Cronograma de Actividades.....	6
Tabela 2- Subsistemas do FIPAG - Área Operacional de Xai-Xai	27
Tabela 3- Percentuais de Volume de Água Não Facturada em relação ao Volume de Entrada.....	31
Tabela 4- Dados dos reservatórios do SAA do FIPAG AOXX.....	38
Tabela 5- Fugas detectadas no SAA do FIPAG AOXX.....	40

SUMÁRIO

O presente trabalho é constituído por oito (8) capítulos. No **Capítulo 1** apresenta-se a introdução do relatório de estágio, os seus objectivos e a metodologia que foi adoptada para os alcançar.

No **Capítulo 2**, faz-se a apresentação da empresa FIPAG, na qual o estágio foi realizado, apresentando os valores, missão, visão, estrutura orgânica e a área em que o estudante esteve afecto.

No **Capítulo 3**, faz-se a descrição das actividades desenvolvidas pelo estudante durante o período em que durou o estágio, bem como as actividades que não foi possível desenvolver. Apresenta-se o plano de estágio, e também as condicionantes e limitações enfrentadas ao longo do estágio.

No **Capítulo 4**, apresenta-se a revisão bibliográfica sobre Sistemas de Abastecimento de Água, Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água, Método do Balanço Hídrico e Técnicas de Controle de Perdas de Água.

No **Capítulo 5**, faz-se a descrição sobre a coleta dos dados de produção e dados de facturação que foram o primeiro passo para a materialização do estudo sobre perdas de água.

No **Capítulo 6**, apresentam-se os resultados obtidos do estudo e, faz-se uma análise sobre os mesmos.

No **Capítulo 7**, faz-se o monitoramento das perdas de água no terreno, que consistiu em visitas aos reservatórios, monitoramento da rede de distribuição e acompanhamento de leituras ao hidrômetros dos clientes.

No **Capítulo 8**, apresentam-se as conclusões gerais sobre o estágio, e recomendações.

1 INTRODUÇÃO

No presente documento é apresentado o relatório de Estágio Profissional realizado ao longo de 16 semanas no intuito de obter o grau de Licenciado em Engenharia Civil pela Universidade Eduardo Mondlane.

O estágio profissional foi realizado na empresa FIPAG – Área Operacional de Xai-Xai, especificamente no Departamento Técnico, e teve como tema principal a Análise das Perdas no Sistema de Abastecimento de Água.

O relatório está focalizado no estudo das perdas de água do sistema de abastecimento, onde busca evidenciar a importância no controle e gestão das perdas, bem como realizar um estudo de caso com base em dados comerciais de facturação e produção fornecidos pela empresa de modo a determinar o volume de perdas no sistema, possíveis causas, e soluções para o problema.

Do estudo realizado pelo autor no sistema de abastecimento de água, foi possível constatar que as perdas médias no sistema estão a volta de 60% do volume total produzido, o que demonstra uma grande disparidade em comparação com países como Estados Unidos, Japão, Alemanha entre outros, que segundo a IWA (Internacional Water Association), conseguem ter perdas anuais médias na ordem dos 10% do volume total produzido.

A IWA, que vem trabalhando na elevação do nível do desempenho operacional dos S.A.A desde 1995, desenvolveu um método denominado Balanço Hídrico Top-Down, a partir do qual, é possível determinar as perdas de um sistema. Segundo a IWA, as perdas de água devem distinguir-se entre reais e aparentes. Sendo as perdas reais as provenientes basicamente dos vazamentos do sistema (ineficiência da infraestrutura), ao passo que as perdas aparentes são as provenientes de medições e manuseios de dados de forma equivocada, bem como consumos não autorizados como por exemplo as ligações clandestinas (ineficiência administrativa e comercial).

1.1 OBJECTIVOS

1.1.1 GERAL

Aprofundar os conhecimentos na área de Engenharia Civil, bem como adquirir competências e bases sólidas suficientes para elaborar projectos e estudos de engenharia profissionalmente.

1.1.2 ESPECÍFICOS

- Determinar as perdas de água no sistema de abastecimento do FIPAG Xai-Xai para o ano 2021;
- Analisar e discutir os resultados.

1.2 METODOLOGIA

De modo a alcançar os objectivos pré-estabelecidos para o trabalho, foi adoptada a seguinte metodologia:

- Pesquisa e estudo de bibliografia referente a perdas em sistemas de abastecimento de água;
- Pesquisas e consultas na internet;
- Consultas e discussão de ideias com o supervisor;
- Recolha de dados comerciais na empresa;
- Análise, tratamento dos resultados e compilação do relatório.

1.2.1 SOFTWARES UTILIZADOS

- Microsoft Excel 2019 para análise, processamento de dados e produção de gráficos;
- Microsoft Word 2019 para organizar e compilar informação dos relatórios de trabalho.

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA



Figura 1- Logotipo do FIPAG (Fonte: Website da empresa)

O Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água foi estabelecido por decreto número 73/98 do Conselho de Ministros em 23 de Dezembro de 1998, é tutelado pelo Ministério das Obras Públicas Habitação e Recursos Hídricos – MOPHRH. Sendo assim, o FIPAG é uma instituição pública de âmbito nacional, dotada de personalidade jurídica e autonomia administrativa, financeira e patrimonial.

O FIPAG tem como função principal gerir o Património e o Programa de Investimento Público nos Sistemas de Abastecimento de Água das várias cidades do País em que a instituição está presente. O seu papel passa por agir em nome do estado como interlocutor principal com o operador privado, gerir de forma eficiente e financeiramente viável, o programa de investimento público e privado nos sistemas de abastecimento de água que lhe forem confiados. Gerir os bens operacionais e de exploração afectos aos sistemas de abastecimento de água que lhe forem confiados a título transitório, entre outras.

➤ **MISSÃO:**

Promover o serviço de abastecimento de água nas principais cidades, através de uma gestão efectiva da participação do sector privado, realizando investimentos e usando património de uma forma eficiente e sustentável, promovendo tarifas justas e salvaguardando o meio ambiente.

➤ **VISÃO:**

Excelência na provisão de um serviço sustentável de Abastecimento de Água urbano, impulsionando o desenvolvimento do país.

➤ VALORES:

Na prossecução da sua missão, o FIPAG guia-se pelo conjunto dos imperativos éticos seguintes, nobremente adoptados como seus valores:

- Comunicação: valorizamos um ambiente de trabalho aberto, onde para cada pergunta existe uma resposta;
- Cultura de Bem Servir: Os clientes são o centro da nossa operação e não conhecemos limites enquanto não estiverem satisfeitos;
- Profissionalismo: A nossa intervenção é guiada por padrões de qualidade partilhados por todos os nossos colaboradores e clientes;
- Desenvolvimento Sustentável: Acreditamos num sucesso futuro que depende do equilíbrio das nossas acções hoje. Os nossos valores estão inter-relacionados como anéis que formam uma cadeia coesa cuja vivência por parte de todos os colaboradores da instituição irá assegurar a satisfação das necessidades dos clientes à escala nacional, numa perspectiva de longo prazo;
- Responsabilidade: Acreditamos no poder da inovação tecnológica para gerar benefícios para os nossos clientes.

2.1 ESTRUTURA ORGÂNICA

De acordo com os estatutos orgânicos do FIPAG, os órgãos existentes são:

- Conselho Directivo: é o órgão de gestão constituído pelo Director-Geral e os Directores dos Serviços Centrais;
- Conselho Fiscal: é o órgão de Fiscalização do FIPAG constituído por um (1) Presidente e dois (2) Vogais;
- Conselho Técnico: é um órgão de consulta que serve para assegurar o suporte técnico ao funcionamento do FIPAG.

2.1.1 ORGANOGRAMA

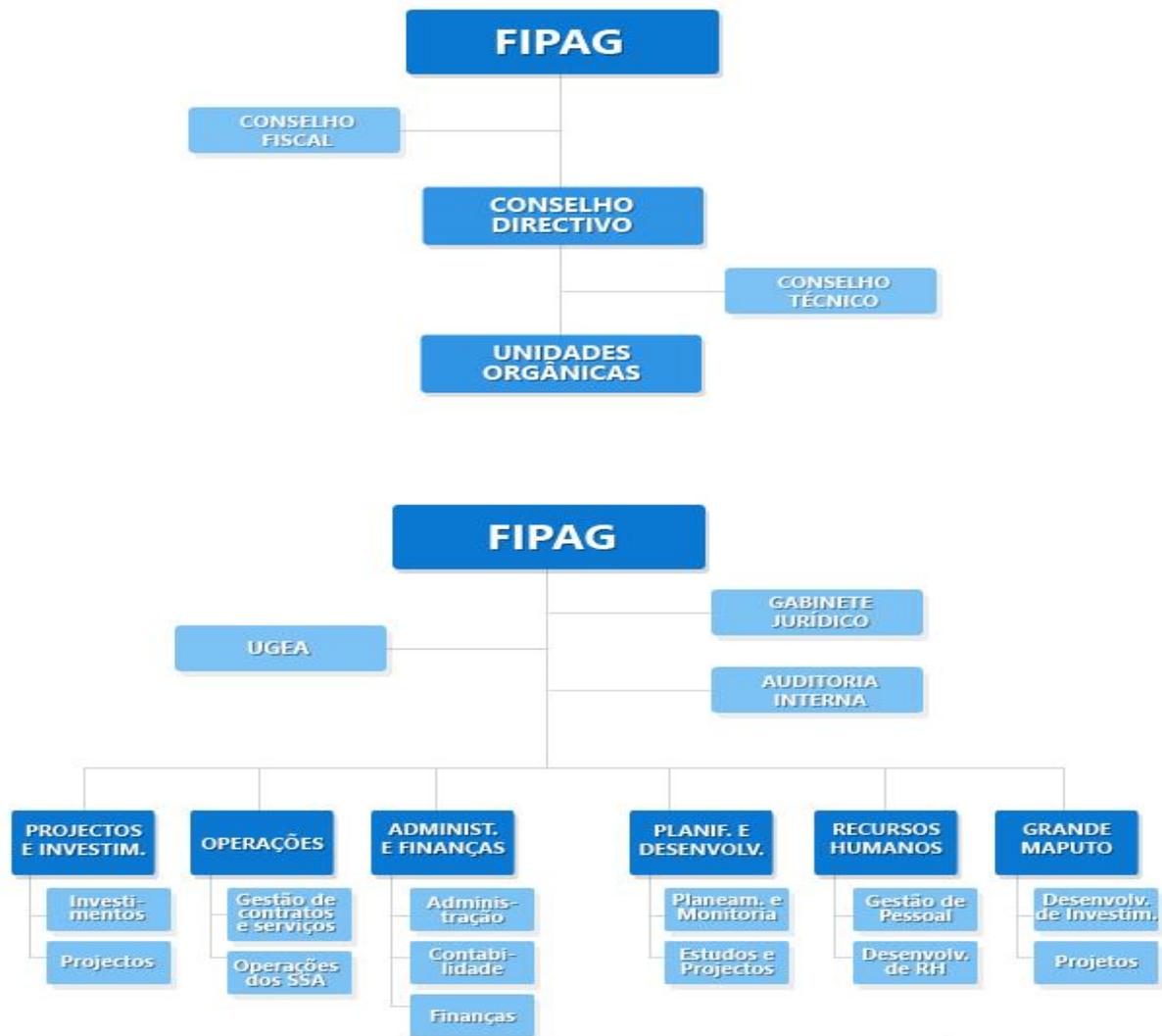


Figura 2- Organograma do FIPAG (Fonte: Website da empresa)

2.2 ÁREA DE AFECTAÇÃO DO ESTUDANTE

Durante o estágio, o estudante desempenhou as actividades no Departamento Técnico. Este departamento tem como principais atribuições as seguintes:

- Assegurar o funcionamento em pleno dos sistemas de abastecimento de água;
- Elaborar estudos e projectos com vista à melhoria do funcionamento ou expansão da rede de abastecimento de água;
- Responder prontamente à todas paragens e avarias do sistema, bem como garantir as suas manutenções preventivas e correctivas.

3 DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1 PLANO DE ESTÁGIO

O plano de estágio profissional, foi sugerido pelo supervisor da empresa e apresentado a supervisora da UEM, o qual foi aceite, ficando em aberto a possibilidade de realizar outras actividades e/ou projectos que pudessem surgir ao longo do estágio. O plano consistia então no seguinte:

Actividade	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16
Levantamento de dados de produção																
Pedido de dados de consumo na área comercial																
Análise de dados de produção e consumo																
Processamento dos dados																
Compilação do relatório																
Monitoramento das perdas de água no terreno																
Preparação de apresentações																

Tabela 1- Cronograma de Actividades

3.2 CONDICIONANTES E LIMITAÇÕES

3.2.1 CONDICIONANTES

A realização dos trabalhos esteve condicionada aos seguintes factores:

- Atraso no início das actividades de estágio, que por consequência reduziu o tempo disponível para a realização do projecto;

- Demora na disponibilização de credenciais para acesso aos dados do departamento comercial.

3.2.2 LIMITAÇÕES

Houve limitação em relação a obtenção de alguns dados dentro da empresa, dados estes referentes a consumos autorizados não facturados, o que de certo modo comprometeu o projecto pois, não foi possível determinar todas as perdas do sistema.

3.3 ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS

Ao longo das 16 semanas de estágio, foram desenvolvidas diversas actividades no departamento técnico. As actividades desenvolvidas foram as seguintes:

- a) Levantamento de dados de produção;
- b) Pedido de dados de consumo na área comercial;
- c) Análise de dados de produção e consumo;
- d) Processamento dos dados;
- e) Compilação do relatório;
- f) Monitoramento das perdas de água no terreno;
- g) Preparação de apresentações.

3.4 ACTIVIDADES NÃO DESENVOLVIDAS

Devido as condicionantes e limitações apresentadas, não foi possível realizar na totalidade todas actividades e obter todos resultados esperados para este projecto. O atraso no início das actividades de estágio, e as burocracias internas para obtenção de dados por parte do departamento comercial fizeram com que o tempo disponível para a realização do projecto estivesse comprometido. Não foi também possível obter dados que levassem a distinguir os tipos de perdas, o volume não facturado medido, assim como o volume não facturado não medido.

Portanto, neste relatório serão apresentados os resultados possíveis com os dados colhidos e produzidos durante as 16 semanas em que decorreu o estágio.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Um sistema de abastecimento de água, é uma instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada a produção e ao fornecimento colectivo de água potável, por meio de rede de distribuição. (MS Brasil 2914/2011)

4.1.1 PARTES DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

De acordo com Tsutiya (2006) a concepção deverá estender-se aos diversos componentes do sistema de abastecimento de água e definidas a seguir:

- **MANANCIAL:** é o corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para o abastecimento. Deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projecto, e a qualidade dessa água deve ser adequada sob o ponto de vista sanitário.
- **CAPTAÇÃO:** conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento.
- **ESTAÇÃO ELEVATÓRIA:** conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar a água para a unidade seguinte. Em sistemas de abastecimento de água, geralmente há várias estações elevatórias, tanto para o recalque de água bruta, como para o recalque de água tratada. Também é comum a estação elevatória, tipo “booster”, que se destina a aumentar a pressão e/ou vazão em adutoras ou redes de distribuição de água.
- **ADUTORA:** canalização que se destina conduzir água entre as unidades que precedem a rede de distribuição. Não distribuem a água aos consumidores, mas podem existir as derivações que são as sub-adutoras.

- **ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA:** conjunto de unidades destinado a tratar a água de modo a adequar as suas características aos padrões de potabilidade.
- **RESERVATÓRIO:** é o elemento do sistema de distribuição de água destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.
- **REDE DE DISTRIBUIÇÃO:** parte do sistema de abastecimento de água formada de tubulações órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendada.

A figura a seguir mostra um esquema simplificado do caminho percorrido pela água desde a captação no manancial até ao consumo.

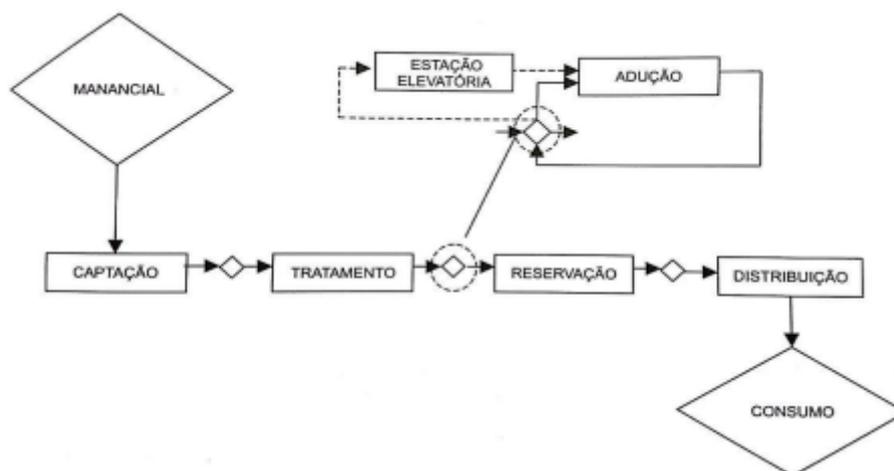


Figura 3- Unidades componentes de um SAA (Fonte: HELLER, 2010)

4.2 PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As perdas de água equivalem ao volume perdido que traduz a quantidade de água que, tendo sido introduzida no sistema, não chega, por diversas razões, a ser entregue ou facturada ao cliente final.

O volume de perdas é dependente da especificidade de cada sistema, em particular da condição das infraestruturas e da sua operação e manutenção, assumindo-se como parte integrante de todas as redes de abastecimento, representando uma das

principais fontes de ineficiência dos gestores de S.A.A, o que se reflete na desestabilização das suas finanças, na deficiente qualidade do serviço prestado aos consumidores e num aumento do custo de água facturada. (Silva, 2018)

As perdas de água nos sistemas de abastecimento são um problema multidimensional, com um elevado impacto nas várias vertentes da entidade gestora, designadamente a económico-financeira, a técnica, a ambiental, de saúde pública e social (Alegre et al, 2005)

Dimensão económico-financeira: é, normalmente, a principal motivação dos gestores para a implementação de um controle activo de perdas. O volume de água que não é facturado, mas que foi captado, tratado, importado ou transportado em infraestruturas de grande valor patrimonial, conduz a elevados custos operacionais e de manutenção, além do sobredimensionamento das infraestruturas e a consequente diminuição da sua longevidade.

Neste sentido, a avaliação e controle das perdas é fundamental para a redução significativa de custos operacionais e de manutenção do sistema.

Dimensão técnica: caracteriza-se pela avaliação e melhoria do estado físico dos sistemas. A existência de fugas e extravasamentos de água nos sistemas de abastecimento são inevitáveis, no entanto, um bom dimensionamento, construção e manutenção da rede tenderá a ter um nível de perdas baixo, por conseguinte, um elevado volume de perdas físicas indicia que a rede não se encontra em boas condições.

Deste modo, uma gestão técnica apropriada permite otimizar o nível de perdas, melhorando a eficiência do sistema.

Dimensão ambiental: ganhou grande relevância no decorrer dos últimos anos. Com a consciencialização da possível escassez de água com qualidade adequada ao consumo humano e a inexistência de água para consumo humano em algumas regiões do mundo torna-se evidente a preocupação com a redução de perdas de água e consequente redução do caudal captado nos recursos hídricos, contribuindo assim para a conservação da natureza e para uma política de gestão dos recursos hídricos sustentável.

Desta forma, o controle introduzido pelo sistema de perdas, terá impacto significativo na racionalização da utilização do recurso água, com custos ambientais significativos, resultando numa maior eficiência hídrica.

Dimensão de saúde pública: relaciona-se com a necessidade de garantir a inexistência de contaminação na água fornecida. As perdas de água devidas a fugas e roturas são possíveis fontes de contaminação da água.

Assim, mesmo que o valor económico da água perdida não compense o investimento, a redução de perdas deverá valorizar a componente de saúde pública, promovendo a sua prevenção.

Dimensão social: caracteriza-se pela garantia da qualidade de serviço a um custo acessível (Pimpão, 2012). O controle das perdas de água, para além de todos os benefícios anteriormente referidos, é também uma exteriorização da imagem da entidade gestora, e socialmente, as perdas de água são mal-aceites pela população, sobretudo quando a entidade gestora praticar tarifários elevados ou quando ocorram aumentos nos tarifários.

Além disso, o cidadão poderá ter um papel socialmente mais activo no processo de controle de perdas, quando devidamente informado e motivado, pode prestar informação na localização de fugas visíveis e na melhor monitorização dos consumos domésticos.

4.3 MÉTODO DO BALANÇO HÍDRICO

O Balanço Hídrico refere-se à técnica desenvolvida pela International Water Association no intuito de investigar a origem das perdas de água de maneira padronizada, uma vez que uma série de sistemas e conceitos desenvolvidos anteriormente divergem uns dos outros, o que por consequência cria divergências à compreensão universal de cada etapa do processo. Desse modo, o método traz a padronização de definições fundamentais para todas as companhias de saneamento.

Segundo Bezerra e Cheung (2013): Internacionalmente, o Balanço Hídrico é conhecido como aplicação Top-Down, justamente por iniciar a avaliação das perdas

por meio do cálculo do balanço hídrico de “cima para baixo”, ou seja, pelo volume de água que entra no sistema menos o volume de água efectivamente consumido. Neste método, são feitas hipóteses para determinar as perdas aparentes e, pela diferença, chega-se então às estimativas de perdas reais.

A figura a seguir indica as componentes que regem o método do Balanço Hídrico.

VOLUME DE ENTRADA	CONSUMO AUTORIZADO	CONSUMO AUTORIZADO FATURADO	VOLUME FATURADO MEDIDO	VOLUME FATURADO
			VOLUME FATURADO NÃO MEDIDO	
		CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO	VOLUME NÃO FATURADO MEDIDO	VOLUME DE ÁGUA NÃO FATURADA
			VOLUME NÃO FATURADO NÃO MEDIDO	
	PERDAS DE ÁGUA	PERDAS APARENTES	SUBMEDIÇÃO	
			CLANDESTINOS / FALHAS DE CADASTRO	
			FRAUDES	
		PERDAS REAIS		

Figura 4- Matriz do Balanço Hídrico (Fonte: AESBE, 2015)

4.3.1 COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO

Apesar de existirem várias componentes, todas elas importantes para o resultado final, o Balanço Hídrico assenta principalmente na análise de três partes fundamentais:

- a) Volume de Entrada, que equivale ao volume anual de água que ingressou efectivamente no(s) sistema(s) distribuidor(es).
- b) Volume Facturado;
- c) Volume de Água Não Facturada.

4.3.1.1 VOLUME DE ENTRADA

A água que entra no sistema corresponde ao volume anual de água que entra no sistema de distribuição, que satisfaz as necessidades de um determinado número de clientes que são abastecidos pela entidade gestora em causa.

4.3.1.2 VOLUME FACTURADO

O Volume facturado é a soma do Volume Facturado Medido com o Volume Facturado Não Medido. Representa a parcela de volume do qual a entidade gestora tem efectivamente receita relativo ao fornecimento de água.

4.3.1.3 VOLUME DE ÁGUA NÃO FACTURADA

A componente da “água não facturada” contempla a água autorizada não facturada, medida ou não medida, as perdas aparentes e as perdas reais, sendo as duas últimas parcelas as mais expressivas.

4.3.1.4 VOLUME FACTURADO MEDIDO

O Volume Facturado Medido corresponde ao volume anual de água medido pelos hidrômetros instalados nas ligações de água que deram origem ao facturamento.

4.3.1.5 VOLUME FACTURADO NÃO MEDIDO

O Volume Facturado Não Medido corresponde ao volume anual de água entregue nas ligações sem hidrômetros e que foram facturadas. As estimativas utilizadas para efeito de facturamento podem estar distantes da realidade, sobrestimadas ou subestimadas.

4.3.1.6 CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO

O Consumo Autorizado Facturado corresponde ao Volume Facturado. O termo serve para se contrapor a “Consumo Não Autorizado” e “Consumo Autorizado Não Facturado”.

4.3.1.7 VOLUME NÃO FACTURADO MEDIDO

O Volume Não Facturado Medido diz respeito aos volumes anuais medidos, cujo uso é autorizado pelo prestador de serviços, mesmo sem a geração de facturamento. Usos próprios, purgas de rede, lavagem de reservatórios e combate a incêndios, quando medidos, são exemplos da parcela em questão.

4.3.1.8 VOLUME NÃO FACTURADO NÃO MEDIDO

O Volume Não Facturado Não Medido constitui-se de volumes anuais não medidos, ou seja, estimados, cujo uso é autorizado pelo prestador de serviços, mesmo sem a geração de facturamento. Também são exemplos da parcela em questão, usos próprios, purgas de rede, lavagem de reservatórios e combate a incêndios, entre outros, quando não medidos.

4.3.1.9 CONSUMO AUTORIZADO NÃO FACTURADO

O Consumo Autorizado Não Facturado é a soma da parcela Volume Não Facturado Medido e Volume Não Facturado Não Medido.

4.3.1.10 CONSUMO AUTORIZADO

O Consumo Autorizado compõe a soma de Consumo Autorizado Facturado com Consumo Autorizado Não Facturado.

4.3.1.11 SUBMEDIÇÃO DOS HIDRÔMETROS E ERROS DE DADOS

A IWA (IWA, 2012) define esta terminologia como os volumes anuais de água entregues a usuários que deixaram de ser registrados pelos hidrômetros, por ineficiências destes. Inclui ainda volumes não registrados devido a práticas erradas de leitura ou qualquer tipo de violação à integridade dos dados medidos pelos hidrômetros.

4.3.1.12 PERDAS APARENTES

As Perdas Aparentes correspondem à soma dos Volumes de Consumo Não Autorizado com os Volumes de Submedição dos Hidrômetros e Erros no Manuseio de Dados.

4.3.1.13 CONSUMO NÃO AUTORIZADO

O Consumo Não Autorizado se refere aos volumes anuais de água entregues a usuários de forma não autorizada pelo prestador de serviços, como no caso de fraudes nos medidores, by-passes e ligações clandestinas, ou outras formas peculiares à realidade do prestador de serviços.

4.3.1.14 PERDAS REAIS

As Perdas Reais correspondem ao volume anual que representa as perdas de água oriundas de vazamentos no sistema. São obtidas por meio da equação a seguir:

$$\text{Perdas Reais} = \text{Volume de Entrada} - (\text{Consumo Autorizado} + \text{Perdas Aparentes})$$

4.3.1.15 PERDAS DE ÁGUA

A soma do volume de Perdas Aparentes com o volume de Perdas Reais é denominada Perdas de Água.

Os passos básicos para calcular no balanço hídrico, a água não facturada e as perdas de água são os seguintes (APDA, 2014):

Passo 1: Determinar o volume de água entrada no sistema;

Passo 2: Determinar o consumo facturado medido e o consumo facturado não medido sendo o somatório destes o consumo autorizado facturado e a água facturada;

Passo 3: Calcular o volume de água não facturada, subtraindo a água facturada à água entrada no sistema;

Passo 4: Indicar o consumo não facturado medido e o consumo não facturado não medido, sendo o somatório destes o consumo autorizado não facturado;

Passo 5: Determinar o consumo autorizado, através do somatório dos volumes correspondentes ao consumo autorizado facturado e ao consumo autorizado não facturado;

Passo 6: Calcular as perdas de água, como a diferença entre a água entrada no sistema e o consumo autorizado;

Passo 7: Avaliar, usando os melhores métodos disponíveis, as parcelas do uso não autorizado e dos erros de medição, somá-las e registar o resultado em perdas aparentes;

Passo 8: Calcular as perdas reais, subtraindo as perdas aparentes às perdas de água;

Passo 9: Avaliar as parcelas das perdas reais usando os melhores métodos disponíveis (análise de caudais noturnos, dados de medição zonada, cálculos de frequência/caudal/duração das roturas, modelação de perdas baseada em dados locais sobre o nível-base de perdas, etc.), somá-las e comparar com o resultado das perdas reais.

4.4 TÉCNICAS DE CONTROLE DE PERDAS DE ÁGUA

Apesar de em algumas entidades já se verificar o desenvolvimento e implementação de políticas que promovam a redução das perdas de água nos sistemas, na grande maioria dos casos tal facto não se verifica, comprometendo-se, assim, o desempenho dos sistemas e contribuindo para sua ineficiência.

Para o senso comum, as perdas de água nos sistemas de abastecimento mais conhecidas resultam da deficiente qualidade ou da degradação das infraestruturas, sendo normalmente designadas por perdas reais. Esta componente das perdas de água, normalmente mais relevante em termos globais, pode ser reduzida através de programas de controle e combate as fugas e de estratégias adequadas de renovação das redes.

Existe, no entanto, outra vertente que contribui para as perdas de água, a qual se associa normalmente o conceito de perdas “económicas” ou “aparentes”. Esta componente das perdas decorre de situações de utilizações não autorizadas de água, para além de situações relacionadas com utilizações sem medição ou ainda com deficiências dos equipamentos dos sistemas de medição, bem como de políticas inadequadas de medição ou de uma política de gestão de activos que não considera suficientemente as perdas por submedição.

Em termos técnicos, o controle de perdas reais é mais complexo que o das perdas aparentes. No entanto, em qualquer componente das perdas, antes de intervir é importante efectuar o balanço custo-benefício entre o investimento necessário para as reduzir e os benefícios financeiros daí decorrentes.

Assim, de uma forma geral, numa primeira fase, deve começar-se por avaliar a dimensão do problema através da realização de balanços hídricos, a que se deve seguir o estabelecimento da estratégia de controle de perdas a adoptar face a essa avaliação. Um dos resultados é a avaliação da dimensão relativa entre perdas reais e perdas aparentes, de forma a identificar as componentes de perdas onde se pode esperar uma melhor relação custo-benefício. A segunda fase contempla a implementação da estratégia de controle de perdas, que deve abranger duas linhas de acção paralelas, uma relativa às perdas reais e outra às perdas aparentes. Numa

terceira fase deverá proceder-se à avaliação dos resultados, em função dos quais poderá ser necessário ajustar a estratégia inicial.

É evidente a importância ambiental e económica das perdas de água nos sistemas de abastecimento, tratando-se de um problema a escala global que vem assumindo uma dimensão cada vez mais relevante e um papel central nas preocupações das entidades gestoras dos sistemas de abastecimento.

Desta forma, garantir um sistema de abastecimento de água eficaz e eficiente, com controle de perdas de água, é fundamental.

4.4.1 CONTROLE DE PERDAS REAIS

A existência de perdas reais, mesmo nas redes mais recentes e sofisticadas, é inevitável. Portanto, torna-se necessário criar formas e planos de acção com o fim de as minimizar.

O maior problema das fugas numa rede de abastecimento é que a maior parte delas não são visíveis, pois ocorrem nos ramais de ligação e nas condutas que se encontram em zonas subterrâneas.

Para proceder ao combate eficaz das perdas reais são adoptadas quatro medidas que são internacionalmente aceites, independentemente do país e do tipo de sistema de abastecimento de água, tendo em conta que a resolução do problema passa essencialmente por questões operacionais (Torres, 2014).

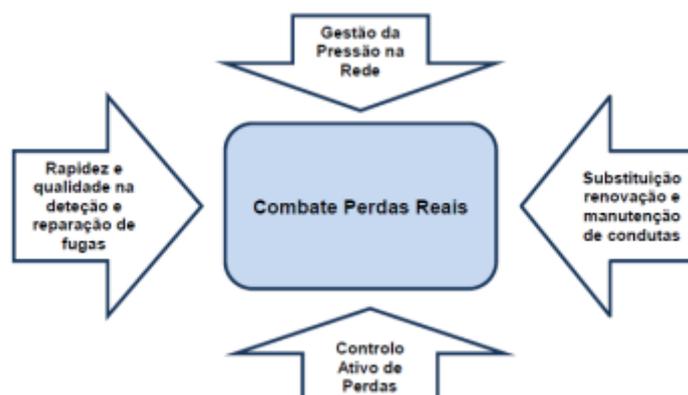


Figura 5- Medidas de controle de perdas reais (Torres, 2014)

A curto prazo, a gestão das perdas reais deve ser feita ao nível da diminuição da duração das perdas, através da rápida intervenção sobre as fugas detectadas, e na melhoria da qualidade das reparações. Para obter resultados a médio e a longo prazo deverão ser promovidas acções no sentido da gestão da pressão, da gestão eficiente dos activos da empresa e do controle activo de fugas, diminuindo assim efectivamente as perdas na rede (EPAL, 2017).

4.4.1.1 PRESSÃO NA REDE

A problemática da gestão da pressão na rede está relacionada com os níveis de serviço que é necessário garantir às populações.

Normalmente o dimensionamento de redes de distribuição é feito para cenários de ponta por forma a garantir um nível de pressão mínima na situação mais desfavorável e no ponto mais crítico do sistema.

Desta forma, pressupõe-se a existência de pressões superiores ao necessário durante extensos períodos de tempo, agravando-se a situação em períodos noturnos quando os consumos da rede diminuem.

As pressões excessivas e as suas constantes oscilações danificam as infraestruturas da rede de abastecimento, originando, inevitavelmente, fugas e roturas com um conseqüente volume de água perdido (Martins, 2012).

Desta forma, gerir as pressões da rede é uma medida básica para redução de perdas, que pode ter grande eficácia com uma boa relação de custo – benefício.

As entidades gestoras deverão, para tal, efectuar um constante estudo das pressões na rede, com o objectivo de garantir pressões de serviço que satisfaçam os requisitos legais e promovam a menor variação de pressão da rede possível e, conseqüentemente, o menor número de perdas de água.

A gestão da pressão na rede tem que garantir, em qualquer caso, as necessidades dos consumidores e as pressões para combate a incêndios, mesmo nos pontos mais elevados.

Uma forma de controlar a pressão num sistema é proceder à sua sectorização, frequentemente com recurso a operação de válvulas, de forma a estabelecer “andares” de pressão. Sistemas com abastecimento por gravidade podem ter a sectorização relacionada com a topografia enquanto, em sistemas com alimentação por elevação, a sectorização estará dependente do nível dos reservatórios (Thomton, 2002).

Outra forma de controlar a pressão é através da instalação de reservatórios ou estações elevatórias, permitindo minimizar e amortecer as pressões e caudais da rede ou aumentar significativamente as pressões na rede, respectivamente.

Usualmente, quando se pretende efectuar a gestão de pressão na rede faz-se recorrendo à instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP).

As VRP são válvulas que permitem obter uma pressão predefinida a jusante da sua instalação, e podem ser controladas mecânica, eléctrica ou hidraulicamente, através das suas diferentes configurações. Existem válvulas de mola, de pistão ou de diafragma que possibilitam o estabelecimento da pressão de saída fixa, modulada por caudal, por tempo ou por ponto crítico (Torres, 2014).

4.4.1.2 CONTROLE ACTIVO DE PERDAS

A grande parte das perdas reais não é visível à superfície, tornando-se essencial um programa activo na busca das mesmas.

O controle activo de perdas (CAP) é de essencial valor e inquestionável proveito para a melhoria da eficácia dos sistemas de abastecimento e redução das perdas de água. Constitui uma procura proactiva das fugas, dado que na maioria dos casos se realiza através de equipamento acústico especializado para detectar as fugas que não são visíveis (Torres, 2014).

Este controle só é possível através da monitorização contínua do sistema e de equipas especializadas no terreno.

Para identificar a localização das fugas de água recorre-se normalmente a equipamentos de detecção e correlação acústica que permitem analisar as variações sonoras do escoamento e, através da interpretação de diferentes ruídos,

possibilitam ou uma localização muito aproximada ou mesmo exacta do local da rotura.

Os equipamentos geralmente usados na detecção de fugas são a Vara Acústica, Geofone, loggers, correlatores acústicos e georradar (Torres, 2014).

4.4.1.3 RAPIDEZ E QUALIDADE NA REPARAÇÃO DE FUGAS

A rapidez e qualidade das reparações efectuadas sobre as fugas detectadas na rede permitem a diminuição do volume de perdas e a garantia de que este se mantem em níveis controlados (EPAL, 2017).

Após a identificação da existência de uma fuga, o tempo gasto para sua efectiva localização e a sua reparação é um ponto-chave na gestão das perdas reais.

Para que uma fuga possa ser reparada de imediato é necessário dispor de equipas e meios para proceder à reparação, dado que as fugas podem acontecer a qualquer hora do dia ou da noite.

Muitas vezes o tempo de reparação das fugas está mais relacionado com questões de organização e disponibilidade de recursos financeiros do que com questões técnicas e é nesta melhoria que as entidades gestoras deverão apostar para conseguirem uma diminuição dos volumes de água perdidos.

4.4.1.4 SUBSTITUIÇÃO, RENOVAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CONDUTAS

Num sistema de abastecimento de água não se pode estar à espera que a rotura aconteça. Deverá existir uma manutenção constante e adequada da rede e nos casos em que as condutas apresentem um elevado grau de degradação e, por sua vez, um índice de fugas maior, deverá proceder-se à substituição e renovação das mesmas.

A gestão das infraestruturas está directamente ligada ao conhecimento das condições dos sistemas de redes de distribuição, quanto à idade, materiais, manutenções correctivas e preventivas, instalação e manutenção de equipamentos

de controle, procedimentos de trabalho, etc, permitindo definir prioridade e soluções, tendo em vista a redução dos custos operacionais, sociais, ambientais e demais factores, e desta forma, direccionar os recursos disponíveis para as áreas mais necessitadas onde efectivamente seja necessário actuar e assim conseguir uma diminuição das perdas reais.

4.4.2 CONTROLE DE PERDAS APARENTES

As perdas aparentes decorrem de erros de macromedição, erros de micromedição, fraudes, ligações clandestinas, falhas no cadastro dos consumidores, etc.

Neste caso, a água é efectivamente consumida, no entanto, não é cobrada pela empresa de abastecimento de água.

Existem vários métodos de controle das perdas aparentes. Estes métodos consistem, essencialmente, no combate à utilização fraudulenta, na gestão do cadastro de consumidores e na gestão dos contadores instalados (Pimpão, 2012).

As perdas aparentes podem ser caracterizadas por quatro componentes: erros de medição, erros humanos, erros informáticos e consumo não autorizado, sendo nestas componentes que se deve actuar com o objectivo de diminuir esta componente das perdas.

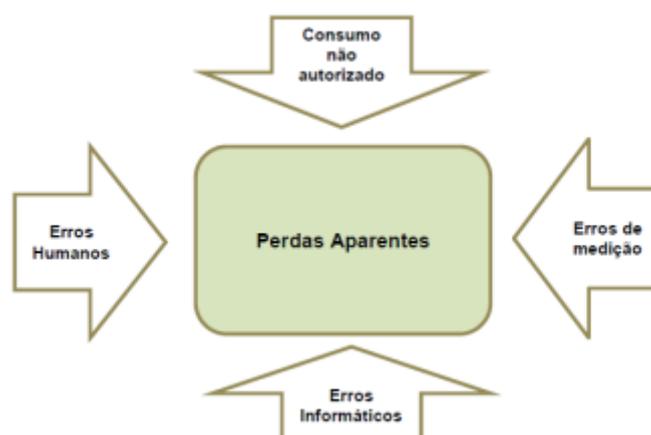


Figura 6- Principais componentes das perdas aparentes (Fernandes, 2014)

Nos pontos que se seguem irá fazer-se uma abordagem sobre os métodos de controle de perdas aparentes.

4.4.2.1 CONSUMO NÃO AUTORIZADO

Os consumos não autorizados caracterizam-se geralmente por furtos de água que resultam da ligação à rede sem autorização, decorrentes de um comportamento ilegal do cliente.

Existe uma grande variabilidade de formas de consumo não autorizado: as ligações clandestinas à rede de distribuição, as ligações por “bypass”, a derivação de ramal, a violação do contador ou mesmo o consumo directo dos hidrantes e redes prediais de combate a incêndio.

Nas ligações clandestinas a água não passa pelo contador, é consumida directamente da rede de distribuição. Este tipo de ligação é bastante comum em áreas de abastecimento pouco urbanizadas (Pereira, 2007).

Nas ligações por “bypass” é feito um desvio ao contador, não passando a água consumida pelo elemento de contagem, mas sim por uma tubagem paralela a este.

Os casos de derivação de ramal correspondem a fraude idêntica à situação anterior, sendo que o desvio feito não volta a ser ligado ao ramal predial. Esta situação dificulta a detecção do uso indevido, uma vez que a água pode continuar a passar pelo contador e o consumo simplesmente diminui.

Outra situação que se enquadra neste tipo de consumo tem a ver com a manipulação do contador.

Este processo passa, exclusivamente, pela alteração do funcionamento do mesmo propositadamente, que conduz a uma redução imediata da sua contagem ou até mesmo à sua paragem. Desta forma a facturação do cliente diminui substancialmente, acabando muitas vezes por só pagar as tarifas do contrato (Carvalho, 2014).

A forma mais eficaz no combate a este tipo de fraude é a instalação de telemetria. Com esta tecnologia a ocorrência de desmonte de contador, paragem, remoção ou

inversão do sentido do escoamento são detectadas, permitindo a emissão de alertas na ocorrência de uma vasta série de anomalias.

O combate à utilização fraudulenta passa, na grande parte das vezes, por inspecções periódicas a imóveis com suspeita de fraude mediante critérios estabelecidos pela entidade gestora, identificando ligações directas não visíveis, ligações clandestinas, inversão de contadores e by-pass à rede predial ou mesmo a rede de incêndio e/ou de rega.

Estes critérios devem ser definidos mediante a análise dos dados de consumo, como seja a identificação de contadores parados, a compatibilização entre os dados dos clientes e os dados de consumo e uma rigorosa avaliação das estimativas de consumo efectuadas.

4.4.2.2 ERROS DE MEDIÇÃO

Quando se fala em medição pode estar-se a referir a dois tipos distintos de medição: a macromedição e a micromedição.

A **macromedição** corresponde à medição de volume de água para grandes vazões desde o processo de captação da água bruta até a extremidade a jusante da rede de distribuição.

A **micromedição** diz respeito à medição da quantidade de água fornecida a uma instalação predial pela rede de distribuição.

Os sistemas de micromedição são responsáveis por uma grande parcela da componente das perdas de água aparentes, mais concretamente devido aos erros de medição a eles associados.

Com o passar do tempo, todos os equipamentos, pelas mais diversificadas razões, ou até mesmo na sequência do desgaste das peças, tendem a perder o rigor da medição, apresentando valores afectados de um determinado erro.

Estima-se normalmente um período de vida para um dado contador que varia com o modelo e a marca do mesmo. O mais comum é a idade variar entre os doze e

quinze anos, no entanto, existem alguns mais resistentes que poderão durar até vinte anos (Carvalho, 2014).

Os motivos que conduzem aos erros de medição são de grande diversidade, e como tal, as formas de os combater serão também variáveis.

Numa primeira análise será necessário ter um conhecimento real sobre o parque de contadores, conhecer a idade dos contadores, bem como os consumos reais e possíveis erros de medição existentes no parque de contadores.

Substituir os contadores apenas quando estão obstruídos, muito velhos ou usados é uma política que vai conduzir a erros significativos nos contadores e logo um controle medíocre do consumo.

Vários são os estudos acerca do período ideal para substituição dos contadores, sendo que o mais consensual é que o plano de substituição de contadores tenha por base a idade do contador e o volume acumulado ao longo da sua vida útil.

No momento de dimensionar é importante ter especial cuidado à adoção do contador mais indicado, devendo-se, para tal, dimensionar e definir o tipo de contador a instalar, face ao previsível perfil de consumo do local a abastecer e paralelamente efectuar uma análise cuidada da gama de caudais fornecida pelo fabricante do respectivo contador.

4.4.2.3 ERROS HUMANOS

Nas perdas aparentes, os erros humanos estão associados aos possíveis erros de leitura e registo aquando da visita dos técnicos aos contadores, ocorrendo normalmente por leituras dos contadores mal interpretadas.

Muitas vezes o envelhecimento ou mau estado do contador, os locais de difícil acesso ou outras difíceis condições de leitura podem induzir o leitor em erro, como por troca de uma vírgula ou de um algarismo. Esta situação tem maior probabilidade de ocorrer quando se trata de leitores menos experientes (Farley et al, 2008).

Em condições de humidades elevadas o embaciamento do visor pode também dificultar o processo de recolha de leituras. Normalmente instalados ao nível do solo, certos contadores facilitam a recolha errada de leituras (Arregui et al, 2006).

Quando os dados de uma leitura são inconvenientemente recolhidos, este erro transmite-se pela base de dados da empresa. As incoerências associadas a um erro humano implicam a informação errada que a empresa tem das leituras, o que conduz uma expressiva diversidade de problemas (Malheiro, 2011).

De forma a minimizar os erros humanos as entidades gestoras devem apostar em técnicos experientes, com formação e motivados, de forma a ser possível obter informações de forma eficaz e eficiente.

4.4.2.4 ERROS INFORMÁTICOS

Depois de serem recolhidas as leituras pelos técnicos no terreno, essas informações são transmitidas à base de dados das entidades gestoras. Os erros informáticos decorrem do processamento dessa informação em software próprio.

Ao serem introduzidos dados incorrectos na base de dados essas informações devem ser detectadas, para que, o erro não se propague.

Este tipo de erros pode surgir com alguma frequência e refletem-se normalmente em aspectos semelhantes aos erros humanos, visto que também aqui se trata de incorreções relativas aos dados de consumo, e por esse motivo deverão fazer parte das preocupações das entidades gestoras.

A redução dos erros informáticos passa pela adoção de melhores ferramentas de contabilidade da água, que facilitem a análise automática dos dados, e permitam uma mais fácil comparação da água que é fornecida com a soma da água consumida na mesma área.

Assim, torna-se evidente a necessidade de existirem dados actualizados do cadastro, em que as novas ligações à rede sejam imediatamente registadas, de modo a que a empresa tenha conhecimentos actualizados dos níveis de perdas a combater.

5 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi a primeira etapa para a materialização do projecto, esta etapa consistiu primeiro na identificação dos gabinetes e/ou departamentos que dispunham de tais dados. Foram então identificados o Gabinete de Produção pertencente ao Departamento Técnico, e o Departamento Comercial, é nestes dois sectores onde foi colhida toda a informação que permitiu a realização deste estudo/projecto.

Foram identificados 11 subsistemas que estão sob gestão do FIPAG Área Operacional de Xai-Xai, como ilustra a tabela a seguir.

Ordem	Subsistema	Extensão da rede (Km)	Número de Clientes
1	Hospital	19,06	1282
2	Inhamissa	60,90	2957
3	Marien Ngouabi	102,10	3771
4	Bairro 11	80,20	3934
5	CFPP	47,80	3951
6	Patrice Lumumba	95,50	6418
7	Bairro 13	95,80	2682
8	Chongoene	3,70	338
9	Muetane	1,70	157
10	Chicumbane	4,50	528
11	Julius Nyerere	4,00	405
12	TOTAL	515,26	26423

Tabela 2- Subsistemas do FIPAG - Área Operacional de Xai-Xai

5.1 DADOS DE PRODUÇÃO

Os dados referentes à produção foram obtidos no Gabinete de Produção que pertence ao Departamento Técnico, no qual o estudante esteve afecto durante o período que durou o estágio, facto que dinamizou a coleta dos mesmos.

Foram colhidos dados de produção referentes ao ano de 2021, com excepção do mês de Dezembro devido a indisponibilidade até a data de término do estágio. Estes dados são colhidos com base em leituras diárias nos hidrômetros instalados nas saídas dos furos de todos subsistemas e lançados na base de dados do Gabinete de Produção. Depois de obtidos os dados, foram tratados com recurso ao software Microsoft Excel 2019 de modo a obter produções mensais de cada subsistema como mostra a tabela do ANEXO 1.

As produções mensais representam o volume de entrada no sistema que é um dos principais componentes na matriz do balanço hídrico.

5.2 DADOS DE CONSUMO/FACTURAÇÃO

Com o objectivo de obter dados de consumo/facturação, foi encaminhado um pedido formal ao Departamento Comercial de modo a dar acesso aos dados de consumo e facturação referentes ao ano de 2021, o qual teve resposta positiva seguida da disponibilização duma credencial de acesso. De igual modo com os dados de produção, também foram disponibilizados dados de consumo referentes aos meses de Janeiro à Novembro.

Os dados de consumo são obtidos com base em leituras mensais feitas nos hidrômetros dos clientes e, de seguida registados na base de dados para posterior emissão das facturas de água. Os dados colhidos foram tratados com recurso ao software Microsoft Excel de modo a obter as facturações mensais como mostra a tabela do ANEXO 2.

As facturações mensais representam o volume facturado que também é um dado importante para o balanço hídrico.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir das planilhas de dados do Software Microsoft Excel, foi possível determinar o Volume de Água Não Facturada subtraindo do Volume de Entrada o Volume Facturado.

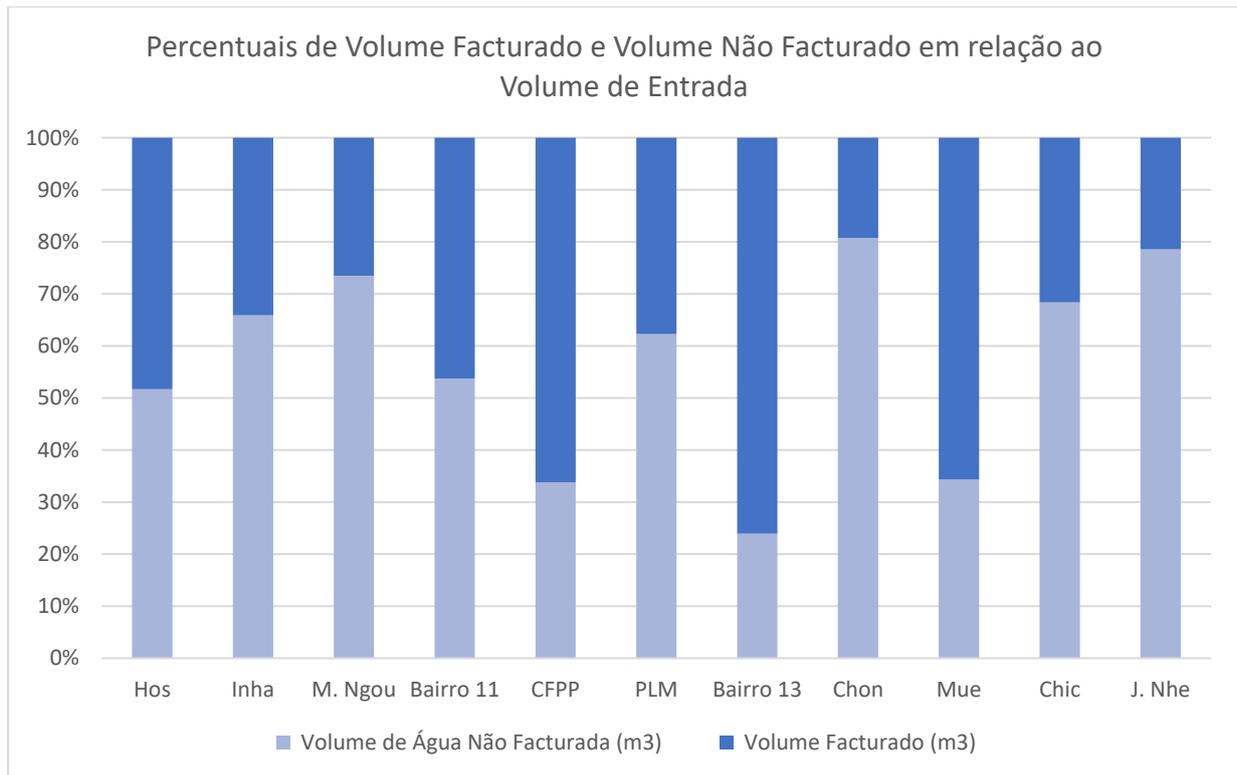


Figura 7- Percentuais de VF e VNF em relação ao VE

A figura acima, mostra as percentagens de Volume Facturado e Volume de Água Não Facturada em relação ao Volume de Entrada para os 11 Subsistemas na gestão do FIPAG Área Operacional de Xai-Xai para o ano de 2021, com volumes de água não facturada a atingir cerca de 80% do volume total de entrada no Subsistema de Chongoene, e 23% no Subsistema do Bairro 13, sendo estes os valores extremos.

Para uma melhor percepção da quantidade de água que não é facturada em média nos Subsistemas, a figura a seguir apresenta a média das componentes do Volume de Entrada.

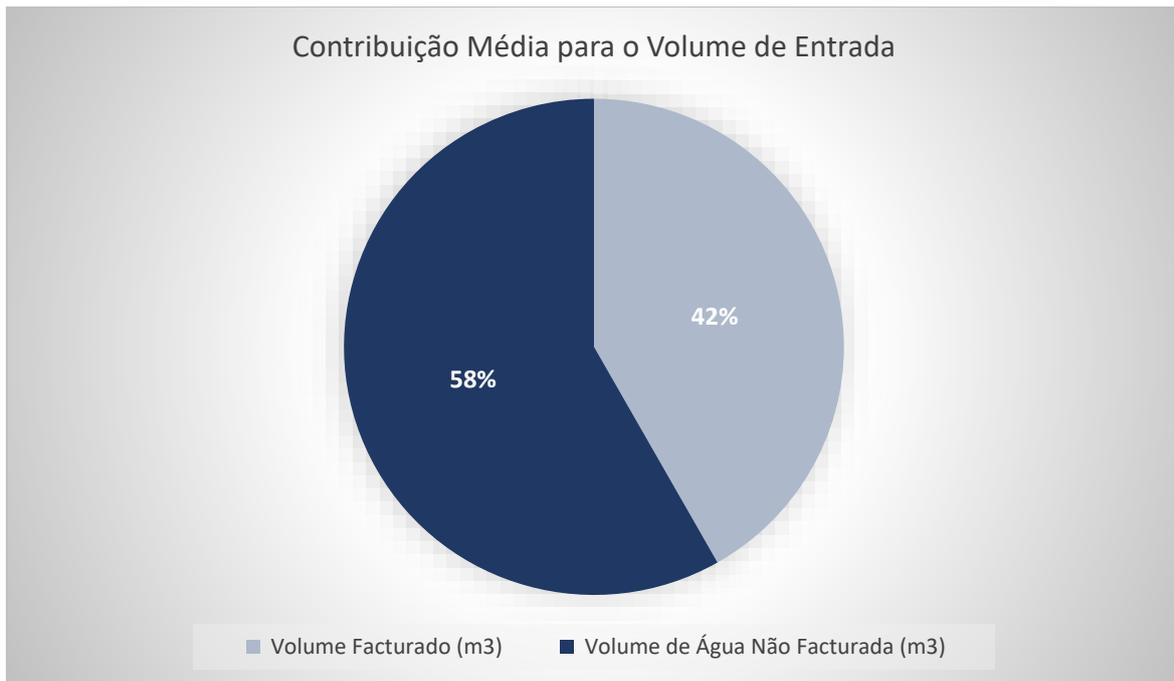


Figura 8- Contribuição para o VE de VF e VNF

Deste modo, é possível perceber que, mesmo com Subsistemas que apresentam valores de Volume Não Facturado muito acima dos 50%, o desempenho médio de todo o sistema indica Volumes de Água Não Facturada na ordem dos 58%. Mesmo assim, a relação entre os dois componentes Volume Facturado e Volume Não Facturado é preocupante pois, considerando que a parcela de Consumo Autorizado Não Facturado que não foi possível determinar neste estudo devido a insuficiência de dados, toma valores quase que desprezíveis comparados com as parcelas de Volume de Entrada, Volume Facturado e Volume de Água Não Facturada, as perdas de água no sistema terão percentagens acima da metade do Volume total produzido. O que está longe da realidade dos sistemas de abastecimento de Países com um controle activo e rigoroso de perdas, que conseguem chegar a perdas na ordem dos 10 a 15%.

A tabela a seguir indica as percentagens de Volume de Água Não Facturada em relação ao Volume de Entrada nos Subsistemas.

Ordem	Subsistemas	Volume de Água Não Facturada (%)
1	Hospital	51.69%
2	Inhamissa	65.87%
3	Marien Ngouabi	73.49%
4	Bairro 11	53.75%
5	CFPP	33.80%
6	Patrice Lumumba	62.26%
7	Bairro 13	23.91%
8	Chongoene	80.76%
9	Muetane	34.34%
10	Chicumbane	68.36%
11	Julius Nyerere	78.54%

Tabela 3- Percentuais de Volume de Água Não Facturada em relação ao Volume de Entrada

De modo a indicar claramente a posição de cada Subsistema em relação a todo conjunto que compõe o sistema de abastecimento, a figura a seguir apresenta em ordem decrescente as parcelas que representam o Volume de Água Não Facturada, em relação ao Volume de Entrada para todos Subsistemas analisados.

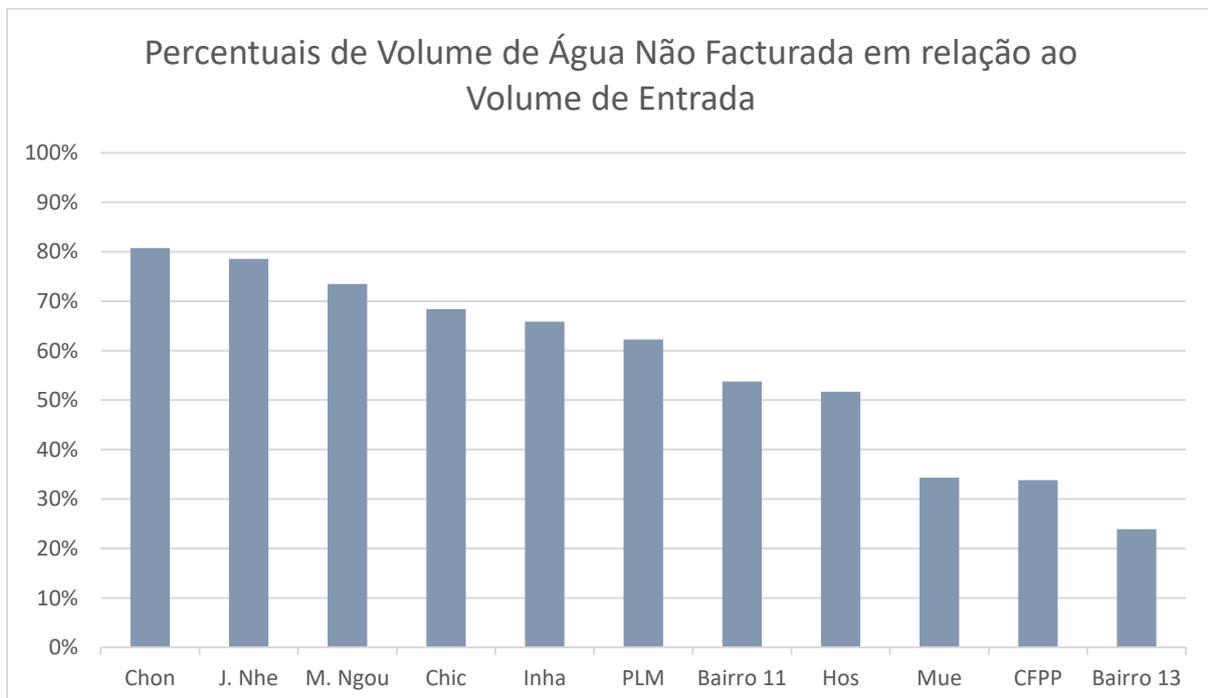


Figura 9- Percentuais de Volume de Água Não Facturada em relação ao Volume de Entrada

Do gráfico acima, é possível constatar que os Subsistemas de Chongoene, Julius Nyerere e Marien Ngouabi são os que possuem maiores percentagens de água não facturada e, conseqüentemente os que possuem maiores perdas de água, já os Subsistemas de Muetane, CFPP e Bairro 13 possuem os menores índices de perdas.

Informações obtidas da base de dados do FIPAG, revelaram que os Subsistemas de Chongoene, Julius Nyerere e Marien Ngouabi que apresentam as maiores percentagens de Volume Não Facturado, o que significa maiores perdas, foram construídos à mais de 50 anos (Antes da Independência do País) e não beneficiaram de nenhuma reabilitação desde que foram herdados pelo FIPAG, enquanto que os Subsistemas de Muetane, CFPP e Bairro 13, foram todos construídos depois do ano 2000 no âmbito da implementação do projecto do Banco Africano de Desenvolvimento, isso demonstra que o tempo de vida e a manutenção de um sistema de abastecimento de água, são factores de extrema importância para redução das perdas de água, mas não é apenas o estado ou tempo de vida do sistema que contribui para um aumento significativo de perdas, aspectos como pressões superiores às pressões para as quais o sistema foi dimensionado, as ligações clandestinas/fraudes, as submedições por parte dos trabalhadores responsáveis por fazer as leituras nos hidrômetros dos clientes, entre outros, são factores que levam ao aumento das percentagens de perdas nos sistemas de abastecimento de água e conseqüentes prejuízos às entidades gestoras bem como à população no geral.

7 MONITORAMENTO DAS PERDAS DE ÁGUA NO TERRENO

Nesta fase do estudo/projecto, fez-se um trabalho de campo que consistiu em visitas a alguns reservatórios, redes de distribuição e condutas adutoras com o objectivo de avaliar as suas condições, e detectar possíveis fugas/vazamentos caso existissem. Fez-se também um acompanhamento à equipe do Departamento Comercial responsável por tirar as leituras nos hidrômetros dos clientes para posterior facturação.

Os trabalhos de campo tinham como objectivo principal, fazer o monitoramento de todo o sistema de abastecimento, bem como do processo de leitura dos hidrômetros.

7.1 VISITAS AOS RESERVATÓRIOS

Foram efectuadas visitas a cerca de 6 reservatórios pertencentes aos Subsistemas de Patrice Lumumba, Bairro 13, Chongoene, Chicumbane, Muetane e Julius Nyerere.

Reservatório de Patrice Lumumba

- Tipo de reservatório: De betão, semienterrado;
- Capacidade de reserva: 550 m³;
- Ano de construção: 2009.

O reservatório de Patrice Lumumba não apresentou nenhuma fuga/vazamento visíveis, pelo que, mostrou estar em boas condições para funcionamento.



Figura 10- Reservatório de Patrice Lumumba

Reservatório do Bairro 13

- Tipo de reservatório: De betão, semienterrado;
- Capacidade de reserva: 1100 m³;

- Ano de construção: 2006.

O reservatório do Bairro 13 também não apresentou nenhuma fuga/vazamento visíveis, pelo que, mostrou estar em boas condições para funcionamento.



Figura 11- Reservatório do Bairro 13

Reservatório de Chongoene

- Tipo de reservatório: De betão, elevado;
- Capacidade de reserva: 30 m³;
- Ano de construção: Antes da independência do País.

O reservatório de Chongoene apresentou sinais visíveis de fugas e vazamentos, que de certa forma acabam contribuindo para um elevado índice de perdas de água. No momento em que ocorreu a visita, o reservatório encontrava-se inoperacional.



Figura 12- Reservatório de Chongoene

Reservatório de Chicumbane

- Tipo de reservatório: De betão, elevado;
- Capacidade de reserva: 30 m³;
- Ano de construção: 2003.

O reservatório de Chicumbane, de igual modo ao de Chongoene, apresentou sinais visíveis de fugas e vazamentos, que de certa forma acabam contribuindo para um elevado índice de perdas de água.



Figura 13- Reservatório de Chicumbane

Reservatório de Muetane

- Tipo de reservatório: De betão, elevado;
- Capacidade de reserva: 100 m³;
- Ano de construção: 2012.

O reservatório de Muetane não apresentou nenhuma fuga/vazamento visíveis, pelo que, mostrou estar em boas condições para funcionamento.



Figura 14- Reservatório de Muetane

Reservatório de Julius Nyerere

- Tipo de reservatório: De betão, elevado;
- Capacidade de reserva: 100 m³;
- Ano de construção: Antes da independência do País.

O reservatório de Julius Nyerere apresentou sinais visíveis de fugas e vazamentos, que de certa forma acabam contribuindo para um elevado índice de perdas de água.



Figura 15- Reservatorio de Julius Nyerere

A seguir um resumo das condições de cada reservatório visitado.

Ordem	Reservatório	Tipo	Ano de Construção	Capacidade (m3)	Estado de Conservação
1	Patrice Lumumba	Semienterrado	2009	550	Bom
2	Bairro 13	Semienterrado	2006	1100	Bom
3	Chongoene	Elevado	Antes da Independência	30	Mau
4	Chicumbane	Elevado	2003	30	Mau
5	Muetane	Elevado	2012	100	Bom
6	Julius Nyerere	Elevado	Antes da Independência	100	Mau

Tabela 4- Dados dos reservatórios do SAA do FIPAG AOXX

Da tabela acima, consta que dos 6 reservatórios visitados, apenas 3 encontram-se em um estado de conservação considerado Bom, e os outros 3 em um estado Mau de conservação. O que acaba contribuindo para um aumento de perdas de água através de fugas e vazamentos.

7.2 MONITORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

O monitoramento em campo consistiu em vistorias com recurso a uma viatura disponibilizada pela empresa de modo a detectar fugas visíveis na rede de distribuição. Dos 11 Subsistemas que compõem o SAA do FIPAG – Área Operacional de Xai-Xai, foi feito o monitoramento à 4 deles, nomeadamente, o Subsistema de Patrice Lumumba, Chicumbane, Chongoene e Julius Nyerere.

Do monitoramento feito, foi possível detectar inúmeras fugas na rede de distribuição, em que algumas foram imediatamente reparadas e outras mais graves não, pois não havia disponibilidade de material.



Figura 16- Reparação de fuga de água em rede de distribuição

Da figura acima, é possível verificar o momento em que ocorria a reparação de uma fuga na rede de distribuição do Subsistema de Chicumbane. O tubo de 50 mm de diâmetro feito em material PVC, devido ao tempo de uso, encontrava-se já desgastado, tendo sido trocado por um novo tubo com as mesmas características e especificações numa extensão de cerca de 50 metros.

No fim do monitoramento dos 4 Subsistemas previamente identificados, foi possível identificar um total de 9 fugas, das quais 5 foram imediatamente reparadas e 4 não foram reparadas devido a indisponibilidade de material. A tabela a seguir mostra as fugas por cada Subsistema.

Ordem	Subsistema	Fugas detectadas	Fugas reparadas	Fugas não reparadas
1	Patrice Lumumba	-	-	-
2	Chicumbane	2	2	-
3	Chongoene	4	2	2
4	Julius Nyerere	3	1	2
5	TOTAL	9	5	4

Tabela 5- Fugas detectadas no SAA do FIPAG AOXX

7.3 ACOMPANHAMENTO DE LEITURAS AOS HIDRÔMETROS DOS CLIENTES

O acompanhamento das leituras aos hidrômetros dos clientes foi feito para o Subsistema do Hospital, que possui cerca de 1282 clientes, com grande parte destes sendo domésticos. A categoria doméstica possui 3 escalões, sendo o primeiro com consumo até 5 m³, o segundo com consumo de 5 a 10 m³ e o terceiro com consumo acima de 10 m³, o preço a pagar pelo m³ de água, varia de acordo com a categoria e escalão.

Foi possível acompanhar as leituras dos hidrômetros em cerca de 80 clientes, todos da categoria doméstica. As leituras são feitas manualmente, e de seguida registadas em uma folha de papel A4, que contém a lista dos clientes, o que possibilita a ocorrência de erros tanto nas leituras, como no registo. Depois de efectuadas as leituras, os registos são encaminhados ao Departamento Comercial, que é o responsável por passar as facturas aos clientes.

Do acompanhamento de leituras feito aos 80 clientes, foram identificados cerca de 15 possuíam hidrômetros com algum defeito que dificultava o normal processo de leitura.



Figura 17- Hidrómetro pertencente a um cliente do FIPAG AOXX

Da figura acima, é possível verificar a imagem de um hidrômetro pertencente a um cliente, mas que já não apresenta condições para continuar a funcionar, pois dificulta o trabalho de leitura devido a fraca ou quase nenhuma visibilidade. Este e mais problemas enfrentados nas medições dos volumes consumidos, colaboram

para um aumento significativo de perdas, que vão significar prejuízos para a empresa.

Terminado o trabalho de campo, foi possível concluir que tanto o estado em que se encontram as infraestruturas que compõem o Sistema de Abastecimento de Água, bem como todo o processo de leitura dos hidrômetros que culmina com a emissão de facturas, contribuem para o elevado índice de perdas que o sistema apresenta.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 CONCLUSÕES

Findo o estágio profissional de cerca de 16 semanas que culminou com a elaboração do presente relatório, acredita-se existir nele, informação suficiente para uma clara compreensão sobre o progresso do estágio, actividades desenvolvidas, e a área da Engenharia Civil na qual o estágio esteve centrado.

O estágio profissional no FIPAG, permitiu o desenvolvimento de habilidades de gestão de Sistemas de Abastecimento de Água, bem como a consciencialização sobre a necessidade do uso racional da água, e também sobre a necessidade das entidades gestoras focarem os esforços na redução e controle das perdas do precioso líquido em meio a um mundo que se vê a cada dia com menos água apropriada para o consumo humano.

Ressaltar também que muitos foram os ensinamentos transmitidos pela equipe técnica do FIPAG AOXX a quem agradeço imenso pelo acolhimento que serviu para consolidar conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Licenciatura em Engenharia Civil e ter um primeiro contacto com o mundo profissional.

Portanto, pode-se dizer que os objectivos do estágio foram alcançados com sucesso.

8.2 RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se a criação de um gabinete focado apenas no controle e gestão das perdas de água, tal gabinete poderia ser designado, Gabinete de Perdas;
- Recomenda-se a elaboração de um plano estratégico de médio a longo prazo com políticas centradas na redução dos níveis de perdas no Sistema de Abastecimento de Água;
- Recomenda-se o cumprimento rigoroso das manutenções preventivas e correctivas de todas infraestruturas que compõem o Sistema de Abastecimento de Água;
- Recomenda-se melhoria na capacitação e treinamento dos colaboradores da área comercial responsáveis por fazer as leituras aos hidrômetros dos clientes;
- Recomenda-se melhoria e aprimoramento das técnicas e modelos de facturação;

Todas recomendações acima deixadas são direccionadas ao FIPAG - Área Operacional de Xai-Xai e, vem com o objectivo de melhorar a gestão do Sistema de Abastecimento de Água, reduzindo deste modo os volumes de água perdida.

A última e mais importante recomendação, vai para todos Seres Humanos na terra, em especial ao leitor deste relatório, pois todos nós temos um papel activo na luta contra o desperdício da água, então:

“Use a água de forma racional, de modo que as gerações futuras possam ter acesso a ela, pois sem água não há vida.”

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- TSUTIYA, M.T., **Abastecimento de Água**. 3ª Edição, São Paulo, 2006.
- ALEGRE, H.; COELHO, S.T.; ALMEIDA, M.; VIEIRA, P., **Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e de distribuição**. Instituto da Água, INAG. Portugal, 2005.
- CORTÊS, A. S. B. (2015). “**Fugas e perdas em sistemas de abastecimento de água**”. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra;
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA). IWA/AWWA Water Audit Method. Disponível em:
<<http://www.awwa.org/portals/0/files/resources/water%20knowledge/water%20loss%20control/iwa-awwa-method-awwa-updated.pdf>>.
- LIMA, I.M. (2017). “**Perdas de água em sistemas de abastecimento: um estudo comparativo entre prestadores no Brasil**”. Tese de Licenciatura, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do Centro Universitário de Brasília;
- MIRANDA, C. M. (2002). “**Avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água: indicadores de perdas e metodologias para análise de confiabilidade**”. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, Brasil;
- DA SILVA, S.C.A. (2018). “**Implementação de medidas de controlo de perdas de água em sistemas urbanos de abastecimento**”. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra;
- MATOS, C.R. (2016). “**Consumo de água no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília – Estudo de medidas para redução de perdas**”. Tese de Licenciatura, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília.

10 ANEXOS

Anexo 1 – Produções Mensais de Água.

Anexo 2 – Facturações Mensais de Água.

ANEXO 1 – PRODUÇÕES MENSAIS DE ÁGUA

		PRODUÇÃO (m3)										
ordem	Subsistema	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
1	Hos	60,454.00	52,973.00	60,005.00	31,921.00	33,064.00	54,761.00	56,946.00	54,703.00	44,463.00	42,937.00	40,675.00
2	Inha	171,655.00	137,710.00	185,672.00	178,647.00	175,494.00	165,255.00	218,826.00	202,299.00	182,695.00	194,567.00	192,693.00
3	M. Goa	190,560.00	208,530.00	192,272.00	184,999.00	196,418.00	193,534.00	158,632.00	156,783.00	136,823.00	117,635.00	122,190.00
4	Bairro 11	141,699.00	121,551.00	148,370.00	172,306.00	185,787.00	149,399.00	164,771.00	159,478.00	165,732.00	153,219.00	154,483.00
5	CFPP	73,061.00	63,749.00	73,974.00	75,023.00	73,716.00	71,161.00	74,959.00	72,623.00	70,117.00	68,616.00	69,427.00
6	PLM	170,610.00	151,240.00	171,542.00	132,159.00	138,146.00	155,199.00	164,478.00	158,927.00	164,093.00	156,532.00	157,035.00
7	Bairro 13	63,713.00	55,647.00	67,547.00	95,441.00	96,612.00	65,744.00	72,109.00	69,714.00	67,481.00	63,646.00	62,278.00
8	Chon	23,358.00	19,857.00	23,551.00	23,001.00	23,912.00	22,684.00	25,453.00	24,733.00	23,610.00	22,978.00	24,390.00
9	Mue	2,423.00	2,389.00	2,741.00	2,490.00	2,165.00	2,033.00	3,546.00	4,054.00	3,342.00	4,351.00	4,629.00
10	Chic	21,949.00	16,876.00	19,224.00	18,571.00	20,671.00	18,246.00	19,274.00	17,000.00	13,850.00	13,972.00	12,273.00
11	J. Nhe	18,132.00	14,083.00	15,371.00	18,023.00	19,710.00	19,189.00	20,163.00	17,835.00	18,001.00	19,059.00	19,393.00
12	TOTAL	937,614.00	844,605.00	960,269.00	932,581.00	965,695.00	917,205.00	979,157.00	938,149.00	890,207.00	857,512.00	859,466.00

ANEXO 2 – FACTURAÇÕES MENSAIS DE ÁGUA

		FACTURAÇÃO (m3)										
ordem	Subsistema	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
1	Hos	20,514.45	22,843.00	21,234.00	22,188.67	21,914.00	23,816.00	24,589.36	24,840.56	25,301.00	25,925.00	24,265.00
2	Inha	31,656.45	69,673.00	68,474.00	61,205.67	67,244.00	62,958.00	64,132.36	64,716.56	64,108.00	64,779.00	65,551.00
3	M. Goa	75,465.45	41,257.00	38,415.00	37,294.67	34,362.00	35,572.00	41,517.36	44,196.56	47,384.00	48,124.00	49,024.00
4	Bairro 11	68,978.45	72,072.00	76,623.00	62,294.67	69,084.00	71,828.00	73,093.36	73,753.56	74,124.00	76,309.00	75,899.00
5	CFPP	44,193.45	47,040.00	45,302.00	42,443.67	46,620.00	47,009.00	48,020.36	48,469.56	49,940.00	50,325.00	51,254.00
6	PLM	63,653.45	62,985.00	63,373.00	53,025.67	59,396.00	60,503.00	56,601.36	57,122.56	57,620.00	56,936.00	57,911.00
7	Bairro 13	47,797.45	48,948.00	50,217.00	52,138.67	51,462.00	58,444.00	59,537.36	60,083.56	60,154.00	61,598.00	62,001.00
8	Chon	4,769.45	4,920.00	4,011.00	4,107.67	4,083.00	4,087.00	4,658.36	4,741.56	4,359.00	4,896.00	4,923.00
9	Mue	1,794.45	1,945.00	1,703.00	2,062.67	1,889.00	1,690.00	2,236.36	2,298.56	2,035.00	2,356.00	2,422.00
10	Chic	5,915.45	6,066.00	5,390.00	5,349.67	5,473.00	5,367.00	5,951.36	6,045.56	5,174.00	4,985.00	4,995.00
11	J. Nhe	4,427.45	4,579.00	3,715.00	3,454.67	3,559.00	3,371.00	3,935.36	4,012.56	3,674.00	3,955.00	4,011.00
12	TOTAL	369,165.95	382,328.00	378,457.00	345,566.40	369,422.00	379,572.00	384,272.91	390,281.20	400,355.30	404,803.00	407,673.00