



**Universidade Eduardo Mondlane**  
**Faculdade de Engenharia**  
**Curso de Engenharia Civil**

Relatório de Estágio Profissional

**Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de  
Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela – Volume I**

**Autor:**

Gabriel Pedro Caleleiane Comé

**Supervisor:**

Eng. Carlos Caupers

Maputo, Março de 2022



**Universidade Eduardo Mondlane**  
**Faculdade de Engenharia**  
**Curso de Engenharia Civil**

Relatório de Estágio Profissional

## **Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela – Volume I**

**Autor:**

Gabriel Pedro Caleleiane Comé

Relatório de Estágio Profissional apresentado para satisfação parcial dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Licenciado em Engenharia Civil**.

**Supervisor:**

Eng. Carlos Caupers

Relatório de Estágio Profissional apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane para obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Autor:

---

(Gabriel Pedro Caleleliane Comé)

Supervisor

---

(Eng. Carlos Caupers)



**Universidade Eduardo Mondlane**  
**Faculdade de Engenharia**  
**Curso de Engenharia Civil**

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante **Gabriel Pedro Caleleiane Comé**, entregou no dia 29 de Março de 2022, as duas cópias do seu relatório de Estágio Profissional intitulado **Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela – Volume I.**

Maputo, Março de 2022

---

(A Chefe da Secretaria)

## **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Eu, Gabriel Pedro Caleleiane Comé, declaro por minha honra, que o presente trabalho do final de Curso em Engenharia Civil foi elaborado por mim próprio. Declaro que este relatório de Estágio Profissional não foi apresentado, para efeitos de avaliação, a qualquer outra entidade ou instituição, para além das diretamente envolvidas na sua elaboração. Declaro, finalmente, encontrar-me ciente de que a inclusão, neste texto, de qualquer falsa declaração terá consequências legais.

## **i. DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à toda comunidade da Massaca, uma comunidade em que poucos conseguem prosseguir com estudos e chegar no ensino superior. Dedico a estes que, por razões do destino, não conseguiram prosseguir com os seus estudos, ou por nunca terem frequentado a escola, que este trabalho e o meu percurso académico lhes sirva de motivação e inspiração para lutar pelos seus sonhos.

Dedico este trabalho também à minha sobrinha Kayana, que tem trazido alegria à nossa casa. Espero que um dia ela se inspire em mim tal como eu me inspiro na sua pureza para me tornar numa pessoa melhor.

## ii. AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Mónica Justina Maluleque e Pedro Caleleiane Nhanchudiane, pelo amor e por nunca medirem esforços para poderem proporcionar-me a melhor educação possível.

Aos meus irmãos e amigos pelo apoio e incentivo, especialmente à minha irmã Caleliana que desde sempre foi a minha maior apoiante.

Ao meu grupo de amigos da faculdade (Ayilton, Tarekh, Selmo, Victorino, Shueib, Anisah, Erik, Cláudio e Syntheo) pelo companheirismo e amizade, especialmente ao Ayilton Mota, ele que também participou desse estágio e juntos pudemos trocar muitas ideias, muito conhecimento, e com isso pudemos aprender muito um do outro.

Ao pessoal da CONSULTEC, em especial ao departamento de Águas, pelo carinho, pelo acolhimento, por oferecerem todas as condições necessárias para que este trabalho se tornasse real, e acima de tudo pela oportunidade que me foi dada.

Um enorme agradecimento ao Eng. Carlos Caupers, por sempre iluminar o meu caminho com as suas palavras, por sempre estar disponível para partilhar o seu conhecimento, não só comigo, mas com todos os seus estudantes, por ter acreditado em mim quando eu mesmo começava a duvidar de mim. Nada disto teria sido possível sem o seu apoio e carinho.

A todos, meus sinceros agradecimentos

Gabriel Pedro Caleleiane Comé

### iii. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A CONSULTEC – Consultores Associados, Lda. é uma empresa privada moçambicana, fundada em 1990, especializada na prestação de serviços de consultoria para projectos de engenharia nas áreas de Águas, Ambiente, Edifícios e Electricidade, Estradas e HSEQ (Saúde, Segurança, Ambiente e Qualidade).

A CONSULTEC é formada por uma equipa multidisciplinar altamente qualificada com mais de 100 profissionais, incluindo engenheiros de várias especialidades (civis, electrotécnicos, electromecânicos, do ambiente e agrónomos), biólogos, geólogos, sociólogos, economistas e arquitectos.

A CONSULTEC sob o lema “construir um futuro com responsabilidade”, tem como visão o desenvolvimento de projectos de engenharia e disciplinas afins, que melhorem a qualidade de vida das pessoas através da introdução, no tempo certo, de inovações tecnologicamente significativas, superando as expectativas dos Clientes, em permanente harmonia com a natureza, e tem a missão de se tornar um fornecedor líder de soluções nas áreas de engenharia e ambiente, e uma referência de competência técnica e seriedade para todos os nossos Parceiros e Clientes.



#### iv. RESUMO

Em 1995, o Governo aprovou a Política Nacional de Águas (PNA) definiu nessa altura as linhas gerais do desenvolvimento do sector, entre as quais a participação dos beneficiários, o reconhecimento da água como um bem com valor económico e social, a descentralização dos serviços de abastecimento de água, a sustentabilidade dos sistemas e a participação do sector privado na provisão dos serviços de abastecimento de água.

Com a implementação do Programa Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento Rural (PRONASAR), a cobertura de abastecimento de água potável rural melhorou muito desde 1990, atingindo 46% (Resultados de Abastecimento de Água, Saneamento, Higiene e Pobreza em Moçambique, Banco Mundial, 2018).

A DNA desenvolveu em 2002 o Manual de Implementação de Projectos de Abastecimento de Água Rural (MIPAR) que foi concebido como um instrumento normativo e regulador de implementação de projectos de abastecimento de água ligados.

É no âmbito de implementação do Programa Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento Rural (PRONASAR), que o Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos (MOPHRH), através da Direcção Nacional de Águas (DNA), passou a, desde 2015, a Direcção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento, com financiamento do Banco Árabe para o Desenvolvimento Económico em África (BADEA), visando contribuir para o rápido alcance dos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) respeitantes ao acesso à água potável e ao saneamento adequado pelas famílias, incluindo a comunidade escolar, pretende realizar um Estudo de Viabilidade Técnica e Económica para os Sistemas de Abastecimento de Água de 6 pequenas aldeias na Província de Inhambane. Portanto, o presente trabalho estará dividido em duas componentes:

1. A componente técnica – que constituirá o primeiro volume deste trabalho (o Volume I);

2. A componente financeira, que constituirá o segundo volume deste trabalho (o Volume II).

O presente relatório, o Volume I, é referente ao estudo conceptual do novo sistema de abastecimento de água para a vila de Zandamela, pertencente ao do Distrito de Zavala, Província da Inhambane.

## ÍNDICE

i.	DEDICATÓRIA.....	6
ii.	AGRADECIMENTOS.....	7
iii.	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	8
iv.	RESUMO.....	9
1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJECTIVOS.....	18
2.1	Objectivos Gerais.....	18
2.2	Objectivos Específicos.....	18
3	METODOLOGIA.....	19
4	APRESENTAÇÃO DO PROJECTO.....	20
4.1	Perfil da Vila de Zandamela.....	20
4.1.1	Generalidades.....	20
4.1.2	População e divisão administrativa.....	21
4.1.3	Infraestruturas, Actividade Económica e Industrial.....	22
5	SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE.....	24
5.1	Sistema público.....	24
5.2	Sistema privado.....	25
6	CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA.....	28
6.1	Horizonte das Infraestruturas a usar.....	28
6.2	Citérios Técnicos.....	29
6.2.1	Regulamentos a utilizar.....	29
6.2.2	Critérios de Água Potável.....	30
6.2.3	Factores de pico a considerar.....	30
6.2.4	Cálculo hidráulico, redes de distribuição e adutora.....	31
7	SISTEMA PROPOSTO.....	32
7.1	População a servir.....	32
7.2	Níveis de Serviços Propostos.....	33
7.3	Necessidade de água para o horizonte do projecto.....	34
7.4	Descrição do sistema proposto.....	37
7.4.1	Cenário 1.....	39
7.4.2	Cenário 2.....	40
7.5	Captação.....	41

7.5.1	Verificação do caudal do furo existente.....	42
7.6	Adução .....	49
7.6.1	Cenário 1 .....	51
7.6.2	Cenário 2.....	54
7.6.3	Verificação ao Choque Hidráulico.....	58
7.7	Armazenamento .....	61
7.7.1	Cenário 1 .....	63
7.7.2	Cenário 2.....	68
7.8	Rede de Distribuição.....	74
7.8.1	Concepção e Simulação .....	74
7.8.2	Consumos .....	75
7.8.3	Rede de distribuição proposta para o cenário 1 .....	78
7.8.4	Rede de distribuição proposta para o cenário 2 .....	79
7.8.5	Análise das Pressões na Rede .....	81
8	AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO .....	82
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
10	CONCLUSÃO.....	84
11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
12	ANEXOS.....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS

EVCP	–	Estudo de vontade e capacidade de pagar;
TdR	–	Termos de Referência;
INE	–	Instituto nacional de estatística;
km	–	Quilómetros;
km <sup>2</sup> .	–	Quilómetros quadrados;
m	–	Metros;
m/s	–	Metros por Segundo;
m <sup>3</sup>	–	Metros Cúbicos;
m <sup>3</sup> /h	–	Metros Cúbicos por hora;
m <sup>3</sup> /s	–	Metros Cúbicos por Segundo;
Kpa	–	Quilo Pascal;
m.c.a	–	Metros de coluna de água;

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da província de Inhambane - Localização do posto administrativo de Zandamela (Distrito de Zavala).....	20
Figura 2: Distribuição dos bairros na vila de Zandamela .....	21
Figura 3: Rede pública existente .....	25
Figura 4: Localização dos sistemas privados de abastecimento de água .....	26
Figura 5: Foto de quiosque de água. ....	36
Figura 6: Corte em planta de um quiosque de água. ....	36
Figura 7: Diâmetros da rede atual de abastecimento de água.....	38
Figura 8: Sistema proposto no cenário 1 (2043).....	39
Figura 9: Sistema proposto no cenário 2 (2043).....	40
Figura 10: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 1, para o ano 2033.	53
Figura 11: Esquema planimétrico do sistema de adução do cenário 1, para o ano 2033. .....	53
Figura 12: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 1, para o ano 2043.	54
Figura 13: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 1, para o ano 2043.	54
Figura 14: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 2, para o ano 2033.	56
Figura 15: Esquema planimétrico do sistema de adução do cenário 2, para o ano 2033. .....	57
Figura 16: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 2, para o ano 2043.	57
Figura 17: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 2, para o ano 2043.	58
Figura 18: Tipos de reservatório metálico a usar.....	61
Figura 19: Rede de distribuição para o ano de 2033 no cenário 1 .....	78
Figura 20: Rede de distribuição para o ano de 2033 no cenário 2 .....	80

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: População da vila 2017 (Autoridades locais).....	21
Tabela 2: Posições e observações dos furos existentes na Vila .....	27
Tabela 3: Projeção da população da Vila de Zandamela para o horizonte do projecto. 33	
Tabela 4: Distribuição de serviços da rede ao longo do horizonte do projecto .....	34
Tabela 5: Consumos domésticos estimados nos anos horizonte do projecto .....	34
Tabela 6: Cálculo dos consumos médios nos anos horizonte do projecto .....	35
Tabela 7: Cálculo do número de ligações para servir a população nos anos horizonte em função do tipo de serviço. ....	37
Tabela 8: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 1, em 2023. ....	42
Tabela 9: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 1, em 2033. ....	43
Tabela 10: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 1, em 2043. ....	44
Tabela 11: Verificação do caudal de exploração dos furos, no cenário 1, em 2033.....	45
Tabela 12: Verificação do caudal de exploração dos furos, no cenário 1, em 2043.....	45
Tabela 13: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 2, em 2023. ....	46
Tabela 14: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 2, em 2033 .....	47
Tabela 15: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 2, em 2043. ....	47
Tabela 16: Verificação do caudal de exploração dos furos, no cenário 2, em 2033.....	48
Tabela 17: Verificação do caudal de exploração dos furos, no cenário 2, em 2043.....	49
Tabela 18: Processo de dimensionamento das adutoras do cenário 1 .....	52
Tabela 19: Processo de dimensionamento das adutoras do cenário 2. ....	55
Tabela 20: Processo de verificação do tipo de manobra existente. ....	59
Tabela 21: Valores máximos e mínimos de pressões na adutora. ....	60
Tabela 22: Processo de verificação do tipo de manobra existente. ....	60
Tabela 23: Valores máximos e mínimos de pressões na adutora. ....	61
Tabela 24: Dimensionamento do reservatório 1 para o ano de 2033 (Cenário 1) .....	64
Tabela 25: Dimensionamento de reservatório 2 para o ano de 2033 (Cenário 1). ....	65
Tabela 26: Dimensionamento de reservatório 1 para o ano de 2043 (Cenário 1). ....	66
Tabela 27: Dimensionamento de reservatório 2 para o ano de 2043 (Cenário 1). ....	67
Tabela 28: Dimensionamento do reservatório 1 para ano de 2033 (Cenário 2) .....	69
Tabela 29: Dimensionamento do reservatório 2 para o ano de 2033 (Cenário 2) .....	70
Tabela 30: Dimensionamento de reservatório 1 para o ano de 2043 (Cenário 2). ....	72
Tabela 31: Dimensionamento de reservatório 2 para o ano de 2043 (Cenário 2) .....	73
Tabela 32: Diâmetros e comprimentos das condutas da rede do cenário 1, nos anos 2033 e 2043 .....	79
Tabela 33: Diâmetros e comprimentos das condutas da rede do cenário 2, nos anos 2033 e 2043, nos 2 subsistemas.....	80
Tabela 34: Resumo da lista de quantidades .....	82

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Actividades desenvolvidas na vila (Fonte: EVCP vila de Zandamela).....	23
Gráfico 2: Distribuição da capacidade de pagar com base nos serviços propostos .....	33
Gráfico 3: Distribuição horaria de consumo de água das 4h as 19h (factor de pico 3.10) .....	62
Gráfico 4: Comparação das demandas base (2033) para o cenário 1 .....	76
Gráfico 5: Comparação das demandas base (2033) para o cenário 2 .....	77



## 1 INTRODUÇÃO

O estágio profissional é uma etapa importante no processo de desenvolvimento e aprendizagem do aluno, porque promove oportunidades de vivenciar na prática conteúdos acadêmicos, propiciando desta forma, a aquisição de conhecimentos e atitudes relacionadas com a profissão escolhida pelo estagiário. Além disso, o programa de estágio permite a troca de experiências entre os funcionários de uma empresa, bem como o intercâmbio de novas ideias, conceitos, planos e estratégias.

A realização do estágio alia conhecimento acadêmico com a experiência vivencial do ambiente de trabalho, porque elucida e complementa na prática os temas abordados nas aulas pelo professor. Assim, o estudante pode reter melhor o conhecimento sobre a profissão, através da experiência galgada durante o programa de estágio.

No presente trabalho, far-se-á o estudo de viabilidade técnico-econômico para o sistema de abastecimento de água para a vila de Zandamela.

## 2 OBJECTIVOS

### 2.1 Objectivos Gerais

- Conceber um sistema de abastecimento de água para a vila de Zandamela, tendo em consideração que a vila recebeu recentemente algumas obras de emergência de abastecimento de água, que deverá ser considerado ou integrado na concepção que vier a ser considerada;
- Avaliar cada componente do sistema concebido.

### 2.2 Objectivos Específicos

- Avaliar a fonte de água para a captação do sistema;
- Dimensionar o sistema de adução;
- Dimensionar o reservatório para o armazenamento da água;
- Dimensionar a rede de distribuição;
- Fazer a análise de custos de implantação do sistema.

### 3 METODOLOGIA

Para a produção deste trabalho foi usada a seguinte metodologia:

- Consulta bibliográfica;
- Consultas feitas ao docente e ao pessoal da empresa;
- Consulta aos relatórios da CONSULTEC;
- Consultas à *internet*;
- Recolha de dados referentes a zona em estudo no Instituto Nacional de Estatística (INE);
- Uso das seguintes ferramentas informáticas:
  - Microsoft Word 2019 – para a digitação;
  - Microsoft Excel 2019 – para o cálculo e gráficos;
  - Quantum GIS Wien 2.8.2– para determinação das áreas de influência;
  - Google Earth PRO – para a localização geográfica e traçado da rede;
  - EPANET 2.0 – para simulação das redes;
  - AutoCAD 2018 – para a execução dos desenhos.

## 4 APRESENTAÇÃO DO PROJECTO

### 4.1 Perfil da Vila de Zandamela

#### 4.1.1 Generalidades

O Distrito de Zavala situa-se na região Sul da Província de Inhambane, limitado a norte pelos distritos de Panda e Inharrime, a leste e sul pelo Oceano Índico e a Oeste pelo distrito de Manjacaze da província de Gaza. O distrito está dividido em dois postos administrativos: Quissico e Zandamela.

O Posto Administrativo de Zandamela, onde se situa a vila sede, possui 2 localidades, nomeadamente, a Localidade de Zandamela e a Localidade de Maculuva. Por sua vez, a localidade de Zandamela é composta por 21 povoados e a localidade de Maculuva por 12 povoados.

A vila sede de Zandamela situa-se junto à EN1 a aproximadamente 297 Km a norte de Maputo, junto à separação das províncias de Gaza e Inhambane e compreendendo uma área de cerca de 7 Km<sup>2</sup>.



Figura 1: Mapa da província de Inhambane - Localização do posto administrativo de Zandamela (Distrito de Zavala)

Verificou-se que a vila tem energia eléctrica fornecida pela empresa Electricidade de Moçambique (EDM), apesar de haver apenas brigadas móveis desta instituição e não uma delegação instalada. O regime de fornecimento é de 24 horas por dia e passa uma rede de energia eléctrica de média tensão a 500m da estrada EN1.

#### 4.1.2 População e divisão administrativa

A vila de Zandamela é composta por 7 bairros, nomeadamente bairros A, B, C, D, E, F e G (ver tabela 1). De acordo com as autoridades locais, um levantamento da população feito em 2017 revelou esta ser de 2.144 habitantes, distribuídos pelos bairros conforme a tabela a seguir:

Tabela 1: População da vila 2017 (Autoridades locais)

Bairro	Habitantes
A	290
B	184
C	322
D	364
E	279
F	284
G	421
<b>Total</b>	<b>2144</b>

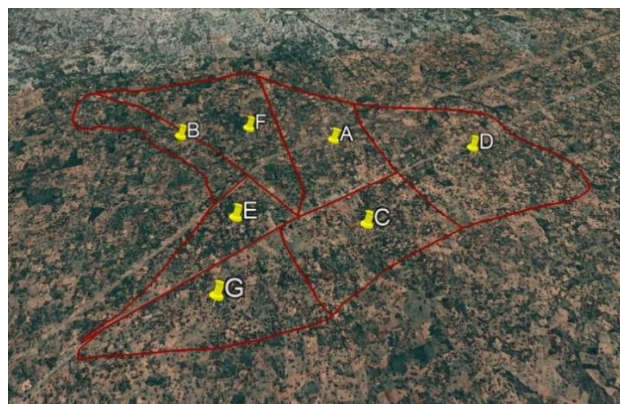


Figura 2: Distribuição dos bairros na vila de Zandamela

No entanto, este valor verificado no local difere bastante da população mencionada nos TdR (3.983 habitantes).

Tratando-se de uma vila relativamente pequena, o estagiário, contando as casas da vila com recurso ao Google Earth Pro e multiplicando pela razão entre o número de habitantes e agregados familiares do distrito (4.5 hab/casa), pôde assim estimar o número de habitantes na vila que foi de 3.532. As imagens fornecidas pelo Google Earth Pro da vila de Zandamela foram para ano de 2018, ou seja, o número da população

obtida pela contagem de casa e das autoridades locais para o ano de 2017 apresentam um desvio de 1.388 habitantes.

Opta-se pelo número da população dado nos TdR, sendo o mais desfavorável, abrangendo maior parte da população na vila.

Não foi possível determinar o índice de crescimento populacional para a vila por insuficiência de dados. Contudo, foi possível determinar a taxa de crescimento da população para o Distrito de Zavala através da comparação de dados demográficos do Censo de 2007 e de 2017 disponibilizados pelo INE.

Sendo assim, para o ano de 2007, o INE refere a existência de 142.765 habitantes no Distrito de Zavala, e 151.308 habitantes no ano de 2017. A taxa de crescimento anual calculada foi de 0.58%, e foi obtida através da equação do método geométrico. Este é o valor que será usado para as projecções da população da vila de Zandamela.

#### **4.1.3 Infraestruturas, Actividade Económica e Industrial**

O levantamento apurou os seguintes edifícios de que a vila se beneficia, para além do edifício do posto administrativo:

- Uma escola primária completa;
- Controlo policial;
- Centro de saúde;
- Pequeno mercado;
- Lojas e armazéns.

Segundo o Perfil do Distrito, apesar do distrito em geral não ter forte competência para a actividade agrícola, a agricultura é a base económica da população, praticada pelo sector familiar e em regime de sequeiro. A cerca de 4.0 km do centro da vila existe o lago Maramba, no qual são desenvolvidas actividades pesqueiras.

Os sectores secundário e terciário são, respectivamente, o comércio formal e informal, apesar de fracos. A visita ao campo apurou que não há nenhuma indústria instalada na vila sede.

Segundo o estudo de vontade e capacidade de pagar realizado na vila, 40,00% da população inquirida dedica-se à agricultura, 38,37% são funcionários públicos, 6,53% são pescadores, 2,04% fazem parte do setor privado formal, 1,63% fazem parte do setor privado informal.

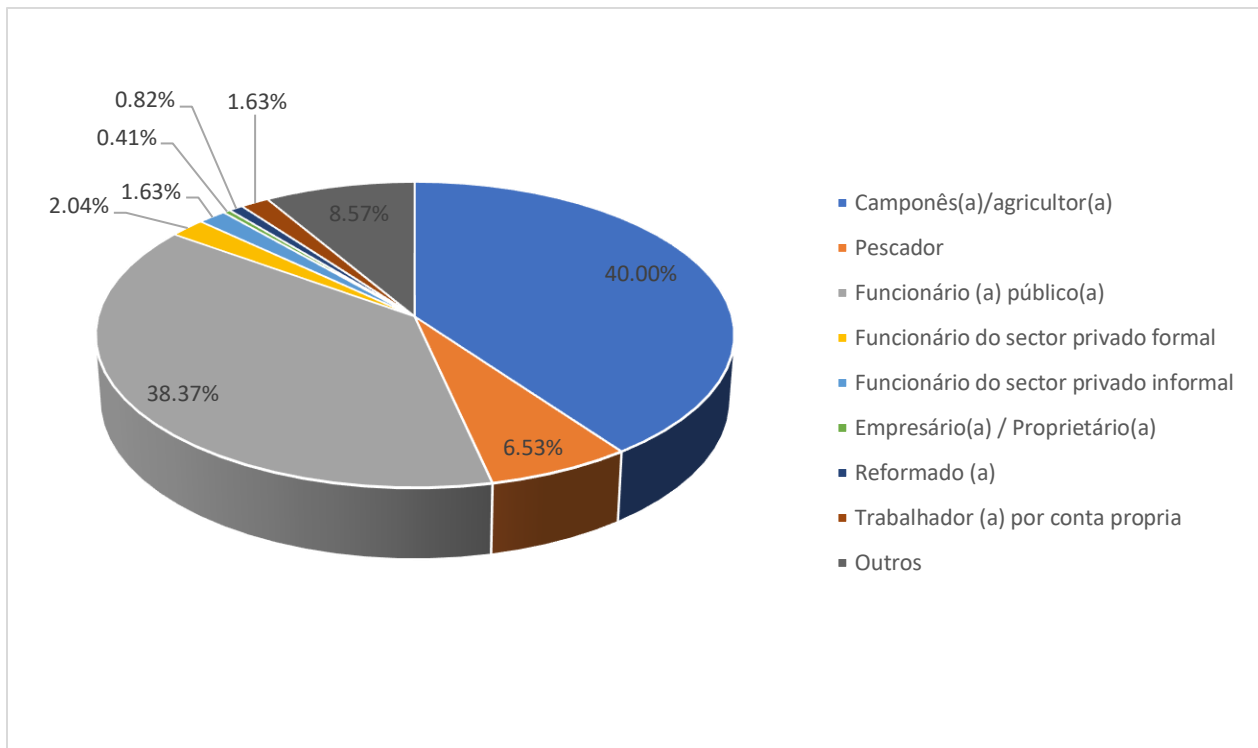


Gráfico 1: Atividades desenvolvidas na vila (Fonte: EVCP vila de Zandamela)

## 5 SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

### 5.1 Sistema público

A vila de Zandamela dispõe de um sistema público de abastecimento de água, construído no ano 2020. O sistema surge como resultado de um projecto que tinha carácter de emergência dada a carência de água na vila.

O projecto consistiu na reabilitação e expansão do antigo sistema, tendo sido construído um novo furo, equipado com uma bomba nova, localizado a cerca de 50 m do reservatório existente, reservatório esse que foi reabilitado, sendo usado para armazenamento e distribuição de água para a rede pública. Esse reservatório tem uma capacidade de 30 m<sup>3</sup> e uma altura de 6,75 metros. A vila conta igualmente com um furo equipado com uma bomba manual inoperacional e uma série de sistemas privados, em funcionamento. Destes operadores não foi possível obter nenhuma informação sobre a fonte e rede de distribuição.

O sistema público actual está ligado à 5 fontanários e duas infra-estruturas de raiz, sendo uma para banho e outra para lavagem de roupa.

Segundo o estudo base e o projecto executivo do projecto de reabilitação que foi realizado em 2020, o furo do qual a água é captada está revestido com tubagem PVC de 8" e tem uma profundidade de 120 m, sendo que a água é captada através de uma electrobomba com uma capacidade 9,3 m<sup>3</sup>/h, conseguindo explorar 186 m<sup>3</sup> de água por dia, considerando o período de bombagem de 20 h/dia, e armazenada no reservatório elevado de betão, a partir do qual a água é distribuída aos 5 fontanários. Os diâmetros da rede distribuição variam de 32 a 75 mm da rede principal e secundária, com um total de 5,5 km de comprimento.

A água bombada do furo chega ao reservatório reabilitado, através de uma conduta adutora em tubo PVC, de diâmetro 50 mm (PEAD PN10) e um comprimento aproximado a 50 m.

O projecto de emergência permitiu também a reabilitação de uma área por baixo do reservatório existente, onde se instalou o comando (quadro eléctrico + contador



Credelec) da electrobomba, alimentado por uma rede de baixa tensão, bem como o sistema de tratamento de água por adição de cloro (clorinador).

Ainda de acordo com esse projecto de emergência, o actual sistema abrange cerca de 910 habitantes, o que corresponde a cerca de 22.8% da população da vila.

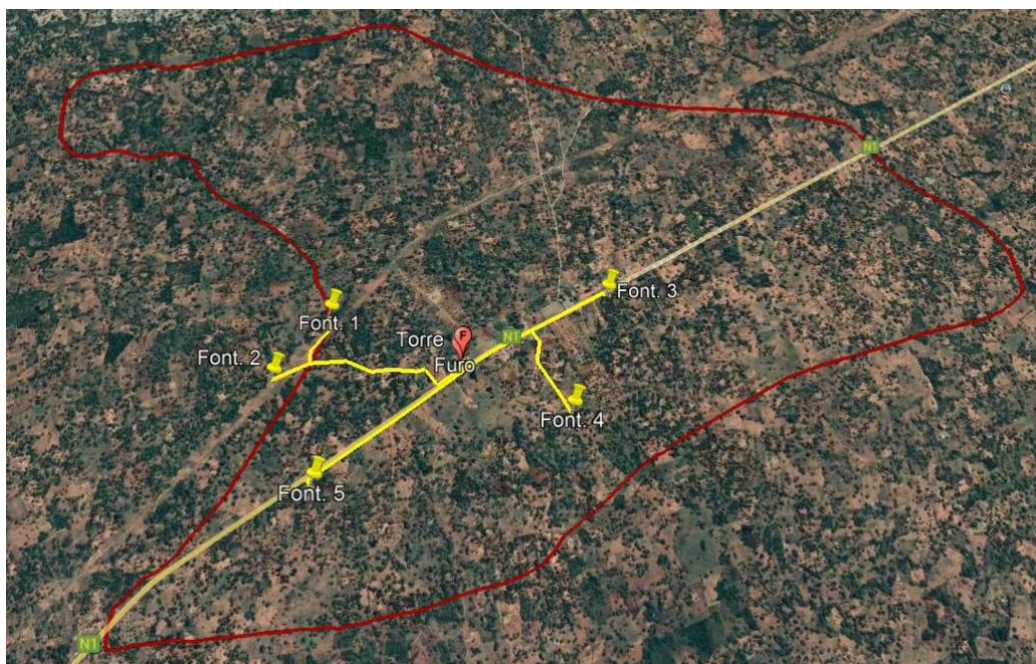


Figura 3: Rede pública existente

## 5.2 Sistema privado

A vila de Zandamela é também servida por 11 sistemas privados de abastecimento de água, mas apenas 5 estão a servir à população, porque 2 servem a casa dos respectivos donos, um está a ser construído e 3 não estão em funcionamento por diversas razões (indicadas na tabela 2). Dos 7 sistemas em funcionamento, 2 estão ligados à rede eléctrica local, 2 usam painéis solares e 3 usam geradores.

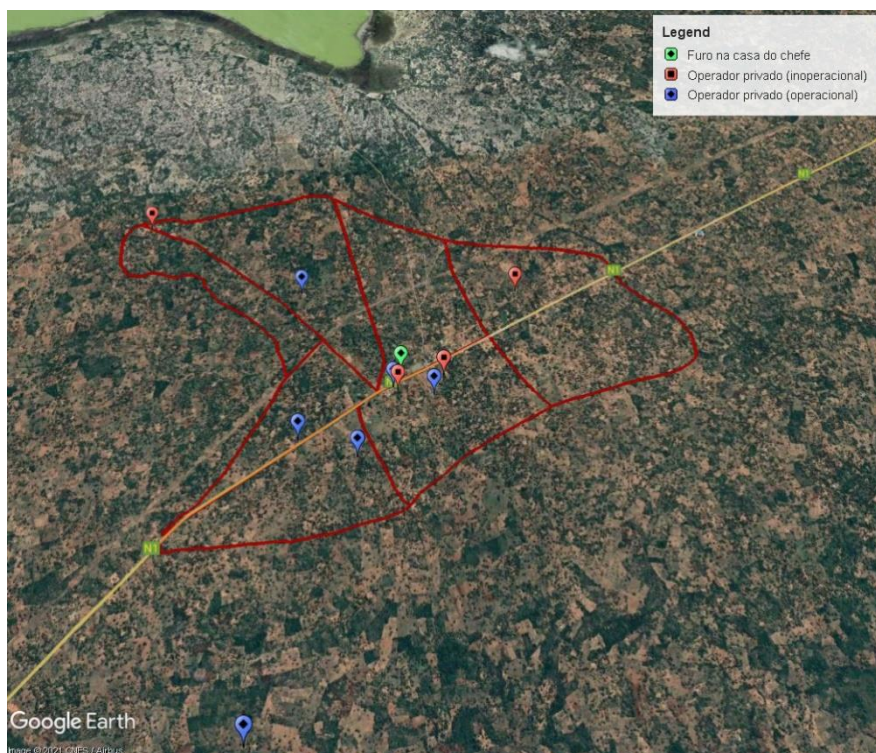


Figura 4: Localização dos sistemas privados de abastecimento de água

Estes sistemas fazem a captação de água subterrânea a profundidades entre 32 a 135 metros, e o armazenamento em depósitos de plástico entre 5 e 10 m<sup>3</sup> de capacidade e com 2 a 7 metros de altura. Apesar de nenhum destes furos ter um relatório, sabe-se que todos têm 4 polegadas de diâmetro e usam electrobombas de 2 a 3 m<sup>3</sup>/h. A população que é beneficiada por estes sistemas privados corresponde a cerca de 331 famílias, ou seja, cerca de 1.655 pessoas, apenas com recurso a fontanários (um fontanário por operador)

Não há um horário de captação e distribuição, mas os privados afirmam que a exploração dos aquíferos varia muito ao longo do ano. A população recorre a água da chuva na estação húmida, conservando-a em pequenos sistemas caseiros.

A água captada por estes sistemas privados é aparentemente de boa qualidade, não beneficiando de nenhum tratamento, e está em vigor uma tarifa de 100 MT/ m<sup>3</sup>.

A tabela abaixo resume os dados dos 11 furos privados, um para cada operador.

Item	Bairro	Nº de Famílias Servidas	Latitude	Longitude	Profundidade (m)	Ano de Construção	Observação	
1	A	1	24°47'17.9" S	34°18'46.6" E	60	Antes de 2002	Furo na casa do chefe do posto, explorado apenas pela sua família	
2	B	0	24°46'33.4" S	34°17'29.2" E	-	1999	Inoperacional porque os painéis solares foram roubados	
3	C	40	24°47'22.5" S	34°18'44.7" E	90	2013	-	
4	C	0	24°47'23.3" S	34°18'46.0" E	-	-	Casa abandonada	
5	C	-	24°47'24.4" S	34°18'55.9" E	89	-	Desconhecido o nº de pessoas servidas	
6	C	0	24°47'19.1" S	34°18'58.5" E	-	-	Casa abandonada	
7	D	0	24°46'54.1" S	34°19'19.2" E	135	2015	Sem água	
8	E	90	24°47'36.8" S	34°18'20.1" E	32	2011	-	
9	F	40	24°46'55.0" S	34°18'17.1" E	-	2014	-	
10	G	100	24°48'43.1" S	34°18'15.0" E	127	2013	-	
11	G	60	24°47'41.2" S	34°18'36.1" E	90	2017	Em fase de construção na data da visita. Falta implantar a elevação a um depósito	
Total		Cerca de 331						

Tabela 2: Posições e observações dos furos existentes na Vila

## 6 CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

### 6.1 Horizonte das Infraestruturas a usar

O que se propõe é que as componentes do sistema sejam projectadas nesta fase tendo em conta o seguinte horizonte temporal:

Captação – As infra-estruturas a considerar deverão ter a capacidade para o caudal médio previsto para o horizonte de 20 anos. Se considerar que a infra-estrutura pode ser construída de forma modular, pode-se colocar a hipótese, de se optar por construí-la com capacidade para um horizonte de 10 anos, podendo mais tarde ser a estrutura ampliada para servir a população no horizonte de 20 anos;

Aduoras – as adutoras serão projectadas para o caudal de ponta diário para um horizonte de 20 anos, mas verificado se, para o ano de início da exploração da rede, cumpre os requisitos definidos no regulamento em vigor.

Reservatórios de Armazenamento e Distribuição – estas componentes do sistema devem ser dimensionadas para um caudal de horizonte 20 anos (reservatório elevado, de distribuição e reservatório apoiado ou semi-enterrado), podendo, este último, ter dimensões que permitam construir módulos iguais em função das necessidades podendo ser numa primeira fase construído para um horizonte do projecto de 10 anos. No entanto, a capacidade de armazenamento da reserva, está dependente do caudal considerado para o grupo de bombagem entre o reservatório apoiado e elevado;

Rede de Distribuição – a rede de distribuição deverá ser dimensionada para caudais de ponta instantâneos. No entanto, esta será construída de forma modular, isto é, construindo-se a rede para um horizonte do projecto de 10 anos e, após esse período, será ampliada para os 10 anos seguintes, de forma evolutiva. Para os dois cenários da construção, a rede será dimensionada para o caudal de ponta instantâneo do ano horizonte de 20 anos, mas verificado se, para o ano de início da exploração da rede, cumpre os requisitos definidos no regulamento em vigor.

Equipamento de bombagem e de tratamento de água – Todo o equipamento de bombagem, deverá ser dimensionado para um horizonte de projecto de 10 anos, dado o

tempo de utilização que normalmente é considerado para o mesmo. Como o dimensionamento é feito para o funcionamento do equipamento num número de horas diário que permite paragem do mesmo para limpezas dos diferentes componentes do sistema, se este equipamento estiver em condições, no fim dos 10 anos de uso, poderá sempre aumentar-se o número de horas de funcionamento para garantir o caudal de projecto. Quanto ao caudal a considerar, pode-se utilizar as mesmas considerações que foram feitas para a adutora referente aos cenários do caudal de dimensionamento. Considera-se que o tempo de funcionamento do equipamento por dia deverá ser de, no máximo, 22 horas.

## **6.2 Critérios Técnicos**

### **6.2.1 Regulamentos a utilizar**

Será utilizado para o desenvolvimento do projecto executivo, como base para os cálculos e desenho o “*Regulamento dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais de Moçambique*” (RSPDADAR) e ainda a experiência do consultor em projectos similares.

O objecto do presente Regulamento é definir as condições técnicas que os sistemas públicos de água devem cumprir, de forma a garantir o bom serviço que é prestado, fazendo com que a saúde pública e a segurança tanto dos usuários como das instalações sejam asseguradas. Este Regulamento inclui vários componentes, tal como a fonte, a adução, o tratamento, reservatórios, estações elevatórias e redes de distribuição. O regulamento aplica-se a água potável, sendo distribuída a todos os utilizadores.

Na concepção das intervenções de construção serão ainda tomadas em consideração questões como o custo, disponibilidade dos materiais a aplicar nos trabalhos e facilidades de transporte dos mesmos para o local de implantação.

Outros Regulamentos serão utilizados para o dimensionamento dos elementos do sistema tais como:

- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP);
- Regulamento de Solicitações e Acções em edifícios e Pontes (RSA);
- Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios (REAE);
- Regulamentos da Direcção Nacional de Energia;
- Regulamentos ligados aos aspectos ambientais.

### **6.2.2 Critérios de Água Potável**

A qualidade de água para consumo, quer física, quer química e mesmo em relação a parâmetros

microbiológicos de qualidade, são definidos por valores máximos aceitáveis previstos no Regulamento de sobre a Qualidade da Água para Consumo Humano, aprovado por Diploma Ministerial n.º 180/2004, de 15 de setembro.

As fontes de água previstas para abastecer a vila de Zandamela, deverão respeitar o estipulado no Regulamento em causa. Ao ser utilizada água subterrânea e superficial, deverá existir o conhecimento pleno da qualidade das águas a aduzir de modo a perceber se a sua junção não poderão trazer a degeneração da qualidade de água que chegará ao consumidor.

### **6.2.3 Factores de pico a considerar**

O Regulamento de Sistemas Públicos de Água e Saneamento, especifica a exigência de serviço durante o pico de demanda, por aplicação do factor de pico de hora em hora.

O factor de pico diário é aplicado tendo em conta o caudal médio diário ao longo do ano para determinar a demanda no dia de maior consumo durante esse período. Para este estudo, o factor de pico diário adoptado é de 1,5, aplicado ao caudal médio diário. Este factor foi empregue no dimensionamento das bombas e adutoras na captação.

O factor de pico horário é usado para estabelecer a capacidade de transporte do sistema de água para satisfazer o período de maior demanda no decorrer do dia. Este parâmetro

é aplicado no cálculo da capacidade dos sistemas de bombagem nos centros de distribuição, assim como no volume dos reservatórios. Quando os elementos de pico não podem ser obtidos a partir de registos históricos de consumo, é utilizada a seguinte expressão:

$$f = 2 + \frac{70}{\sqrt{P}}$$

Onde: P corresponde à população que deverá ser servida.

Para o presente projecto, o factor de pico horário variou consoante os cenários, entre 3,10 a 4,70. Esta variação deve-se ao facto de o sistema proposto estar dividido em dois subsistemas, e cada um dos subsistemas abastece um certo número de habitantes.

#### **6.2.4 Cálculo hidráulico, redes de distribuição e adutora**

Em geral, o critério é o de minimizar o custo do sistema com o nível de serviço garantido através de uma selecção racional de diâmetros que atendam as seguintes condições:

- a) Velocidade máxima de vazão de pico:  $V = 0,127 \times D^{0.4}$
- b) Velocidade mínima = 0,50 m/s para adutoras e 0,30 m/s na rede de distribuição
- c) A pressão máxima = 600 kPa
- d) Flutuação da pressão máxima = 300 kPa
- e) Pressão mínima:
  - I. nos fontanários/quiosques: 60 kPa;
  - II. torneira no quintal: 30 kPa;
  - III. ligações ao domicílio: 150 kPa

No presente projecto, qualquer ponto da rede terá uma pressão mínima de 30 kPa.

## 7 SISTEMA PROPOSTO

### 7.1 População a servir

Uma vez que o presente estudo é referente ao estudo de viabilidade, prevê-se 2.5 anos para a elaboração do projecto executivo e execução das obras, razão pela qual levou o estagiário a considerar 2023 como sendo o ano de início de exploração da rede (ano 0).

O sistema está a ser projectado para um horizonte de projecto de 20 anos, assim sendo, para o ano 2043. A previsão da população a servir foi feito para esse horizonte.

Foi incluído ainda a estimativa da população para um ano intermédio, 2033, como forma de avaliar alguns componentes do sistema para consumos tendo em conta este horizonte. Portanto serão feitas diversas análises para os horizontes de projecto de 10 anos, em 2033, e 20 anos, em 2043.

Como antes mencionado, a taxa de crescimento usada para as projecções da população, foi tomada com base nos dados do Instituto Nacional de Estatísticas para o Distrito do Zavala onde pertence a vila de Zandamela, foi de 0,58%.

Para o cálculo da projecção da população da Vila da Zandamela, utilizou-se o método geométrico que apresenta a seguinte fórmula:

$$P_2 = P_1(1 + k)^{t_2 - t_1}$$

onde:

- P2 – População final
- P1 – População inicial
- k – Taxa de crescimento
- t2 – ano da população final
- t1 – ano da população inicial

Com base nisso, obteve-se os seguintes valores:



Projeção da População no horizonte de Projecto			
Ano	2023	2033	2043
População	4125	4372	4633

Tabela 3: Projeção da população da Vila de Zandamela para o horizonte do projecto

## 7.2 Níveis de Serviços Propostos

Segundo o relatório do EVCP na vila de Zandamela, foi constado para uma amostra de 444 casas:

- 33 % ou 145 casas não tem capacidade de pagar para nenhum dos serviços propostos devido a baixa renda. Apesar disso, EVCP sugeriu que esta percentagem fosse contabilizada como sendo abastecida por fontanários públicos.
- 27% ou 118 casas tem capacidade de aderir aos fontanários públicos.
- 40% ou 179 tem capacidade de aderir a ligação de torneira no quintal.
- 0% ou 2 tem capacidade de aderir a ligação domiciliar.

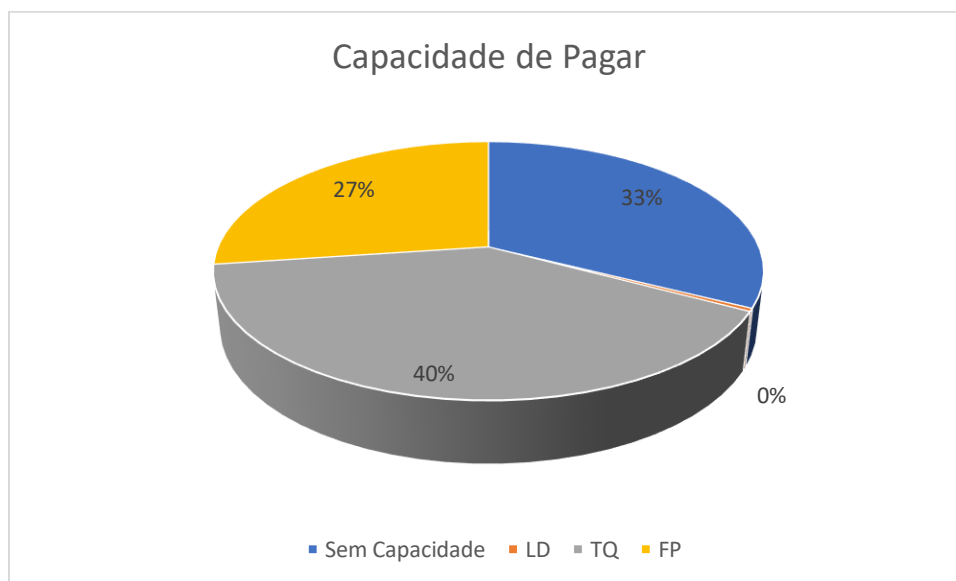


Gráfico 2: Distribuição da capacidade de pagar com base nos serviços propostos

Tendo em conta a experiência do supervisor, os níveis de serviço considerados para o futuro serviço de abastecimento de água à população da vila, são os seguintes:

Ano	Fontanário (%)	Quintal (%)	Domiciliar (%)
2023	60	39	1
2033	45	50	5
2043	25	60	15

Tabela 4: Distribuição de serviços da rede ao longo do horizonte do projecto

Com o passar dos anos as pessoas tendem a buscar melhores serviços, razão pela qual nota-se uma diminuição gradual na percentagem das ligações dos fontanários e um aumento nas ligações porta-quintal e domiciliar.

As capitações empregues para o cálculo de consumos na rede de distribuição foram as mesmas que são sugeridas no Regulamento de Sistemas Públicos de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (RSPDADAR). Sendo assim, temos:

- ✓ Fontanários – 30 litros/habitante/dia;
- ✓ Torneiras de quintal – 50 litros/habitante/dia;
- ✓ Domiciliar – 125 litros/habitante/dia.

### 7.3 Necessidade de água para o horizonte do projecto

Tendo em conta o número de habitantes e o serviço que se propõe que o sistema vá prestar ao longo dos anos, o caudal doméstico diário necessário é calculado e apresentado na tabela abaixo:

Ano	Fontanário		Quintal		Domiciliar		Consumo doméstico (m <sup>3</sup> /dia)
	Cobertura (%)	Beneficiários	Cobertura (%)	Beneficiários	Cobertura (%)	Beneficiários	
2023	60	2 475	39	1 609	1	42	159.74
2033	45	1 968	50	2 186	5	219	194.62
2043	25	1 159	60	2 780	15	695	257.17

Tabela 5: Consumos domésticos estimados nos anos horizonte do projecto

O caudal público-comercial será tomado como sendo 10% do caudal doméstico para os anos 2023 e 2033, mas para o ano de 2043 toma-se o valor de 15%, pois com a disponibilidade de água na vila prevê-se um melhoramento no sector da agricultura, e com a estrada N1 atravessando a vila de Zandamela, espera-se que a vila possa impulsionar o seu sector agrário.

O caudal industrial não será considerado para o ano de 2023, uma vez que a visita ao campo apurou que não há nenhuma indústria instalada na vila sede. Mas será considerada para os anos horizontes de 2033 e 2043, assumindo 3% e 5%, respectivamente, do caudal doméstico. Dessa forma, o se não descarta a possibilidade de instalação de indústrias nos próximos anos.

O caudal útil é a soma dos caudais doméstico, publico-comercial e industrial. E o caudal medio é a soma do caudal útil com as perdas.

Para o caso das perdas, para diferentes anos de horizonte do projecto, foram adoptadas diferentes percentagens do valor do caudal útil do seu respectivo ano de projecto. Para o ano 2023 foram adoptadas 10%, e para os anos de 2033 e 2043, foram adoptados 15% e 20%, respectivamente. Esse aumento gradual nas percentagens do caudal de perdas deve-se o facto de as condutas desgastarem-se com o passar dos anos, e por haver aumento de ligações na rede que podem não ter sido efetuadas devidamente, e a existência de ligações não contabilizadas (ligações clandestinas):

A tabela abaixo, indica os consumos obtidos no horizonte do projecto.

Ano	Q. doméstico (m <sup>3</sup> /dia)	Q. p/c (m <sup>3</sup> /dia)	Q industrial (m <sup>3</sup> /dia)	Q. útil (m <sup>3</sup> /dia)	Perdas (m <sup>3</sup> /dia)	Q. médio (m <sup>3</sup> /dia)
2023	159.95	16.00	0.00	175.95	17.59	193.54
2033	195.69	19.57	5.87	221.12	33.17	254.29
2043	260.57	39.08	13.03	312.68	62.54	375.21

Tabela 6: Cálculo dos consumos médios nos anos horizonte do projecto

Em termos de ligações previstas para cada um dos níveis de serviço ao longo do horizonte, considera-se que para ligações de torneira no quintal e domiciliárias, cada ligação serve uma família que, de acordo com os dados preliminares divulgados pelo

INE, a razão entre número de habitantes da vila em 2017 (151,308) e o número de agregados (33675) é de 4.5 pessoas/agregado.

Mais recentemente, em vez de fontanários, tem sido implementado o uso de quiosques, que são pequenas infraestruturas que permitem ser usadas por pequenos comerciantes informais que vendem consumíveis do dia a dia utilizados pela população (para além de produtos alimentares, também produtos de higiene, recargas, etc) vendendo também água que pode ser adquirida pelos consumidores a partir de 3 torneiras que são instaladas nessa mesma infraestrutura. Este modelo tem estado a ser introduzido pelo UNICEF em diversos projectos em várias partes do continente africano. Em Inhambane, projectos em Jangamo, Morrumbene por exemplo foram já implementados este tipo de infraestruturas no projectos de reabilitação e que estão em funcionamento.

Figura 5: Foto de quiosque de água.

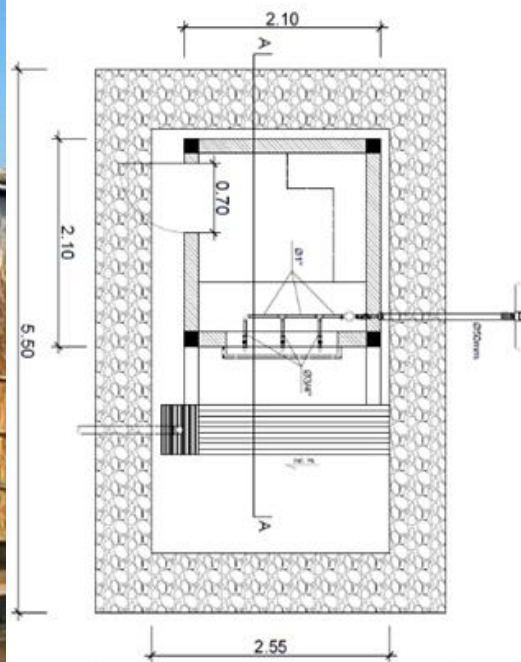


Figura 6: Corte em planta de um quiosque de água.

Normalmente, se forem considerados fontanários, é usado o número de 350 pessoas/fontanário, podendo este número subir para o máximo de 400 pessoas/quiosque, dado o maior nº de torneiras. Para efeitos de cálculo vamos considerar os quiosques e na fase do projecto executivo se necessário, se pode fazer a alteração.

Nos anos horizonte do projecto, para se servir a população prevista com os serviços do sistema tal como mencionado na tabela 3, teríamos de ter as seguintes ligações:

Ano	Ligações		
	Fontanários/ Quiosque	Torneira no quintal	Domiciliar
<b>2023</b>	8	359	10
<b>2033</b>	8	487	49
<b>2043</b>	8	619	155

Tabela 7: Cálculo do número de ligações para servir a população nos anos horizonte em função do tipo de serviço.

Por vezes, em projectos de abastecimento de água que serão entregues depois a Operador Privados, pode-se considerar que durante a fase das obras, não são efectuadas as 100% das ligações para o ano “0”, dado que após a entrega do sistema ao Operador, ele estará em condições de fazer nos meses seguintes, uma série de ligações em função dos pedidos que vão sendo efetuados. Nestes casos, os fontanários deverão ser todos eles construídos no ano “0”. No entanto, considerando o reduzido número de ligações, todas elas serão efectuadas tendo em conta as necessárias para o ano de construção do sistema, ou seja, para o ano 2023.

#### 7.4 Descrição do sistema proposto

Após análise das infra-estruturas existentes e demandas para o horizonte de 2043, far-se-á no presente relatório uma abordagem da concepção do sistema futuro tendo em conta a fonte de água ser subterrânea.

Apesar da vila beneficiar-se de um sistema público de abastecimento, o estagiário decidiu não aproveitar a rede de distribuição existente para a sua ampliação, uma vez que os diâmetros dessa rede (de emergência) são demasiados pequenos, de forma que impossibilita a sua ampliação. Quando realizada a simulação da rede ampliada no software EPANET, todos os pontos das zonas da rede ampliada apresentam pressões negativas.

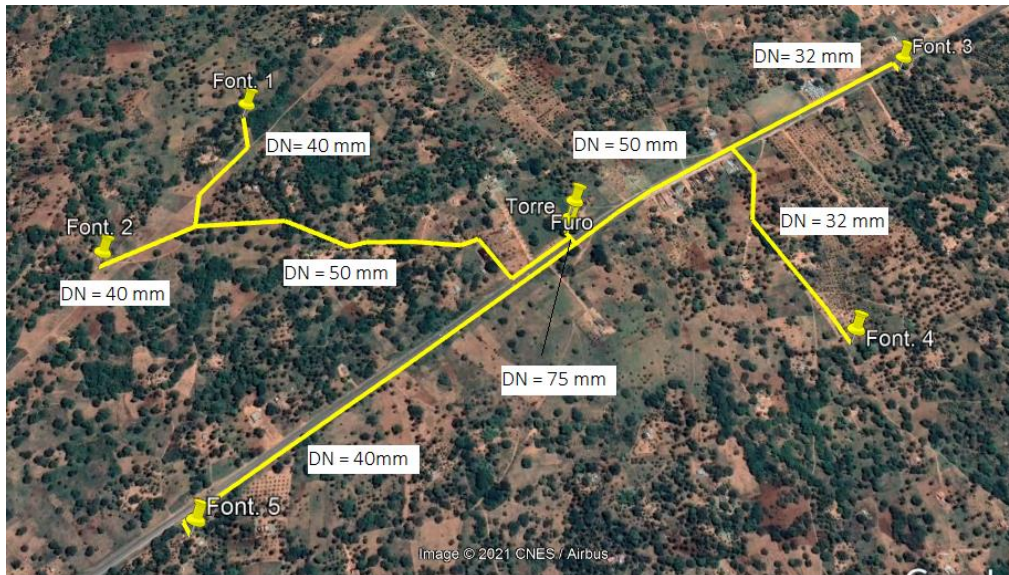


Figura 7: Diâmetros da rede atual de abastecimento de água.

Por esse motivo, aqui serão apresentados dois cenários, com redes de distribuição completamente novas, apenas aproveitando-se o reservatório existente de 30 m<sup>3</sup> para o armazenamento da água num dos cenários, bem como o furo existente nos dois cenários, uma vez que a informação que se tem sobre o caudal de exploração do mesmo, permite essa utilização. Os dois cenários foram concebidos de forma a abranger toda a vila, respondendo as demandas para os horizontes de 2033 e 2043, no entanto, dando maior foco nas zonas em que o sistema actual de abastecimento não pôde abranger.

### 7.4.1 Cenário 1

Neste cenário, propõe-se a construção de um novo reservatório elevado (R2), com uma capacidade de 90 m<sup>3</sup> e uma altura de 14 m, localizado no ponto mais alto da vila, a sul de Zandamela, logo a entrada da mesma. Esse reservatório deverá ser capaz de abastecer toda a vila, por gravidade, com boas pressões em todos os seus pontos. O reservatório actual (R1), no centro da vila, deverá continuar a abastecer apenas a rede actual (de emergência).

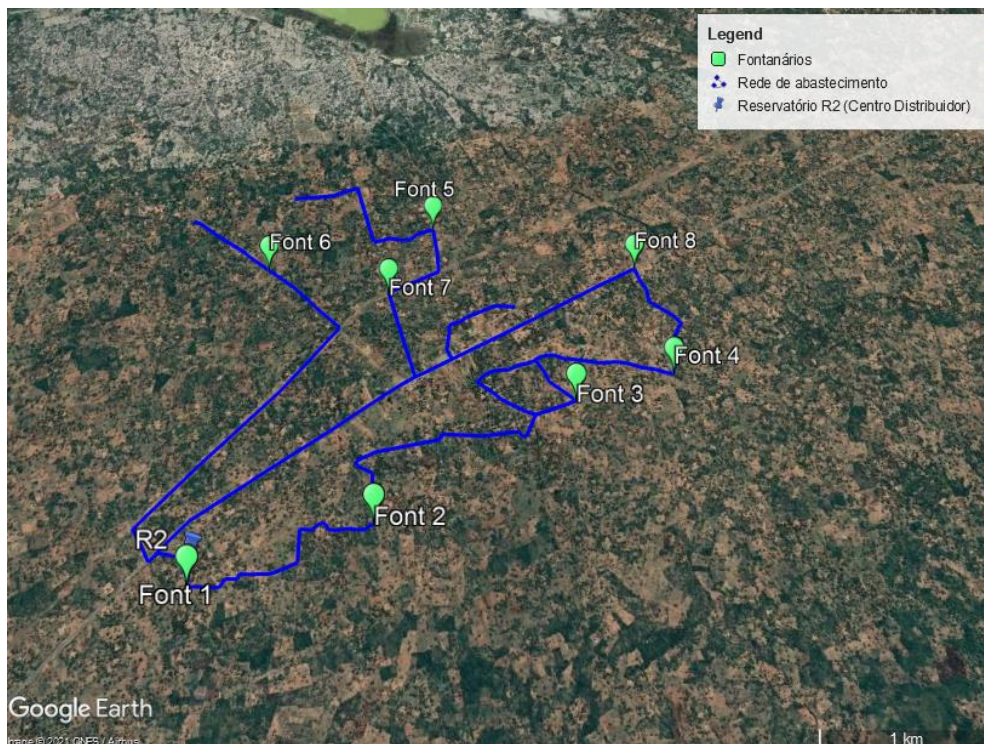


Figura 8: Sistema proposto no cenário 1 (2043)

Tanto o reservatório 1, de 30 m<sup>3</sup>, como o reservatório 2, de 90 m<sup>3</sup> por construir, serão alimentados pelo furo existente no sistema público.

Neste cenário, a rede de emergência e o seu reservatório de 30 m<sup>3</sup> serão denominados de subsistema 1, e o reservatório 2, R2, e a sua respectiva rede, de subsistema 2. Esta rede do subsistema 2 será toda ela nova.

### 7.4.2 Cenário 2

No cenário 2, propõe-se a construção de um novo reservatório elevado, com uma capacidade de 60 m<sup>3</sup>, localizado no mesmo ponto que no cenário 1, que corresponde ao ponto mais alto da vila, e a utilização do reservatório reabilitado de 30 m<sup>3</sup>, localizado no centro da vila. Quanto à rede de distribuição, a proposta nesse cenário é de construir duas redes independentes, uma abastecida pelo reservatório reabilitado no centro da vila (R1, de 30 m<sup>3</sup>) e, outra abastecida pelo novo reservatório R2.

O reservatório R1, para além de abastecer a rede de emergência existente, irá servir uma nova rede (ver figura 9, representada a azul) denominado de subsistema 1. Este subsistema deverá abastecer certa parte da vila (bairros A, B e F), pois essas zonas apresentam cotas relativamente mais baixas que a cota do terreno onde se localiza o reservatório, podendo assim abastecer essas zonas por gravidade, com razoáveis pressões de consumo.

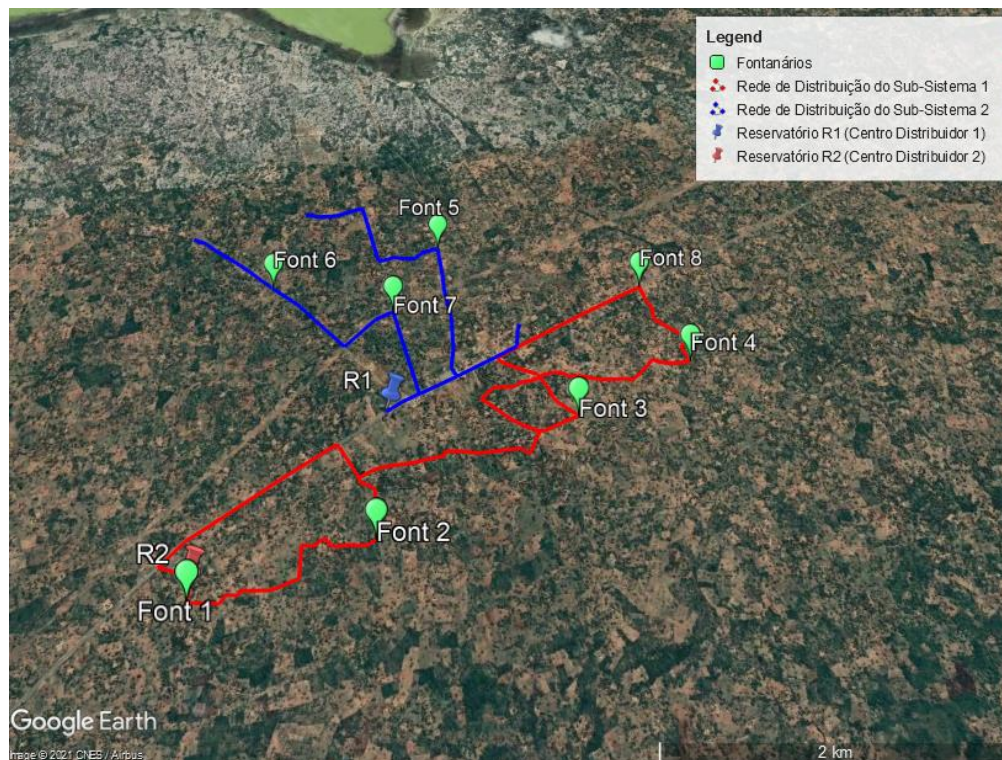


Figura 9: Sistema proposto no cenário 2 (2043)



O reservatório R2, por construir, deverá abastecer toda a parte restante da vila não abrangidas pelo subsistema 1. Esta será denominado por subsistema 2.

Apesar dos dois subsistemas serem completamente independentes, deverá existir um ponto de ligação entre as duas redes, dotado de uma válvula de corte, que em condições normais permanecerá fechado, apenas aberta em caso de necessidade de reparação de parte de uma das redes dos referidos subsistemas ou manutenção e limpeza de um dos reservatórios o que possibilitará o abastecimento de água nas zonas privadas, mesmo que com distribuição por períodos e em zonas alternadas.

### **7.5 Captação**

Como já foi referido, o sistema proposto foi concebido considerando que a fonte é feita por captação de água subterrânea.

A água será captada do furo existente do sistema público. A abertura deste furo foi na altura da realização do projecto de emergência. Naquela altura, foi realizado um ensaio de caudal que concluiu ser caudal de exploração de 13,6 m<sup>3</sup>/h. Foi realizado também na altura um ensaio físico-químico para verificar a qualidade da água do furo. O ensaio demonstrou que a água analisada apresenta requisitos de potabilidade de acordo com o Regulamento sobre a Qualidade da Água para Consumo Humano, aprovado por Diploma Ministerial n.º 180/2004, de 15 de Setembro.

Apesar da boa qualidade da água do furo, no projecto de emergência, foi instalado um sistema de desinfecção através da injeção de Hipoclorito de Cálcio, composto por uma bomba injectora de Hipoclorito de Cálcio, um tanque de mistura e um misturador. O doseador de cloro foi instalado no centro de distribuição 1, o existente, junto ao reservatório de 30 m<sup>3</sup>. Portanto propõe-se que se altere a posição do doseador, deixando este de estar junto do reservatório 1, de 30 m<sup>3</sup>, para ficar num local próximo do furo existente, onde deverá ser construído uma casota de forma que seja instalado o doseador de cloro. Tal se deve ao facto de a água do furo passar a servir os dois

reservatórios, passando a água a ser tratada próximo da fonte, garantindo que a água que chega aos dois reservatórios esteja tratada.

A captação superficial não foi considerada como hipótese, pois o local mais próximo de captação seria no Lago Maramba que se encontra a 4.0 km do centro da vila e, não se conhecendo os seus dados do escoamento e a qualidade da água.

### 7.5.1 Verificação do caudal do furo existente

O projetista fez a verificação do caudal do furo existente no sistema público, para cada um dos cenários e nos diferentes anos horizontes de projecto, de modo a saber se será necessário a abertura de novos furos como forma de responder as demandas de água da população a ser abastecida.

Como já foi referido, independentemente do cenário, o furo existente deverá fornecer água aos dois subsistemas. Parte-se então para a análise em cada um dos cenários.

#### 7.5.1.1 Cenário 1

As tabelas a seguir mostram, para os anos 2023, 2033 e 2043, quantas horas a bomba no furo existente deve funcionar de forma que consiga responder a demanda média diária da população a abastecer.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2		Caudal total aduzido (m <sup>3</sup> /h)
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	
12	43.23	3.60	150.61	12.55	16.15
13		3.33		11.59	14.91
14		3.09		10.76	13.85
15		2.88		10.04	12.92
16		2.70		9.41	12.12
17		2.54		8.86	11.40
18		2.40		8.37	10.77
19		2.28		7.93	10.20
20		2.16		7.53	9.69

Tabela 8: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 1, em 2023.

A partir da tabela 8, nota-se que no início da exploração do projecto, em 2023, a bomba não deverá funcionar menos de 15 horas, de modo a não exceder o caudal de exploração de 13,6 m<sup>3</sup>/h.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2		Caudal total aduzido (m <sup>3</sup> /h)
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	
12	56.61	4.72	197.72	16.48	21.19
13		4.35		15.21	19.56
14		4.04		14.12	18.17
15		3.77		13.18	16.96
16		3.54		12.36	15.90
17		3.33		11.63	14.96
18		3.15		10.98	14.13
19		2.98		10.41	13.39
20		2.83		9.89	12.72

Tabela 9: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 1, em 2033.

Como pode-se notar a partir da tabela 9, de modo que o furo consiga responder as demandas dos dois subsistemas simultaneamente, e não exceda o caudal de exploração de 13,6 m<sup>3</sup>/h, a bomba deste furo não deverá funcionar menos de 19 horas por dia no ano 2033.

E nota-se a partir da tabela 10 que no ano 2043, mesmo que a bomba funcione 24 horas por dia, o caudal total aduzido para os dois subsistemas, como forma de responder as suas demandas, nunca é inferior ao caudal de exploração.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2		Caudal total aduzido (m <sup>3</sup> /h)
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	
12	83.54	6.96	291.90	24.32	31.29
13		6.43		22.45	28.88
14		5.97		20.85	26.82
15		5.57		19.46	25.03
16		5.22		18.24	23.46
17		4.91		17.17	22.08
18		4.64		16.22	20.86
19		4.40		15.36	19.76
20		4.18		14.59	18.77
21		3.98		13.90	17.88
22		3.80		13.27	17.07
23		3.63		12.69	16.32
24		3.48		12.16	15.64

Tabela 10: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 1, em 2043.

A partir das tabelas 8, 9 e 10, conclui-se que com o passar dos anos, as horas de funcionamento da bomba tendem a aumentar devido ao aumento da demanda de água, chegando a um ponto em que apenas o caudal proveniente do furo existente, com um caudal máximo possível a explorar de 13.6 m<sup>3</sup>/h, deixa de ser suficiente para responder à essas demandas.

Portanto, considera-se que findo os primeiros 10 anos de exploração do projecto, em 2033, deverá se fazer a abertura de um novo furo, de forma que seja possível fornecer água à população nos segundos 10 anos de exploração do projecto.

Assumindo que o novo furo tenha o mesmo o caudal de exploração que o furo existente, de 13.6 m<sup>3</sup>/h, e que cada furo esteja a alimentar a apenas um subsistema, isto é, o furo existente alimentará apenas o reservatório R1, e o novo furo alimentará o reservatório R2.

As tabelas a seguir mostram, para os anos 2033 e 2043, que corresponde ao intervalo da segunda metade do projecto, quantas horas as bombas de cada furo devem funcionar de forma que consigam responder a demanda média diária da população a abastecer.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2	
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)
4	56,61	14.15	197,72	49.43
5		11.32		39.54
6		9.44		32.95
7		8.09		28.25
8		7.08		24.71
9		6.29		21.97
10		5.66		19.77
11		5.15		17.97
12		4.72		16.48
13		4.35		15.21
14		4.04		14.12
15		3.77		13.18
16		3.54		12,36

Tabela 11: Verificação do caudal de exploração dos furos, no cenário 1, em 2033.

A partir da tabela 11, nota-se que, em 2033, de modo que se respeite o caudal de exploração de cada furo, de 13,6 m<sup>3</sup>/h, é necessário que a bomba do furo existente no subsistema 1 não funcione menos de 5 horas por dia, e a bomba do novo furo para o subsistema 2 não funcione menos de 15 horas por dia.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2	
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)
6	83,54	13.92	291,90	48.65
8		10.44		36.49
10		8.35		29.19
12		6.96		24.32
14		5.97		20.85
16		5.22		18.24
18		4.64		16.22
20		4.18		14.59
22		3.80		13.27
24		3.48		12.16

Tabela 12: Verificação do caudal de exploração dos furos, no cenário 1, em 2043.

A partir da tabela 12, nota-se que, em 2043, de modo que se respeite o caudal de exploração de cada furo, de 13,6 m<sup>3</sup>/h, é necessário que a bomba do furo existente no subsistema 1 não funcione menos de 6 horas por dia, e a bomba do novo furo para o subsistema 2 não funcione menos de 22 horas por dia.

Portanto, para o cenário 1, o estagiário propõe a abertura de um novo furo finda a primeira década de exploração do sistema, e que cada furo alimente apenas um reservatório. Ou seja, o furo existente deverá continuar a alimentar o reservatório R1, e o novo furo a alimentar o reservatório R2.

### 7.5.1.2 Cenário 2

As tabelas a seguir mostram, para os anos 2023, 2033 e 2043, quantas horas a bomba do furo existente deve funcionar de forma que consiga responder a demanda média diária da população a abastecer.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2		Caudal total aduzido (m <sup>3</sup> /h)
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	
12	104.45	8.70	89.37	7.45	16.15
13		8.03		6.87	14.91
14		7.46		6.38	13.84
15		6.96		5.96	12.92
16		6.53		5.59	12.11
17		6.14		5.26	11.40
18		5.80		4.97	10.77
19		5.50		4.70	10.20
20		5.22		4.47	9.69

Tabela 13: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 2, em 2023.

A partir da tabela 13, nota-se então que no início da exploração, em 2023, a bomba não deverá funcionar menos de 15 horas, de modo a não exceder o caudal de exploração de 13,6 m<sup>3</sup>/h.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2		Caudal total aduzido (m <sup>3</sup> /h)
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	
12	137.07	11.42	117.26	9.77	21.19
13		10.54		9.02	19.56
14		9.79		8.38	18.17
15		9.14		7.82	16.96
16		8.57		7.33	15.90
17		8.06		6.90	14.96
18		7.62		6.51	14.13
19		7.21		6.17	13.39
20		6.85		5.86	12.72

Tabela 14: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 2, em 2033

Como pode-se notar a partir da tabela 14, de forma que o furo consiga responder as demandas dos dois subsistemas simultaneamente, e não excedendo o caudal de exploração de 13,6 m<sup>3</sup>/h, a bomba deste furo não deve funcionar menos de 19 horas por dia no ano 2033.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2		Caudal total aduzido (m <sup>3</sup> /h)
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	
12	202.31	16.86	173.08	14.42	31.28
13		15.56		13.31	28.88
14		14.45		12.36	26.81
15		13.49		11.54	25.03
16		12.64		10.82	23.46
17		11.90		10.18	22.08
18		11.24		9.62	20.86
19		10.65		9.11	19.76
20		10.12		8.65	18.77
21		9.63		8.24	17.88
22		9.20		7.87	17.06
23		8.80		7.53	16.32
24		8.43		7.21	15.64

Tabela 15: Verificação do caudal do furo existente, no cenário 2, em 2043.

Nota-se a partir da tabela 15 que mesmo que a bomba funcione 24 horas por dia no ano 2043, o caudal total aduzido para os dois subsistemas, como forma de responder as suas demandas, nunca é inferior ao caudal de exploração.

A partir das tabelas 13, 14 e 15, nota-se que com o passar dos anos, as horas de funcionamento da bomba tende a aumentar devido ao aumento da demanda de água, chegando a um ponto em que apenas o caudal proveniente do furo existente, com caudal máximo possível a explorar de 13.6 m<sup>3</sup>/h, deixa de ser suficiente para responder a essas demandas.

Portanto, conclui-se que, também neste cenário, findo os primeiros 10 anos de exploração do projecto, em 2033, deverá se fazer a abertura de um novo furo, de forma que seja possível fornecer água à população nos segundos 10 anos de exploração do projecto.

Assume-se que o novo furo tenha o mesmo o caudal de exploração que o furo existente, de 13.6 m<sup>3</sup>/h, e que cada furo esteja a alimentar a apenas um subsistema. As tabelas a seguir mostram, para os anos 2033 e 2043, que corresponde ao intervalo da segunda metade da exploração do projecto, quantas horas as bombas de cada furo devem funcionar de forma a responder a demanda média diária da população a abastecer.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2	
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)
8	137,07	17.13	117,26	14.66
9		15.23		13.03
10		13.71		11.73
11		12.46		10.66
12		11.42		9.77
13		10.54		9.02
14		9.79		8.38
15		9.14		7.82
16		8.57		7.33
17		8.06		6.90
18	7.62	6.51		
19	7.21	6.17		
20	6.85	5,86		

Tabela 16: Verificação do caudal de exploração dos furos, no cenário 2, em 2033.

A partir da tabela 16, nota-se que, em 2033, de modo que se respeite o caudal de exploração de cada furo, é necessário que a bomba do furo existente no subsistema 1



não funcione menos de 10 horas por dia, e a bomba do novo furo para o subsistema 2 não funcione menos de 9 horas por dia.

Horas de Bombagem	Subsistema 1		Subsistema 2	
	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)	Demanda média diária (m <sup>3</sup> /dia)	Caudal aduzido (m <sup>3</sup> /h)
12	202,31	16.86	173,08	14,42
13		15.56		13,31
14		14.45		12,36
15		13.49		11,54
16		12.64		10,82
17		11.90		10,18
18		11.24		9,62
19		10.65		9,11
20		10.12		8,65
21		9.63		8,24
22		9.20		7,87
23		8.80		7,53
24		8.43		7,21

Tabela 17: Verificação do caudal de exploração dos furos, no cenário 2, em 2043.

E a partir da tabela 17, pode-se observar que a bomba do furo existente no subsistema 1 não deve funcionar menos de 15 horas por dia, e a bomba do novo furo para o subsistema 2 não deve funcionar menos de 13 horas.

Portanto, para o cenário 2, finda a primeira década de exploração do sistema, o estagiário propõe a abertura de um novo furo, e que cada furo passe a alimentar apenas um reservatório. Ou seja, o furo existente deverá continuar a alimentar o reservatório R1, e o novo furo a alimentar o reservatório R2.

## 7.6 Adução

As adutoras que deverão ser instaladas, a partir do(s) furo(s), serão projectadas para um caudal de dimensionamento para o horizonte de projecto de 20 anos. O caudal de dimensionamento da adução será calculado admitindo o caudal de ponta diário adicionando às fugas, para o horizonte considerado. O factor de ponta diário a considerar é de 1.5.

A expressão usada para obter o caudal de cálculo das adutoras foi a seguinte:

$$Q_{dim} = Q_{pd} + Fugas$$

Onde:  $Q_{dim}$  – é o caudal de dimensionamento da adutora;

$Q_{pd}$  – Caudal de ponta diário;

Caso o valor do caudal de dimensionamento fosse maior que o valor do caudal de exploração do furo, optava-se por considerar o caudal de dimensionamento igual ao caudal de exploração do furo, sendo que este é o máximo caudal possível de bombear de acordo com o estudo do caudal efectuado nesse furo.

A bomba do furo deverá ser dimensionada para o caudal de 13,6 m<sup>3</sup>/h e uma altura de elevação de 200 m, para o cenário 1, e, uma altura de elevação de 184 m, para o cenário 2. A sua altura de elevação foi obtida considerando a perda de carga total (contínuas e localizadas) na conduta adutora, e o desnível geométrico entre a profundidade de captação e o local do depósito elevado, isto é:

$$H_e = H_g + \Delta H$$

Onde:  $H_e$  – corresponde a altura de elevação (m);

$H_g$  – é o desnível geométrico;

$\Delta H$  - Correspondem as perdas de cargas.

Conhecendo os caudais, considerou-se que velocidade de escoamento na conduta adutora não deve ser inferior a 0,5 m/s e superior a 1,5 m/s, e a partir da equação de continuidade determinou-se os diâmetros da adutora:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

Foram dimensionados os diâmetros para cada um dos cenários.

As condutas adutoras foram divididas em troços de modo que possam ser devidamente isolados, por forma a evitar-se o esvaziamento, e posterior reenchimento, de grande extensão da conduta no caso de ruptura de uma secção, ou avaria em alguma parte do sistema. Para tal, deverão instalar-se válvulas de seccionamento nas seguintes localizações: no início e no fim das condutas, nos pontos altos (a montante e jusante de ventosas).

Para permitir o esvaziamento completo das condutas, ou troços entre válvulas de seccionamento, sempre que qualquer reparação ou outra razão o imponha, deverá dispor-se de descargas de fundo em todos os pontos baixos das condutas, e a jusante ou a montante de válvulas, quando estas sejam instaladas em troços ascendentes ou descendentes respectivamente.

Para evitar a presença de ar nas condutas, estas deverão ser dotadas condutas. As ventosas são acessórias cujo objectivo primário é permitir a libertação do ar aprisionado no interior das condutas. Estes órgãos de segurança devem ser instalados nas seguintes localizações:

- Em todos os pontos altos da conduta;
- A montante ou a jusante das válvulas de seccionamento, quando instaladas em troços ascendentes ou descendentes, respectivamente;
- A montante de reduções de diâmetro;
- No início e no fim de troços horizontais

### **7.6.1 Cenário 1**

A adutora actual, que alimenta o reservatório existente, tem uma secção de 50mm o que não se coaduna com o caudal que deverá transportar com a nova bomba, que é o caudal de exploração do furo. Assim sendo, no cenário 1, a nova conduta principal (troço AB), com 90 mm de diâmetro e cerca de 50 m de comprimento, foi dimensionada de modo a transportar água aos dois reservatórios nos primeiros 10 anos de horizonte de projecto, e para o reservatório R1 nos últimos 10 nos. Nos primeiros 10 anos, captando a água

apenas a partir do furo existente poderá alimentar os dois reservatórios simultaneamente. Nos últimos 10 anos, com a abertura de novo furo, a conduta

A conduta adutora no troço BD, com cerca de 1.80 km e 75mm de diâmetro, alimentará o reservatório R2 ao longo dos 20 anos de horizonte de projecto e, a conduta BC com cerca de 10m e 50 mm de diâmetro, alimentará o reservatório R1.

A tabela abaixo resume o processo de dimensionamento das condutas adutoras no cenário 1.

Troço	Ano	Caudal de ponta diário + Perdas		Horas de funcionamento da bomba	Caudal de ponta diário + Perdas		Caudal de dimensionamento	Diâmetro calculado
		(m <sup>3</sup> /dia)	(h)		(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)		
AB	2023	281.96	19	14.84	13.6	98.08		
	2033	364.85	19	19.20	13.6	56.63		
		81.23	10	8.12	8.12	75.79		
	2043	118.35	14	8.45	8,45	48.22		
BC	2023	62.88	15	4.19	4.19	54.44		
	2033	81.23	19	4.28	4.28	31.77		
		81.23	10	8.12	8.12	98.08		
	2043	118.35	14	8.45	8.45	44.64		
BD	2023	219.08	15	14.61	13.6	90.31		
	2033	283.68	19	14.93	13,6	56.63		
		283.68	15	18.91	13.6	98.08		
	2043	413.52	22	18.80	13.6	56.63		

Troço	Ano	Diâmetro comercial	Diâmetro interno	Velocidade	Comprimento	Perda unitária	Perdas de carga continua	Perda de carga total
		(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m/m)	(m)	(m)
AB	2023	75	67.8	1.05	50	0.018	0.91	1.09
	2033			1.05		0.018	0.91	1.09
				0.62		0.007	0.35	0.42
	2043			0.65		0.008	0.38	0.45
BC	2023	50	45.2	0.73	10	0.015	0.15	0.18
	2033			0.74		0.015	0.15	0.18
				1.41		0.050	0.50	0.60
	2043			1.46		0.054	0.54	0.65
BD	2023	75	67.8	1.05	1800	0.018	32.64	39.17
	2033			1.05		0.018	32.64	39.17
				2043	1.05	500	0.018	9.07
	1.05				0.018		9.07	10.88

Tabela 18: Processo de dimensionamento das adutoras do cenário 1

A ligação entre as 3 condutas adutoras, no ponto B, será feita através de uma união em “T”, dotada de válvulas de seccionamento imediatamente a montante e a jusante, de modo que possa isolar cada subsistema em caso de avaria em alguma parte do sistema.

As figuras 12, 13, 14 e 15 demonstram como está disposto o sistema da adução no cenário 1, e os seus respectivos diâmetros, dimensionados para um ano horizonte de 20 anos.

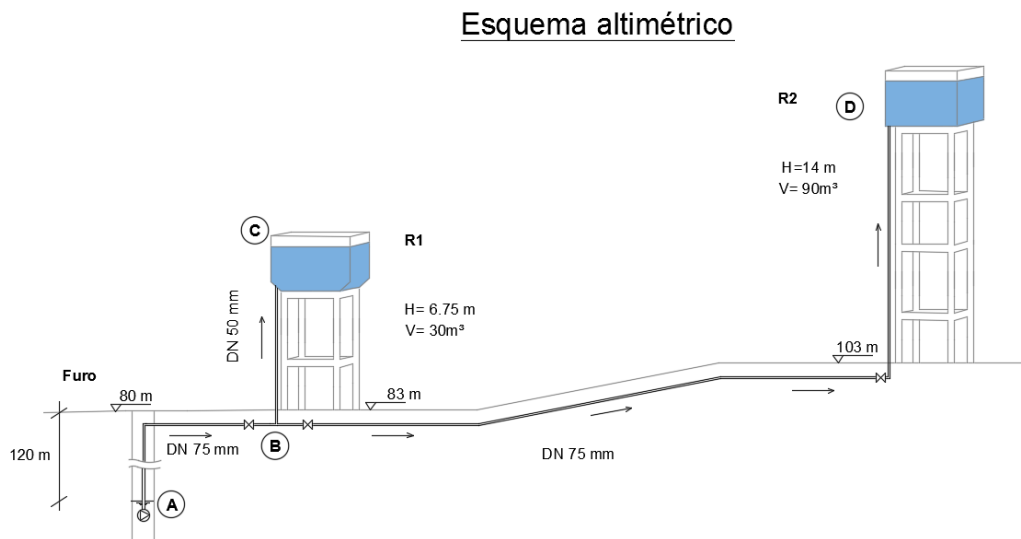


Figura 10: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 1, para o ano 2033.

Esquema planimétrico

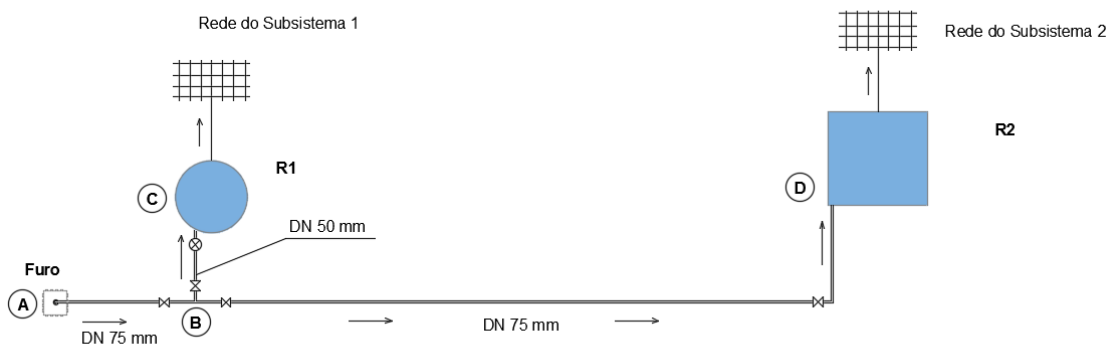


Figura 11: Esquema planimétrico do sistema de adução do cenário 1, para o ano 2033.

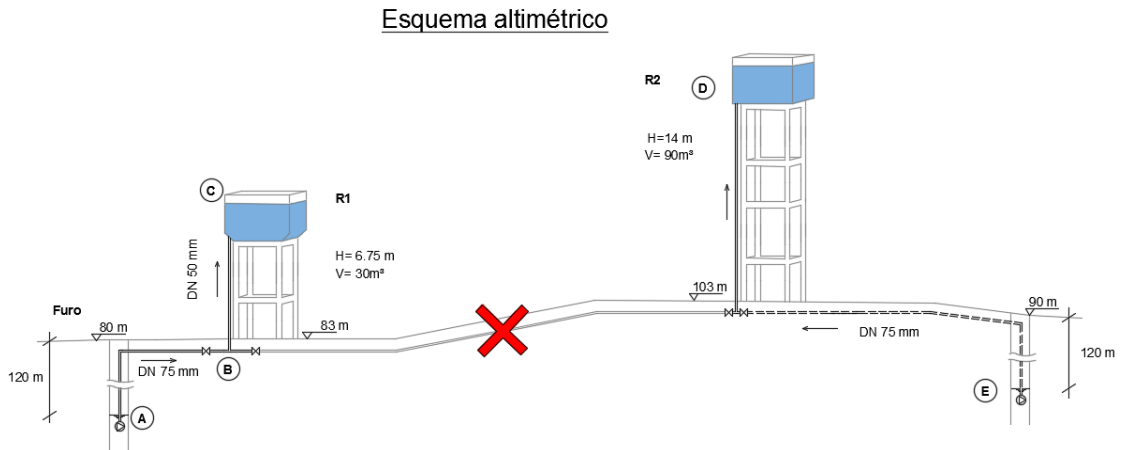


Figura 12: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 1, para o ano 2043.

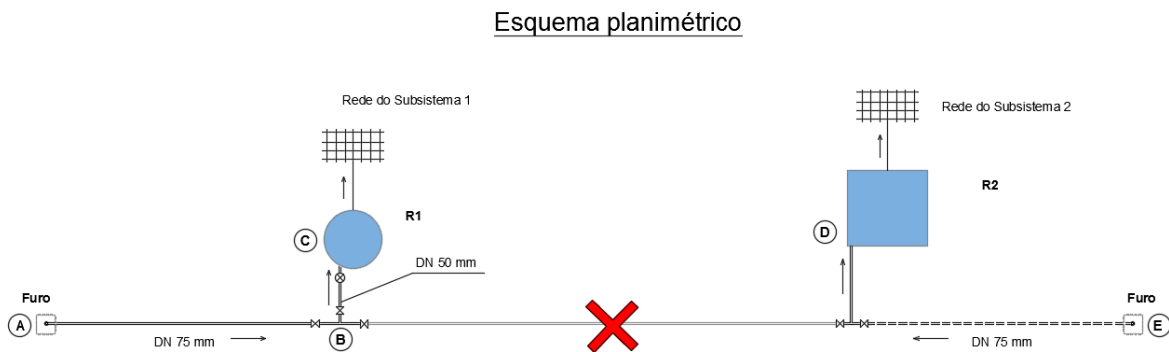


Figura 13: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 1, para o ano 2043.

## 7.6.2 Cenário 2

No cenário 2, a conduta principal (troço AB), com 90 mm de diâmetro e cerca de 50 m de comprimento, nos primeiros 10 anos do projecto, deverá alimentar os dois reservatórios simultaneamente, R1 e R2. Para os segundos 10 anos do projecto, com a necessidade de abertura de um novo furo para abastecer o reservatório R2, o furo

existente e a conduta principal deixam de alimentar o R2, passando a alimentar apenas o reservatório R1.

A conduta adutora no troço BD, com cerca de 1.80 km e 75 mm de diâmetro, alimentará o reservatório R2 ao longo dos 10 anos de horizonte de projecto e a conduta BC, com cerca de 10m e 75mm de diâmetro, alimentará o reservatório R1.

A tabela abaixo resume o processo de dimensionamento das condutas adutoras no cenário 2.

Troço	Ano	Caudal de ponta diário + Perdas	Horas de funcionamento	Caudal de ponta diário + Perdas	Caudal de dimensionamento	Diâmetro calculado
		(m <sup>3</sup> /dia)		(m <sup>3</sup> /h)		
AB	2023	281.92	15	18.79	13.6	98.08
	2033	364.91	19	19.21	13.6	56.63
		196.67	10	19.67	13.6	98.08
		286.61	15	19.11	13.6	56.63
BC	2023	151.93	15	10.13	10.13	84.65
	2033	196.67	19	10.35	10.35	49.4
		196.67	10	19.67	13.6	98.08
		286.61	15	19.11	13.6	56.63
BD	2023	129.99	15	8.67	8.67	90.31
	2033	168.24	19	8.85	8.85	56.63
		168.24	9	18.69	13.6	98.08
		238.31	13	18.33	13.6	56.63

Troço	Ano	Diâmetro comercial	Diâmetro interno	Velocidade	Comprimento	Perda unitária	Perdas de carga contínua	Perdas de carga
		(mm)	(mm)	(m/s)	(m)	(m/m)	(m)	(m)
AB	2023	90	81.4	1,05	50	0,0074	0.37	0.45
	2033			1,05		0,0074	0.37	0.45
	2033			0,62		0,0074	0.37	0.45
	2043			0,65		0,0074	0.37	0.45
BC	2023	75	67.8	0,78	10	0,0105	0.11	0.13
	2033			0,8		0,0109	0.11	0.13
	2033			1,05		0,0181	0.18	0.22
	2043			1,05		0,0181	0.18	0.22
BD	2023	75	67.8	1,05	1800	0,0079	14.18	17.02
	2033			1,05		0,0082	14.73	17.68
	2033			1,05	500	0,0181	9.07	10.88
	2043			1,05		0,0181	9.07	10.88

Tabela 19: Processo de dimensionamento das adutoras do cenário 2.

A ligação entre as 3 condutas adutoras, no ponto B, será feita através de uma união em “T”, dotada de válvulas de seccionamento imediatamente a montante e a jusante, de modo que possa isolar cada subsistema em caso de avaria em alguma parte do sistema.

Deverá ser instalada uma conduta adutora, proveniente do novo furo, que irá ligar-se em algum ponto do troço BD, uma vez que o novo furo se destina a abastecer apenas o reservatório 2. Essa conduta proveniente do novo furo deverá ter o mesmo diâmetro que a conduta do troço BD, 75 mm. No entanto, como ainda não se conhece a localização do novo furo, na altura do projecto executivo ou da empreitada, deverá ser feita a verificação desse diâmetro calculado tendo em conta o real caudal de exploração, bem como o comprimento que a tubagem deverá ter entre o furo novo e o reservatório a abastecer.

A partir do momento em que o reservatório R2 passa a ser abastecido a partir do novo furo, a válvula de seccionamento, localizada no troço BD, imediatamente a jusante da União em T no ponto B, deverá ficar permanentemente fechada, a não ser que ocorra algum imprevisto. As figuras 16, 17, 18 e 19 demonstram como está disposto o sistema da adução no cenário 2, e os seus respectivos diâmetros, dimensionados para um ano horizonte de 20 anos.

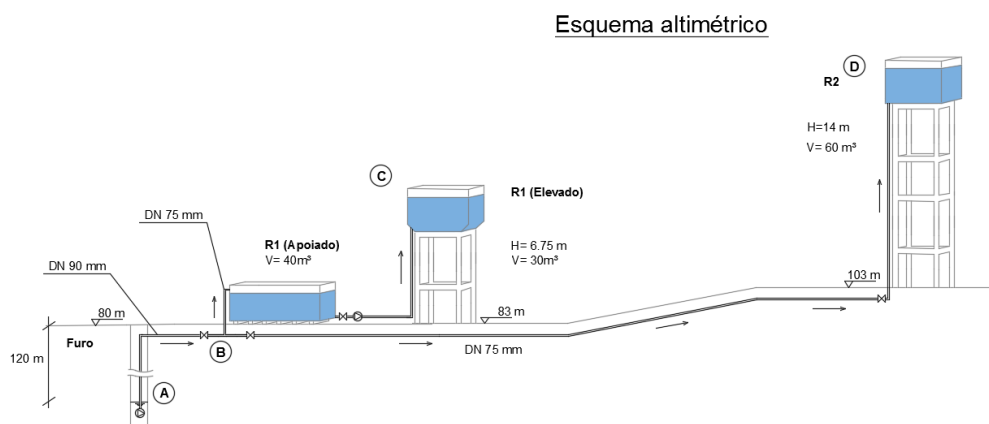


Figura 14: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 2, para o ano 2033.



Esquema planimétrico

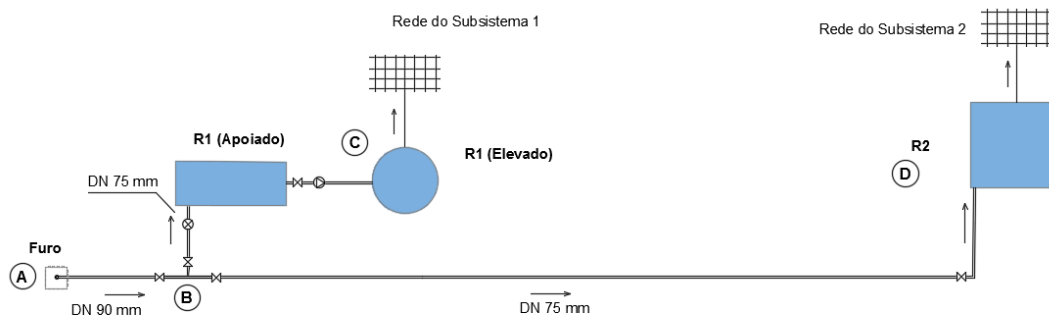


Figura 15: Esquema planimétrico do sistema de adução do cenário 2, para o ano 2033.

Esquema altimétrico

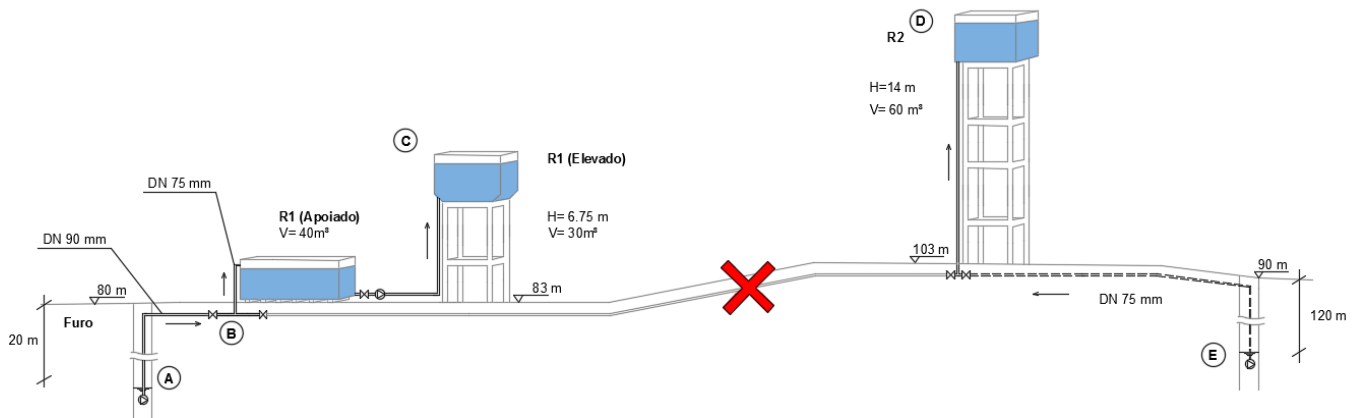


Figura 16: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 2, para o ano 2043.

Esquema planimétrico

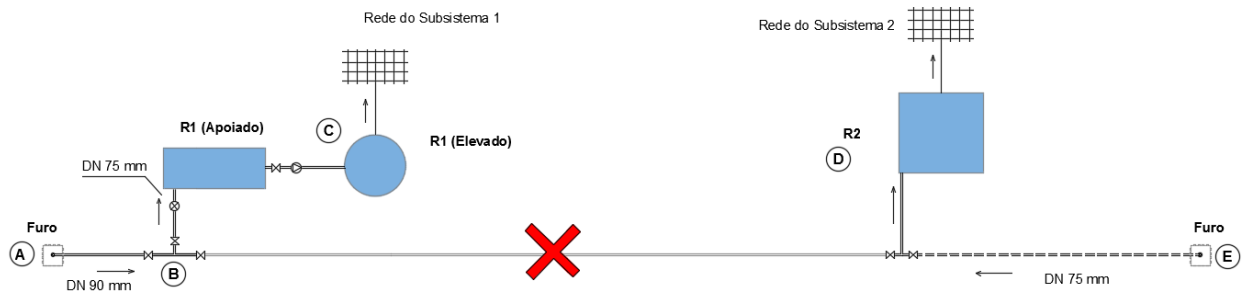


Figura 17: Esquema altimétrico do sistema de adução do cenário 2, para o ano 2043.

### 7.6.3 Verificação ao Choque Hidráulico

O efeito de súbitas alterações de pressão (choques de pressão) em tubagens, podem causar serias deformações ou mesmo a sua ruptura. Para os dois cenários, a análise ao choque hidráulico foi feita para o **trecho A-B**, que se encontra imediatamente a jusante do furo.

Estes podem ser provocados por exemplo, por manobras de válvulas ou variações do regime de funcionamento da bomba, havendo, porém, muitos outros tipos de causas. Quando uma válvula é fechada, a componente cinética transportada pela água é convertida em energia manométrica, originando uma sobrepressão nas condutas que tende a propagar-se ao longo destas. Portanto, deverá avaliar-se o efeito do choque hidráulico na conduta.

Para o efeito do choque hidráulico é necessário conhecer o tempo de anulação da bomba e o tipo de manobra verificado. Para a determinação do tempo de anulação da bomba foi utilizada a equação de Mendiluce:

$$T_a = C + \frac{K \cdot L \cdot U}{g \cdot H_{man}}$$

Em que:

C – variável em função do declive da conduta

L – comprimento da conduta em análise;

U – velocidade do escoamento;

K – variação em função do comprimento;

g – aceleração de gravidade;

$H_{man}$  – altura manométrica.

### 7.6.3.1 Cenário 1

Troço A-B	
c (celeridade) (m/s)	389.68
$\frac{2L}{c}$ (s)	0.26
Ta (s)	0.13
$\frac{2L}{c} > T_a$ <b>Manobra rápida</b>	

Tabela 20: Processo de verificação do tipo de manobra existente.

E para a determinação do acréscimo de pressões ao longo da conduta, a equação de Joukowsky-Allievi:

$$\Delta H_m = \pm \frac{a \cdot U}{g}$$

Onde:

a - celeridade;

U – velocidade do escoamento;

g - aceleração da gravidade;

Pressão inicial (m)	81.26
Acréscimo de pressão (m)	41.61
Pressão max. (m)	122.87
Pressão min. (m)	39.65

Tabela 21: Valores máximos e mínimos de pressões na adutora.

A partir das tabelas acima, verifica-se que há no máximo um acréscimo de 41.61 m.c.a na adutora caso ocorra o choque hidráulico, totalizando uma pressão de 122.87 m.c.a para as sobrepressões, e para as subpressões 89.65 m.c.a. Portanto, O material da adutora deverá ser de classe 10.

### 7.6.3.2 Cenário 2

Troço A-B	
c (celeridade) (m/s)	388.76
$\frac{2L}{c}$ (s)	0.26
Ta (s)	0.13
$\frac{2L}{c} > T_a$ <b>Manobra rápida</b>	

Tabela 22: Processo de verificação do tipo de manobra existente.

E para a determinação do acréscimo de pressões ao longo da conduta, a equação de Michaud:

$$\Delta H_m = \pm \frac{a \cdot U}{g}$$

Onde:

a - celeridade;

U – velocidade do escoamento;

g - aceleração da gravidade;

Pressão inicial (m)	59.77
Acréscimo de pressão (m)	28.8
Pressão max. (m)	88.57
Pressão min. (m)	30.97

Tabela 23: Valores máximos e mínimos de pressões na adutora.

A partir das tabelas acima, verifica-se que há no máximo um acréscimo de 28.8 m.c.a na adutora caso ocorra o choque hidráulico, totalizando uma pressão de 88.57 m.c.a para as sobrepressões, e para as subpressões 30.97 m.c.a. Portanto, O material da adutora deverá ser de classe 10.

### 7.7 Armazenamento

Optou-se pelo uso de material galvanizado para o(s) novo(s) reservatório(s), considerando que o tempo de construção destas infraestruturas será menor, sendo igualmente garantida a qualidade da água, estanquidade do reservatório e custos muito reduzidos de manutenção.



Figura 18: Tipos de reservatório metálico a usar

Determinou-se a capacidade dos reservatórios para cada um dos cenários propostos.

Para calcular o volume necessário do reservatório ao funcionamento normal é necessário conhecer o período de funcionamento da adutora e o diagrama de consumos (variação horária dos consumos) na rede de distribuição.

Por não existirem registos históricos dos consumos da população da vila a abastecer, optou-se por estimar um diagrama de consumos da população a ser abastecida que, embora seja hipotético, se aproxima a realidade. Uma vez tratando-se de uma vila em que, segundo o EVCP, a agricultura é a base económica de 40% da população, praticada pelo sector familiar e em regime de sequeiro, estima-se que o pico dos consumos dar-se-á nas primeiras horas da manhã (como demonstra-se no gráfico: o diagrama de consumo da vila).

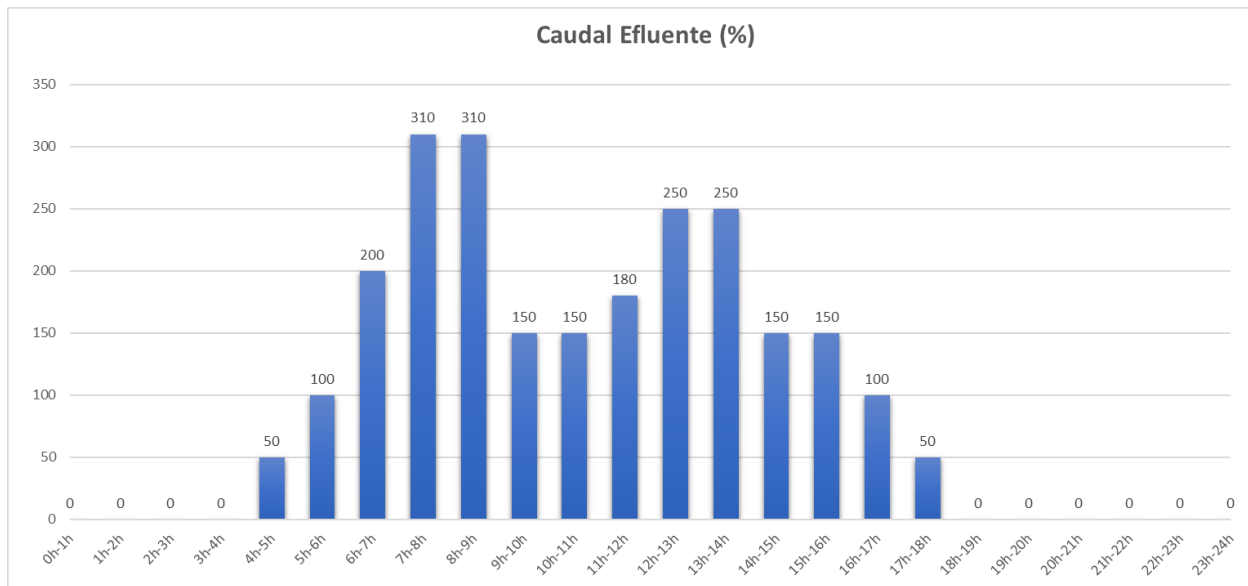


Gráfico 3: Distribuição horária de consumo de água das 4h as 19h (factor de pico 3.10)

Tratando-se de um sistema com bastantes poucas ligações ao domicílio, e tendo em conta que as que serão efectuadas com certeza serão a instituições públicas tais como escolas, centros de saúde, polícia, administração, etc., os consumos serão efectuados na sua grande maioria entre 4h da manhã às 18h.

O caudal aduzido deverá ser tal que consiga colocar no(s) reservatório(s), a quantidade de água necessária para alimentar a vila durante as horas de consumo, tendo em conta o factor de pico e sem nunca faltar água no tanque elevado durante o período de distribuição.

O caudal aduzido está directamente ligado ao volume que se tem de armazenamento. Quanto menor for o volume maior terá de ser o caudal total bombado, para que não falte

água durante a distribuição. Por essa razão, considerando apenas a captação da água a partir do furo existente do actual sistema publico, com um caudal de exploração de 13.6 m<sup>3</sup>/h, efetuou-se diversas análises de modo a conhecer o volume dos reservatórios para cada cenário, e que o caudal aduzido fosse o caudal máximo possível de bombar de acordo com o estudo do caudal efectuado nesse furo.

### **7.7.1 Cenário 1**

Tal como já foi referido, neste cenário, se propõe a construção de um reservatório elevado na zona mais alta da vila. Apesar disso, o furo no qual se propõe a captação da água, não deverá fornecer água apenas ao reservatório (R2) proposto, deverá fornecer também água ao reservatório existente (R1) de 30 m<sup>3</sup>, do actual sistema público (de emergência). Portanto, de modo que a soma dos caudais aduzidos para cada um dos reservatórios não excedesse o caudal de exploração, foi tomado 19 horas como sendo o número de horas de funcionamento da bomba, nos primeiros 10 anos do projecto, isto é, até 2033. No início da exploração do sistema, o número de hora da bomba será naturalmente menor, pois o número de pessoas a servir será também inferior. Para isso, estimou-se para cada reservatório, o volume de água necessário armazenar diariamente, tendo em conta os consumidores que irá servir ao longo dos anos de exploração do sistema. Para o ano 2033, o volume diário necessário que deve chegar ao R1 é de 56.61 m<sup>3</sup> e no R2, de 197.72 m<sup>3</sup>.

A tabela a seguir mostra a capacidade mínima que o reservatório R1 deve ter para o ano horizonte de 2033.

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME I

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário a armazenar (m <sup>3</sup> )	Situação no reservatório (m <sup>3</sup> )
	Funcionamento da bomba	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Varição de consumos (%)	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )		
00-01	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00
01-02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00
02-03	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00
03-04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00
04-05	0	0.00	50.00	1.18	0.00	1.18	-1.18	28.82
05-06	1	2.98	130.00	3.07	2.98	4.25	-1.27	28.73
06-07	1	2.98	250.00	5.90	5.96	10.14	-4.18	25.82
07-08	1	2.98	430.00	10.14	8.94	20.29	-11.35	18.65
08-09	1	2.98	430.00	10.14	11.92	30.43	-18.51	11.49
09-10	1	2.98	110.00	2.59	14.90	33.02	-18.13	11.87
10-11	1	2.98	110.00	2.59	17.88	35.62	-17.74	12.26
11-12	1	2.98	150.00	3.54	20.86	39.16	-18.30	11.70
12-13	1	2.98	230.00	5.43	23.84	44.58	-20.75	9.25
13-14	1	2.98	230.00	5.43	26.82	50.01	-23.19	6.81
14-15	1	2.98	100.00	2.36	29.80	52.37	-22.57	7.43
15-16	1	2.98	100.00	2.36	32.78	54.73	-21.95	8.05
16-17	1	2.98	50.00	1.18	35.76	55.91	-20.15	9.85
17-18	1	2.98	30.00	0.71	38.74	56.61	-17.88	12.12
18-19	1	2.98	0.00	0.00	41.71	56.61	-14.90	15.10
19-20	1	2.98	0.00	0.00	44.69	56.61	-11.92	18.08
20-21	1	2.98	0.00	0.00	47.67	56.61	-8.94	21.06
21-22	1	2.98	0.00	0.00	50.65	56.61	-5.96	24.04
22-23	1	2.98	0.00	0.00	53.63	56.61	-2.98	27.02
23-24	1	2.98	0	0.00	56.61	56.61	0	30
19 h		56.61 (m <sup>3</sup> /dia)	2400	56.61 (m <sup>3</sup> /dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-23.19	Reserva
Capacidade Mínima	23.19	6.81

Tabela 24: Dimensionamento do reservatório 1 para o ano de 2033 (Cenário 1)

A partir da tabela 24, verifica-se que, para um período de bombagem de 19 horas, o caudal horário aduzido é de 2.98 m<sup>3</sup>/h, e a capacidade mínima que o reservatório R1 deve ter é de 23.19 m<sup>3</sup>. Verifica-se também que, para o ano 2033, com a actual capacidade de 30 m<sup>3</sup>, o reservatório R1 consegue armazenar água suficiente para alimentar a sua rede de distribuição, tendo ainda uma reserva de 6.81 m<sup>3</sup>.

A tabela a seguir mostra a capacidade mínima que o reservatório R2 deve ter para o ano horizonte de 2033.



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME I

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário a armazenar (m <sup>3</sup> )	Situação no Reservatório (m <sup>3</sup> )
	Funcionamento da bomba	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Varição de consumos (%)	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )		
00-01	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00
01-02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00
02-03	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00
03-04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.00
04-05	0	0.00	50.00	4.12	0.00	4.12	-4.12	85.88
05-06	1	10.41	100.00	8.24	10.41	12.36	-1.95	88.05
06-07	1	10.41	200.00	16.48	20.81	28.83	-8.02	81.98
07-08	1	10.41	320.00	26.36	31.22	55.20	-23.98	66.02
08-09	1	10.41	320.00	26.36	41.63	81.56	-39.93	50.07
09-10	1	10.41	150.00	12.36	52.03	93.92	-41.89	48.11
10-11	1	10.41	150.00	12.36	62.44	106.27	-43.84	46.16
11-12	1	10.41	180.00	14.83	72.84	121.10	-48.26	41.74
12-13	1	10.41	240.00	19.77	83.25	140.87	-57.62	32.38
13-14	1	10.41	240.00	19.77	93.66	160.65	-66.99	23.01
14-15	1	10.41	150.00	12.36	104.06	173.00	-68.94	21.06
15-16	1	10.41	150.00	12.36	114.47	185.36	-70.89	19.11
16-17	1	10.41	100.00	8.24	124.88	193.60	-68.72	21.28
17-18	1	10.41	50.00	4.12	135.28	197.72	-62.44	27.56
18-19	1	10.41	0.00	0.00	145.69	197.72	-52.03	37.97
19-20	1	10.41	0.00	0.00	156.09	197.72	-41.63	48.37
20-21	1	10.41	0.00	0.00	166.50	197.72	-31.22	58.78
21-22	1	10.41	0.00	0.00	176.91	197.72	-20.81	69.19
22-23	1	10.41	0.00	0.00	187.31	197.72	-10.41	79.59
23-24	1	10.41	0.00	0.00	197.72	197.72	0.00	90.00
	19h	197.72 (m <sup>3</sup> /dia)	2400	197.72 (m <sup>3</sup> /dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-70.89	Reserva
Capacidade mínima	70.89	19.11

Tabela 25: Dimensionamento de reservatório 2 para o ano de 2033 (Cenário 1).

A partir da tabela 25, verifica-se que para um período de bombagem de 19 horas, e um caudal horário aduzido de 10.41 m<sup>3</sup>/h, a capacidade mínima que o reservatório R2 deve ter é de 70.89 m<sup>3</sup>. Nota-se então que, para o ano 2033, com uma capacidade de 90 m<sup>3</sup>, o reservatório R2 consegue armazenar água suficiente para alimentar a sua rede de distribuição durante todas as horas de consumo, ainda tendo uma reserva de 19.11 m<sup>3</sup>.

Tal como foi verificado anteriormente, na segunda década do projecto, o furo existente deixa de ter capacidade suficiente para alimentar os dois reservatórios simultaneamente, propondo-se assim a abertura de um novo furo.

No cenário 1, com a abertura de um novo furo, propõe-se que o reservatório R1 seja alimentado pelo furo existente e o reservatório R2, pelo novo furo. As tabelas que se seguem, mostram a capacidade que cada um dos reservatórios deverá ter nos últimos 10 anos do projecto, em 2043, como forma de saber se será necessário aumentar a capacidade obtida para os primeiros 10 anos do projecto. Para o ano 2043, o volume diário necessário que deve chegar ao R1 é de 83.54 m<sup>3</sup> e no R2, de 291.90 m<sup>3</sup>.

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário a armazenar (m <sup>3</sup> )	Situação no reservatório (m <sup>3</sup> )
	Funcionamento da bomba	Volume Afluyente (m <sup>3</sup> )	Varição de consumos (%)	Volume Efluyente (m <sup>3</sup> )	Volume Afluyente (m <sup>3</sup> )	Volume Efluyente (m <sup>3</sup> )		
00-01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
01-02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
02-03	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
03-04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
04-05	0	0,00	50,00	1,74	0,00	1,74	-1,74	28,26
05-06	1	5,97	130,00	4,53	5,97	6,27	-0,30	29,70
06-07	1	5,97	250,00	8,70	11,93	14,97	-3,03	26,97
07-08	1	5,97	430,00	14,97	17,90	29,94	-12,03	17,97
08-09	1	5,97	430,00	14,97	23,87	44,90	-21,03	8,97
09-10	1	5,97	110,00	3,83	29,84	48,73	-18,90	11,10
10-11	1	5,97	110,00	3,83	35,80	52,56	-16,76	13,24
11-12	1	5,97	150,00	5,22	41,77	57,78	-16,01	13,99
12-13	1	5,97	230,00	8,01	47,74	65,79	-18,05	11,95
13-14	1	5,97	230,00	8,01	53,71	73,80	-20,09	9,91
14-15	1	5,97	100,00	3,48	59,67	77,28	-17,60	12,40
15-16	1	5,97	100,00	3,48	65,64	80,76	-15,12	14,88
16-17	1	5,97	50,00	1,74	71,61	82,50	-10,89	19,11
17-18	1	5,97	30,00	1,04	77,57	83,54	-5,97	24,03
18-19	1	5,97	0,00	0,00	83,54	83,54	0,00	30,00
19-20	0	0,00	0,00	0,00	83,54	83,54	0,00	30,00
20-21	0	0,00	0,00	0,00	83,54	83,54	0,00	30,00
21-22	0	0,00	0,00	0,00	83,54	83,54	0,00	30,00
22-23	0	0,00	0,00	0,00	83,54	83,54	0,00	30,00
23-24	0	0,00	0,00	0,00	83,54	83,54	0,00	30,00
	14	83,54	2400	83,54			0,00	
		(m3/dia)	2400	(m3/dia)			-21,03	Reserva
					Capacidade		21,03	8,97

Tabela 26: Dimensionamento de reservatório 1 para o ano de 2043 (Cenário 1).

Na tabela 26 observa-se que, com a adição de um novo furo no sistema, tendo o furo existente a alimentar apenas o reservatório R1, o período de bombagem passa a ser de 14 horas, aduzindo um caudal horário de 5.97 m<sup>3</sup>/h, e a capacidade mínima que o reservatório R1 deve ter é de 21.03 m<sup>3</sup>. Com a actual capacidade de 30 m<sup>3</sup>, o reservatório R1 consegue armazenar água suficiente para alimentar a sua rede de distribuição, tendo ainda uma reserva de 8.97 m<sup>3</sup>.

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário a armazenar (m <sup>3</sup> )	Situação no Reservatório (m <sup>3</sup> )
	Funcionamento da adutora	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Varição de consumos (%)	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )		
00-01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,00
01-02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,00
02-03	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,00
03-04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,00
04-05	0	3,00	50,00	6,08	3,00	6,08	-3,08	151,92
05-06	1	13,60	100,00	12,16	16,60	18,24	-1,64	153,36
06-07	1	13,60	200,00	24,32	30,20	42,57	-12,37	142,63
07-08	1	13,60	320,00	38,92	43,80	81,49	-37,69	117,31
08-09	1	13,60	320,00	38,92	57,40	120,41	-63,01	91,99
09-10	1	13,60	150,00	18,24	71,00	138,65	-67,65	87,35
10-11	1	13,60	150,00	18,24	84,60	156,89	-72,29	82,71
11-12	1	13,60	180,00	21,89	98,20	178,79	-80,59	74,41
12-13	1	13,60	240,00	29,19	111,80	207,98	-96,18	58,82
13-14	1	13,60	240,00	29,19	125,40	237,16	-111,76	43,24
14-15	1	13,60	150,00	18,24	139,00	255,41	-116,41	38,59
15-16	1	13,60	150,00	18,24	152,60	273,65	-121,05	33,95
16-17	1	13,60	100,00	12,16	166,20	285,81	-119,61	35,39
17-18	1	13,60	50,00	6,08	179,80	291,90	-112,10	42,90
18-19	1	13,60	0,00	0,00	193,40	291,90	-98,50	56,50
19-20	1	13,60	0,00	0,00	207,00	291,90	-84,90	70,10
20-21	1	13,60	0,00	0,00	220,60	291,90	-71,30	83,70
21-22	1	13,60	0,00	0,00	234,20	291,90	-57,70	97,30
22-23	1	13,60	0,00	0,00	247,80	291,90	-44,10	110,90
23-24	1	13,60	0,00	0,00	261,40	291,90	-30,50	124,50
00-01	1	13,60	0,00	0,00	275,00	291,90	-16,90	138,10
01-02	1	13,60	0,00	0,00	288,60	291,90	-3,30	151,70
02-03	1	3,30	0,00	0,00	291,90	291,90	0,00	155,00
	22	291,90	2400	291,90				
		(m3/dia)	2400	(m3/dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-121,05	Reserva
Capacidade	121,05	33,95

Tabela 27: Dimensionamento de reservatório 2 para o ano de 2043 (Cenário 1).

Na tabela 25 observa-se que, com a adição de um novo furo e este alimentando apenas o reservatório R2, o período de funcionamento da bomba passa a ser de 21.5 h, aduzindo um caudal de 13.6 m<sup>3</sup>/h, a capacidade mínima que o reservatório R2 passa a ter em 2043 é de 121.05 m<sup>3</sup>.

Para os primeiros 10 anos de exploração do projecto verificou-se que o reservatório R2 deverá ter uma capacidade de 90 m<sup>3</sup>. No entanto, verifica-se que nos últimos 10 anos com um volume de 90 m<sup>3</sup> o reservatório R2 deixa de ter capacidade suficiente para armazenar a água, sendo necessário a adição de 65 m<sup>3</sup> através da construção de reservatório apoiado, perfazendo assim um volume de 155 m<sup>3</sup>.

### **7.7.2 Cenário 2**

Como foi referido, no cenário 2, propõe-se que se aproveite o reservatório elevado existente de 30 m<sup>3</sup> (R1), e que se construa um novo reservatório elevado (R2), no ponto mais alto da vila.

O furo no qual se propõe a captação da água, nos primeiros 10 anos do projecto, deverá fornecer água aos dois reservatórios simultaneamente. Portanto, de modo que a soma dos caudais aduzidos para cada um dos reservatórios não excedesse o caudal de exploração, foi tomado 19 horas como sendo o número de horas de funcionamento da bomba, nos primeiros 10 anos do projecto, isto é, até 2033. Para o ano 2033, o volume diário necessário que deve chegar ao R1 é de 137.07 m<sup>3</sup> e no R2, de 117.26 m<sup>3</sup>.

A tabela a seguir, mostra a capacidade mínima que o reservatório R1 deve ter para o ano horizonte de 2033.

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME I

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário a armazenar (m <sup>3</sup> )	Situação no reservatório (m <sup>3</sup> )
	Funcionamento da bomba	Volume Afluyente (m <sup>3</sup> )	Varição de consumos (%)	Volume Efluyente (m <sup>3</sup> )	Volume Afluyente (m <sup>3</sup> )	Volume Efluyente (m <sup>3</sup> )		
00-01	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
01-02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
02-03	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
03-04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
04-05	0	0.00	50.00	2.86	0.00	2.86	-2.86	67.14
05-06	1	7.21	100.00	5.71	7.21	8.57	-1.35	68.65
06-07	1	7.21	200.00	11.42	14.43	19.99	-5.56	64.44
07-08	1	7.21	350.00	19.99	21.64	39.98	-18.34	51.66
08-09	1	7.21	350.00	19.99	28.86	59.97	-31.11	38.89
09-10	1	7.21	150.00	8.57	36.07	68.54	-32.46	37.54
10-11	1	7.21	150.00	8.57	43.29	77.10	-33.82	36.18
11-12	1	7.21	170.00	9.71	50.50	86.81	-36.31	33.69
12-13	1	7.21	250.00	14.28	57.71	101.09	-43.38	26.62
13-14	1	7.21	250.00	14.28	64.93	115.37	-50.44	19.56
14-15	1	7.21	115.00	6.57	72.14	121.94	-49.79	20.21
15-16	1	7.21	115.00	6.57	79.36	128.50	-49.15	20.85
16-17	1	7.21	100.00	5.71	86.57	134.22	-47.64	22.36
17-18	1	7.21	50.00	2.86	93.79	137.07	-43.29	26.71
18-19	1	7.21	0.00	0.00	101.00	137.07	-36.07	33.93
19-20	1	7.21	0.00	0.00	108.21	137.07	-28.86	41.14
20-21	1	7.21	0.00	0.00	115.43	137.07	-21.64	48.36
21-22	1	7.21	0.00	0.00	122.64	137.07	-14.43	55.57
22-23	1	7.21	0.00	0.00	129.86	137.07	-7.21	62.79
23-24	1	7.21	0.00	0.00	137.07	137.07	0.00	70.00
19h		137.07 (m <sup>3</sup> /dia)	2400	137.07 (m <sup>3</sup> /dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-50.44	Reserva
Capacidade mínima	50.44	19.56

Tabela 28: Dimensionamento do reservatório 1 para ano de 2033 (Cenário 2)

A partir da tabela 28 verifica-se que, para um período de bombagem de 19 horas, o caudal horário aduzido é de 7.21 m<sup>3</sup>/h, e a capacidade mínima que o reservatório R1 deve ter é de 50.44 m<sup>3</sup>. Verifica-se que o reservatório R1, actualmente com um volume de 30 m<sup>3</sup>, não tem capacidade suficiente para armazenar a água, sendo assim necessário a construção de um reservatório apoiado, com uma capacidade de 40 m<sup>3</sup>, que auxilie o reservatório existente no armazenamento da água. Com a adição de um reservatório apoiado de 40 m<sup>3</sup>, o reservatório R1 passa assim a ter uma capacidade total

de 70 m<sup>3</sup>, conseguindo armazenar água suficiente para alimentar a sua rede nas horas de consumo.

A tabela a seguir mostra a capacidade mínima que o reservatório R2 deve ter para o ano horizonte de 2033.

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário a armazenar (m <sup>3</sup> )	Situação no reservatório (m <sup>3</sup> )
	Funcionamento da bomba	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Varição de consumos (%)	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )		
00-01	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
01-02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
02-03	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
03-04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
04-05	0	0.00	50.00	2.44	0.00	2.44	-2.44	57.56
05-06	1	6.17	100.00	4.89	6.17	7.33	-1.16	58.84
06-07	1	6.17	200.00	9.77	12.34	17.10	-4.76	55.24
07-08	1	6.17	370.00	18.08	18.51	35.18	-16.66	43.34
08-09	1	6.17	370.00	18.08	24.69	53.26	-28.57	31.43
09-10	1	6.17	130.00	6.35	30.86	59.61	-28.75	31.25
10-11	1	6.17	130.00	6.35	37.03	65.96	-28.93	31.07
11-12	1	6.17	170.00	8.31	43.20	74.26	-31.06	28.94
12-13	1	6.17	250.00	12.21	49.37	86.48	-37.11	22.89
13-14	1	6.17	250.00	12.21	55.54	98.69	-43.15	16.85
14-15	1	6.17	115.00	5.62	61.72	104.31	-42.60	17.40
15-16	1	6.17	115.00	5.62	67.89	109.93	-42.04	17.96
16-17	1	6.17	100.00	4.89	74.06	114.82	-40.76	19.24
17-18	1	6.17	50.00	2.44	80.23	117.26	-37.03	22.97
18-19	1	6.17	0.00	0.00	86.40	117.26	-30.86	29.14
19-20	1	6.17	0.00	0.00	92.57	117.26	-24.69	35.31
20-21	1	6.17	0.00	0.00	98.75	117.26	-18.51	41.49
21-22	1	6.17	0.00	0.00	104.92	117.26	-12.34	47.66
22-23	1	6.17	0.00	0.00	111.09	117.26	-6.17	53.83
23-24	1	6.17	0.00	0.00	117.26	117.26	0.00	60.00
	19h	117.26 (m <sup>3</sup> /dia)	2400	117.26 (m <sup>3</sup> /dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-43.15	Reserva
Capacidade mínima	43.15	16.85

Tabela 29: Dimensionamento do reservatório 2 para o ano de 2033 (Cenário 2)

Na tabela 29 verifica-se que, para um período de bombagem de 19 horas, e um caudal horário aduzido de 6.17 m<sup>3</sup>/h, a capacidade mínima que o reservatório R1 deve ter é de

43.15 m<sup>3</sup>. Nota-se então que, para o ano 2033, com uma capacidade de 90 m<sup>3</sup>, o reservatório R2 consegue armazenar água suficiente para alimentar a sua rede de distribuição durante todas as horas de consumo, tendo ainda uma reserva de 19,11 m<sup>3</sup>.

Como foi verificado anteriormente, nos segundos 10 anos de projecto, o furo existente deixa de ter capacidade suficiente para alimentar os dois reservatórios simultaneamente, propondo-se assim a abertura de um novo furo.

Neste cenário, com a abertura de um novo furo, propõe-se que cada furo alimente um reservatório, isto é, o furo existente alimentando o reservatório R1, no centro da vila, e o novo furo alimentando o reservatório R2, no ponto mais alto da vila.

As tabelas que se seguem mostram a capacidade que cada um dos reservatórios deverá ter nos segundos 10 anos do projecto, até 2043. Para o ano 2033, o volume diário necessário que deve chegar ao R1 é de 137.07 m<sup>3</sup> e no R2, de 117.26 m<sup>3</sup>.

Com o furo existente alimentando apenas o reservatório R1, o período de funcionamento da bomba passa a ser de 15 horas, aduzindo um caudal de 13.49 m<sup>3</sup>/h, a capacidade mínima deste passa a ser de 51.63 m<sup>3</sup>. Isso demonstra que o reservatório R1, actualmente com um volume de 30 m<sup>3</sup>, para o ano 2043, não tem capacidade suficiente para armazenar a água, sendo assim necessária a construção de um novo reservatório apoiado, com uma capacidade de 40 m<sup>3</sup>, que auxilie o reservatório existente no armazenamento da água. Com a adição de um reservatório apoiado de 40 m<sup>3</sup>, o reservatório R1 passa assim a ter uma capacidade total de 70 m<sup>3</sup>, conseguindo armazenar água suficiente para alimentar a sua rede nas horas de consumo.

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME I

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário (m <sup>3</sup> )	Situação no reservatório (m <sup>3</sup> )
	Funcionamento da bomba	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Varição de consumos (%)	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )	Volume Afluente (m <sup>3</sup> )	Volume Efluente (m <sup>3</sup> )		
00-01	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
01-02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
02-03	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
03-04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
04-05	0	0.00	50.00	4.21	0.00	4.21	-4.21	65.79
05-06	1	10.74	100.00	8.43	10.74	12.64	-1.90	68.10
06-07	1	13.49	200.00	16.86	24.23	29.50	-5.27	64.73
07-08	1	13.49	350.00	29.50	37.72	59.01	-21.29	48.71
08-09	1	13.49	350.00	29.50	51.21	88.51	-37.31	32.69
09-10	1	13.49	150.00	12.64	64.69	101.16	-36.46	33.54
10-11	1	13.49	150.00	12.64	78.18	113.80	-35.62	34.38
11-12	1	13.49	170.00	14.33	91.67	128.13	-36.46	33.54
12-13	1	13.49	250.00	21.07	105.16	149.21	-44.05	25.95
13-14	1	13.49	250.00	21.07	118.64	170.28	-51.64	18.36
14-15	1	13.49	115.00	9.69	132.13	179.97	-47.84	22.16
15-16	1	13.49	115.00	9.69	145.62	189.67	-44.05	25.95
16-17	1	13.49	100.00	8.43	159.11	198.10	-38.99	31.01
17-18	1	13.49	50.00	4.21	172.59	202.31	-29.72	40.28
18-19	1	13.49	0.00	0.00	186.08	202.31	-16.23	53.77
19-20	1	13.49	0.00	0.00	199.57	202.31	-2.74	67.26
20-21	0	2.74	0.00	0.00	202.31	202.31	0.00	70.00
21-22	0	0.00	0.00	0.00	202.31	202.31	0.00	70.00
22-23	0	0.00	0.00	0.00	202.31	202.31	0.00	70.00
23-24	0	0.00	0.00	0.00	202.31	202.31	0.00	70.00
	15	202.31 (m <sup>3</sup> /dia)	2400 2400	202.31 (m <sup>3</sup> /dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-51.63	Reserva
Capacidade mínima	51.63	18.36

Tabela 30: Dimensionamento de reservatório 1 para o ano de 2043 (Cenário 2).

Observando a tabela 31, nota-se que com a adição de um novo furo e este alimentando apenas o reservatório R2, o período de funcionamento da bomba passa a ser de 13h, aduzindo um caudal de 13.61 m<sup>3</sup>/h, a capacidade mínima que o reservatório R2 passa a ter em 2043 é de 28.51 m<sup>3</sup>. Com uma capacidade de 60 m<sup>3</sup>, o reservatório R2 consegue armazenar água suficiente para alimentar a sua rede de distribuição durante todas as horas de consumo, ainda tendo uma reserva de 31.49 m<sup>3</sup>.



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME I

Horas	Dados				Acumulados		Situação no reservatório (m³)	Situação no reservatório (m³)
	Funcionamento da bomba	Volume Afluyente (m³)	Varição de consumos (%)	Volume Efluyente (m³)	Volume Afluyente (m³)	Volume Efluyente (m³)		
00-01	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
01-02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
02-03	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
03-04	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00
04-05	0	0.00	50.00	3.61	0.00	3.61	-3.61	56.39
05-06	1	10.66	100.00	7.21	10.66	10.82	-0.16	59.84
06-07	1	13.31	200.00	14.42	23.97	25.24	-1.27	58.73
07-08	1	13.31	370.00	26.68	37.28	51.92	-14.64	45.36
08-09	1	13.31	370.00	26.68	50.60	78.61	-28.01	31.99
09-10	1	13.31	130.00	9.38	63.91	87.98	-24.07	35.93
10-11	1	13.31	130.00	9.38	77.23	97.36	-20.13	39.87
11-12	1	13.31	170.00	12.26	90.54	109.62	-19.08	40.92
12-13	1	13.31	250.00	18.03	103.85	127.65	-23.79	36.21
13-14	1	13.31	250.00	18.03	117.17	145.68	-28.51	31.49
14-15	1	13.31	115.00	8.29	130.48	153.97	-23.49	36.51
15-16	1	13.31	115.00	8.29	143.80	162.26	-18.47	41.53
16-17	1	13.31	100.00	7.21	157.11	169.47	-12.37	47.63
17-18	1	13.31	50.00	3.61	170.42	173.08	-2.66	57.34
18-19	0	2.66	0.00	0.00	173.08	173.08	0.00	60.00
19-20	0	0.00	0.00	0.00	173.08	173.08	0.00	60.00
20-21	0	0.00	0.00	0.00	173.08	173.08	0.00	60.00
21-22	0	0.00	0.00	0.00	173.08	173.08	0.00	60.00
22-23	0	0.00	0.00	0.00	173.08	173.08	0.00	60.00
23-24	0	0.00	0.00	0.00	173.08	173.08	0.00	60.00
	13	173.08 (m³/dia)	2400	173.08 (m³/dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-28.51	Reserva
Capacidade mínima	28.51	31.49

Tabela 31: Dimensionamento de reservatório 2 para o ano de 2043 (Cenário 2)

Após estas análises, conclui-se que, para o cenário 2, o reservatório R1, de 30 m³, não tem capacidade suficiente para abastecer a sua rede ao longo dos 20 anos de horizonte de projecto, havendo assim necessidade de se construir um reservatório apoiado de 40 m³ logo no início da exploração, perfazendo assim uma capacidade de armazenamento de 70 m³, que se mostram suficientes para todos os anos horizonte do projecto. E o reservatório R2 deve ter uma capacidade de 60 m³, logo no início da exploração do projecto, não havendo necessidade de se aumentar a sua capacidade com o passar dos anos devido à abertura do novo furo nos segundos 10 anos do projecto.

## **7.8 Rede de Distribuição**

### **7.8.1 Concepção e Simulação**

As redes de distribuição aqui apresentadas, para cada um dos cenários, surgem como resultado de diversas simulações realizadas no software EPANET.

Para uma melhor concepção da rede de distribuição seria necessário conhecer as zonas de expansão da vila. O estagiário, não tendo conseguido essa informação através das autoridades locais, a partir das imagens do Google Earth Pro da vila pôde estimar como a vila tem expandido ao longo dos últimos anos.

É de referir que de início as redes apresentavam um maior número de condutas, que após diversas simulações notou-se a necessidade de retirar certas condutas. Isto deveu-se ao facto dessas condutas, com o diâmetro mínimo regulamentado de 50mm, apresentarem velocidades muito baixas, inferiores a velocidade regulamentar, aproximadamente iguais a 0,0 m/s (os resultados desta análise de velocidades podem ser consultados nos anexos 11, 12, 13 e 14). Isso demonstrava que o investimento que seria feito nesses trechos em relação ao benefício que trazem em termos de abastecimento de água, seria demasiado alto para além de tecnicamente não funcionarem de acordo com as disposições regulamentares. De notar que na maioria dos casos em que foram retirados esses trechos, as velocidades eram baixas para o ano horizonte de projecto de 2043, uma vez que as primeiras simulações foram feitas para o horizonte de projecto.

A tubagem variará de diâmetro, mas não serão instaladas na fase da empreitada, tubagens de diâmetro inferior a 50 mm. A rede será assente acompanhando a topografia do terreno, para evitar demasiados movimentos de terra, mas estará provida de válvulas de descarga nos pontos mais baixos da rede e de ventosas nos pontos mais altos, sempre que se justifique. Serão cumpridas as inclinações mínimas regulamentares de modo a garantir a lavagem das condutas em caso de necessidade. Para além desse tipo de válvulas, também estão previstas válvulas de corte, que deverão possibilitar a

interrupção do fornecimento de água a cada um dos bairros, em caso de necessidade, de modo que se possa gerir a distribuição na vila, podendo ser interrompida por zonas.

Para cada elemento especial (válvula de corte, ventosa e válvula de descarga) deve ser construída uma caixa para sua protecção. As suas dimensões (em planta) da caixa estarão de acordo com os desenhos, a fim de permitir trabalhos de manutenção e possibilitar o trabalho no elemento. As caixas serão fornecidas com uma tampa de concreto que limitará o acesso a estranhos, bem como a infiltração de água. A profundidade da caixa será baseada na profundidade da instalação do tubo, com um mínimo de 80 cm.

Os desenhos construtivos das caixas com as válvulas de corte, válvula de descarga e ventosas são apresentados nos anexos 15, 16 e 17, respectivamente.

### **7.8.2 Consumos**

Para se iniciar o cálculo hidráulico em rede de distribuição é necessário efectuar a distribuição espacial dos consumos em cada um dos nós na rede.

As demandas (consumos) para os nós da rede de distribuição foram determinadas através de dois métodos que são: o método da contagem de casas e o método da densidade populacional. Para os dois métodos foi necessário conhecer as áreas de influência de cada um dos nós da rede. Essas áreas foram conseguidas com recurso ao software QGis 2.8.1, através da função VORONOI (Polígonos de Thiessen).

A função dos polígonos de Thiessen, apresenta limitações para os pontos que se encontram junto a delimitação ou fora da delimitação da vila. Para estes pontos tem-se uma maior atenção na determinação da área de influência.

#### **1) Método 1: Contagem de Casas**

O primeiro método consiste na contagem de casas, a partir do Google Earth Pro, em cada uma das áreas de influência, que multiplicado com o valor da razão entre o número

de habitantes e o agregado familiar da vila (4.5 hab/casa), consegue-se conhecer o número de habitantes em cada uma das áreas. Tendo o número de habitantes para cada nó, pode-se, então, multiplicar esse número de habitantes pelas capitações de forma a conhecer a sua demanda. Esse método demonstra-se eficaz para vilas pequenas, com poucos habitantes, com a população dispersa e que não tenha uma densidade populacional uniforme em todas as zonas.

## 2) Método 2: Densidade Populacional

Neste método, multiplica-se o valor da área de influência de cada nó pela densidade populacional da vila, de forma a conhecer o número de habitantes em cada uma dessas áreas. Conhecendo assim o número de habitantes em cada nó, multiplica-se o número de habitantes pelas capitações de forma a conhecer a sua demanda. Esse método demonstra-se eficaz quando a população se encontra distribuída uniformemente em toda vila.

Conhecendo a taxa de crescimento da população da vila, é possível conhecer o número de habitantes para todos os anos horizontes de projecto, em cada uma dessas áreas de influência, e as suas respectivas demandas.

Nos gráficos abaixo faz-se uma comparação entre os dois métodos.

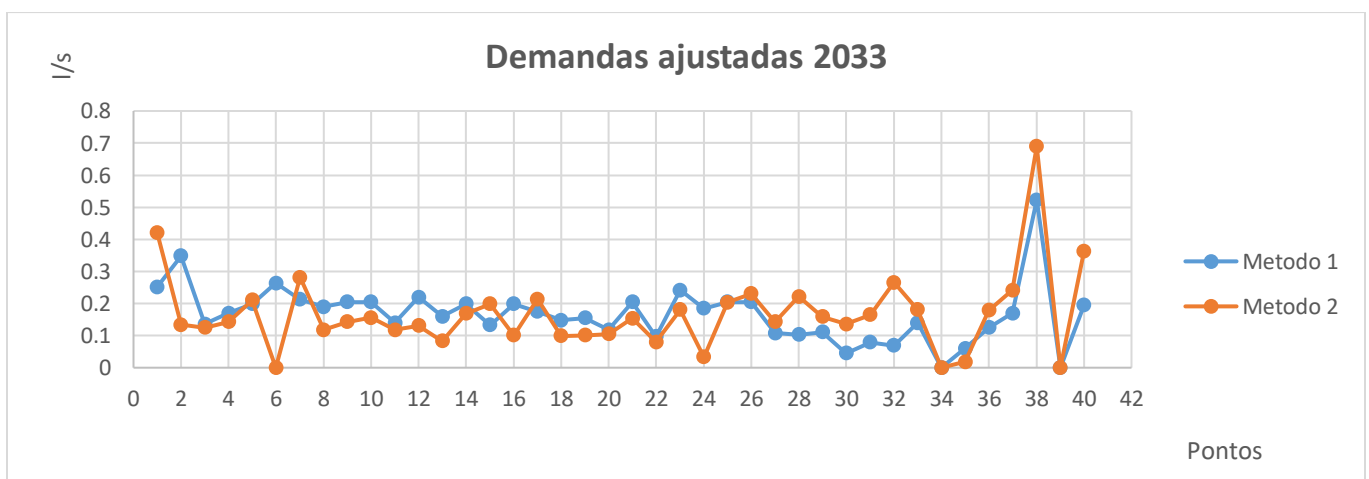


Gráfico 4: Comparação das demandas base (2033) para o cenário 1

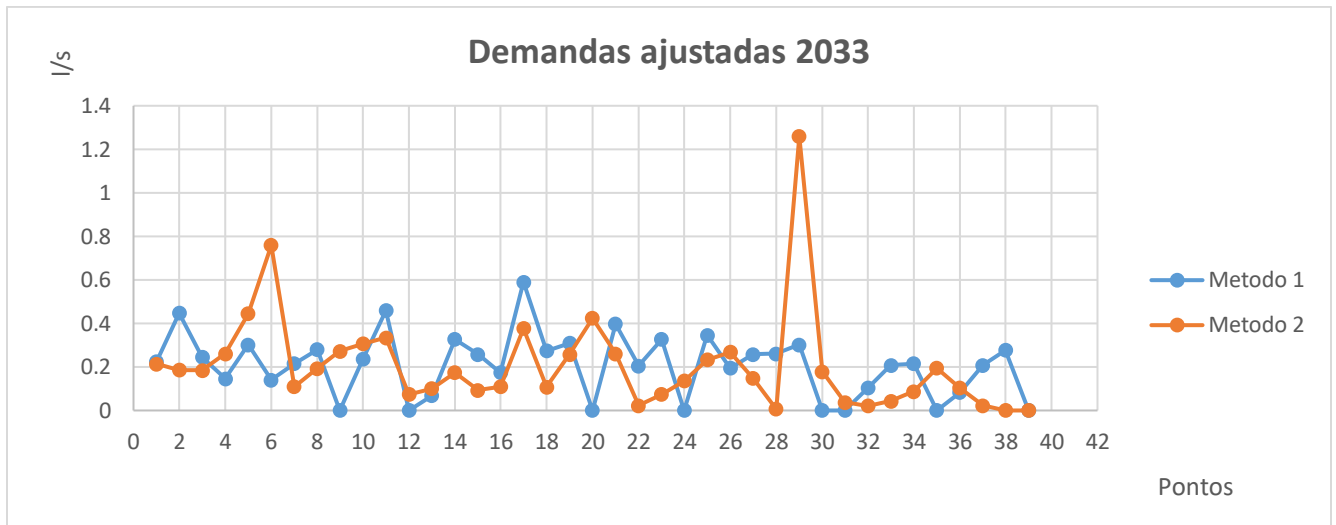


Gráfico 5: Comparação das demandas base (2033) para o cenário 2

No método 1, para os pontos onde a população se encontra presente em um número considerável, este método tende a apresentar um valor sobredimensionado em relação ao método 2, pois é devido a imprecisão na contagem das casas onde acaba-se por contar infraestruturas que nas imagens de satélite apresentam uma cobertura como a de uma casa, o que na realidade não é.

O método 2, tal como o método 1, apresenta desvantagens, por depender da área e densidade populacional da vila. Em áreas grandes onde o número de habitantes é muito pequeno, esta vai apresentar uma demanda elevada devido o valor da área.

Na vila de Zandamela, onde maior parte da população se encontra dispersa em áreas grandes, e a densidade populacional não se mostra uniforme em todas as partes da vila, opta-se pelo método 1, onde este apresenta um maior nível de precisão que o método 2.

No gráfico 5 é possível notar que no ponto 29 a sua área de influência, sugerida pelo polígono de Thiessen, é grande, que quando multiplicado com a densidade populacional da vila resulta em um número de habitantes muito elevado e conseqüentemente numa demanda muito elevada. Enquanto que no método 1, ao contar as casas é possível

observar que nessa área o número de habitantes é bastante inferior ao número que método 2 sugere.

Os resultados desta análise, o cálculo de consumos nos nós, são apresentados nos anexos 3, 4, 5 e 6.

### 7.8.3 Rede de distribuição proposta para o cenário 1

Como foi referido, no cenário 1, o reservatório elevado (R2) deverá abastecer toda a vila através de uma nova rede distribuição, mantendo-se a actual rede de emergência a ser abastecida pelo R1. A rede proposta deverá abranger cerca 3208 habitantes no início da exploração, em 2023, e, 3601 habitantes em 2043.

O número de fontanários previstos nesta nova rede é de 8 unidades.

A rede foi dimensionada para um caudal de cálculo de 1009,52 m<sup>3</sup>/dia, em 2043, o que corresponde 11.68 l/s. Este valor foi obtido através da soma do caudal de ponta instantâneo e caudal de perdas. A rede foi dimensionada para o factor de pico horário igual 3,10.

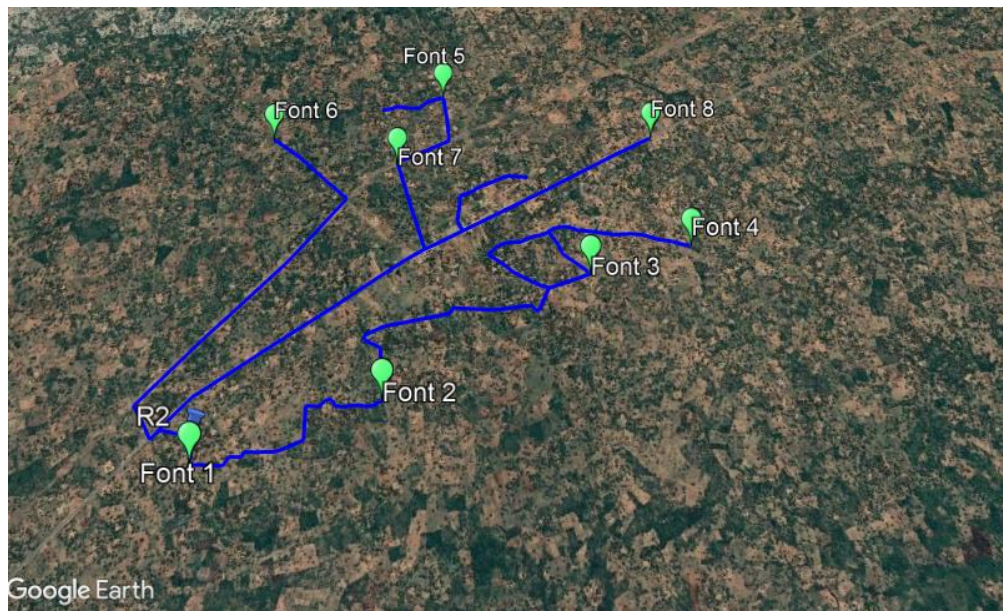


Figura 19: Rede de distribuição para o ano de 2033 no cenário 1

O mapa de implantação geral da rede do cenário 2 (para o horizonte do projecto), onde é apresentada a distribuição espacial das condutas, segundo os diâmetros, e os elementos especiais da rede (fontanários, válvulas de corte, ventosas e válvulas de descarga), é apresentado no anexo 1.

Assim, na tabela abaixo, apresenta-se as quantidades resumidas das tubagens da rede, para o horizonte de 10 e 20 anos. O comprimento total da rede é de 16,19 km, em 2033, e de 19,08 km, em 2043.

<b>Cenário 1</b>			
<b>2033</b>		<b>2043</b>	
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
50	4 678	50	7 566
63	5 405	63	5 405
75	1 390	75	1 390
90	2 376	90	2 376
110	2 042	110	2 042
125	286	125	286
140	10	140	10
<b>Total</b>	<b>16 187</b>	<b>Total</b>	<b>19 075</b>

Tabela 32: Diâmetros e comprimentos das condutas da rede do cenário 1, nos anos 2033 e 2043

#### 7.8.4 Rede de distribuição proposta para o cenário 2

Como foi referido, no cenário 2, propõe-se a construção de duas redes de distribuição independentes, uma abastecida pelo reservatório R1, existente no centro da vila, e outra rede abastecida pelo reservatório R2, por construir no ponto mais alto da vila.

O número total de fontanários previstos é de 8 unidades: 3 do subsistema 1, e 5 do subsistema.

O subsistema 1 deverá abranger cerca 2224 habitantes no início da exploração, em 2023, e 2496 habitantes em 2043. E o subsistema 2 deverá abranger cerca 1902 habitantes no início da exploração, em 2023, e, 2135 habitantes em 2043.

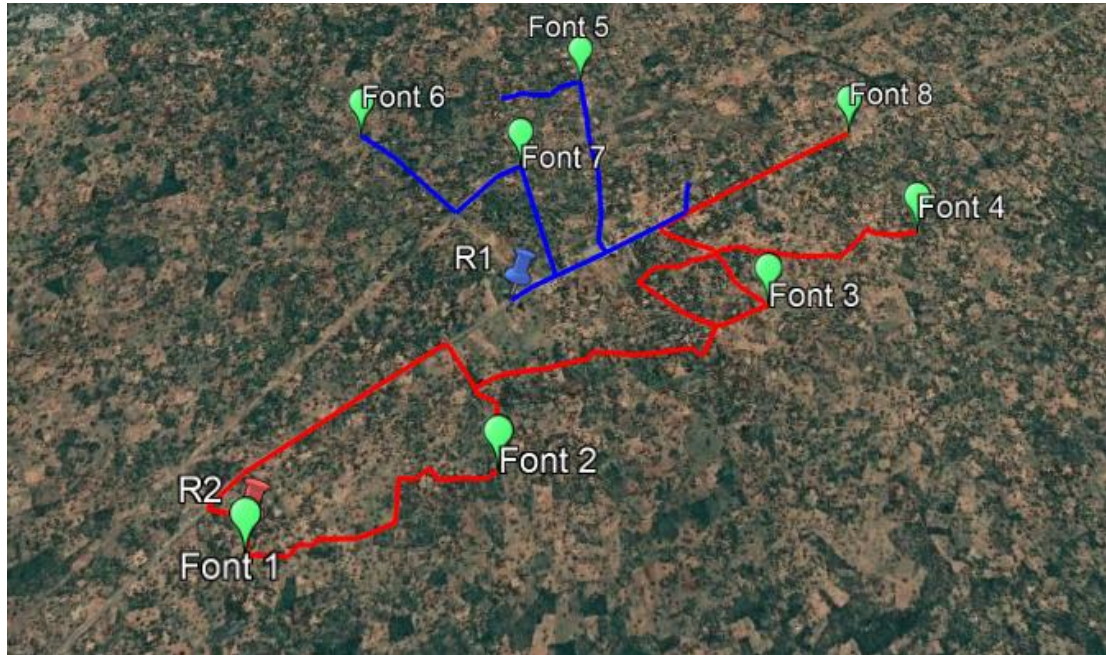


Figura 20: Rede de distribuição para o ano de 2033 no cenário 2

O mapa de implantação geral da rede do cenário 2, onde é apresentada a distribuição espacial das condutas, segundo os diâmetros, e os elementos especiais da rede (fontanários, válvulas de corte, ventosas e válvulas de descarga), é apresentado no anexo 2.

Assim, na tabela abaixo, apresenta-se as quantidades resumidas das tubagens da rede, para o horizonte de 10 e 20 anos. O comprimento total da rede é de 14,74 km, em 2033, e de 17,38 km, em 2043.

Cenário 2			
2033		2043	
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
50	3 523	50	6 180
63	4 425	63	4 425
75	3 181	75	3 181
90	3 305	90	3 305
110	290	110	290
<b>Total</b>	<b>14 724</b>	<b>Total</b>	<b>17 381</b>

Tabela 33: Diâmetros e comprimentos das condutas da rede do cenário 2, nos anos 2033 e 2043, nos 2 subsistemas



### 7.8.5 Análise das Pressões na Rede

No estudo de uma rede de distribuição deve-se considerar uma gama de pressões com que a água deve ser fornecida aos diferentes consumidores, que devem ser:

- as pressões mínimas em condições normais de funcionamento (sem ocorrência de incêndios);
- as pressões máximas a admitir na rede;
- as pressões mínimas em condições especiais (com ocorrência de incêndios);
- as flutuações máximas de pressão ao longo de um dia.

A pressão mínima que a rede deverá assegurar nos ramais de ligação dos diferentes consumidores refere-se à situação das horas de ponta, considerando o nível mínima da água no reservatório (ligeiramente superior ao valor da cota da soleira, 1m de altura).

Uma vez que o regulamento estabelece uma pressão mínima de 3 m.c.a para as ligações porta-quintal, e tratando-se de um sistema que a maior parte das ligações são do tipo porta-quintal, foi tomado este valor como sendo a pressão mínima na rede, exceptuando os nós dos fontanários em que a sua pressão mínima deve ser de 6 m.c.a, tal como indicado pelo regulamento.

As pressões máximas referem-se à uma situação sem distribuição de caudal, considerando o nível máximo da água no reservatório. O regulamento indica as seguintes condições de pressão:

- a pressão máxima - 600 kPa;
- flutuação da pressão máxima - 300 kPa.

Foi realizada a análise das pressões na rede, para os dois cenários, com recurso ao software Epanet 2.0, pois este demonstra-se bastante flexível em relação às mudanças de funcionamento, alteração de consumo, mudanças de níveis no reservatório, etc. Os resultados desta análise são apresentados nos anexos 7, 8, 9 e 10.

## 8 AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Estimou-se os custos para a implantação do sistema de abastecimento de água proposto para cada cenário. Uma lista resumida de quantidades é apresentada a seguir, com a descrição de cada uma das atividades para os diferentes componentes do sistema. Essa estimativa não inclui contingências ou impostos. As listas de quantidades mais detalhadas são apresentadas nos anexos 24 e 25.

ITEM	DESCRIÇÃO	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
		VALOR (MT)	VALOR (MT)
1	CAPÍTULO 1 - TRABALHOS GERAIS	3 348 630.84	3 348 630.84
2	CAPÍTULO 2 - CAPTAÇÃO	3 297 122.00	3 297 122.00
3	CAPÍTULO 3 - CONDUTAS ADUTORAS	3 359 273.54	3 382 648.54
4	CAPÍTULO 4 - INFRAESTRUTURAS NO CENTRO DISTRIBUIDOR	7 973 398.96	18 053 624.14
5	CAPÍTULO 5 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO	20 805 057.97	19 677 052.74
6	CAPÍTULO 6 - INSTALAÇÃO ELÉCTRICA	-	-
	TOTAL	38 783 483.31	47 759 078.26

Tabela 34: Resumo da lista de quantidades

Da análise deste último quadro facilmente se depreende que, para a primeira fase de exploração do projecto, a solução mais económica a implementar é o cenário 1. Nota-se que a maior diferença reside no item 4, o capítulo do armazenamento, em que o valor deste item no cenário 2 é aproximadamente 2 vezes maior que no cenário 1.

Apesar da diferença nos custos, os dois cenários foram concebidos para abastecer o mesmo número de habitantes, 4 371 habitantes em 2033. Tomando este número de habitantes pode-se então conhecer o custo de implementação por pessoa em cada um dos cenários. No cenário 1, o custo de implementação do projecto é de 8 872.91 MT por habitante e no cenário 2, é de 10 926.35 MT por habitante. Como era de se esperar, o custo de implementação do projecto é menor no cenário 1, apresentando uma diferença de 2 053 MT com o cenário 2.

Conhecendo o número de habitantes a abastecer e a sua respectiva demanda média diária, estima-se, a partir dos custos de implementação do projecto, que o custo da água por pessoa seja de 34.89 MT/m<sup>3</sup>, para o cenário 1, e 42.97 MT/m<sup>3</sup>, para o cenário 2.

Os valores aqui apresentados são relativos à primeira fase de exploração do projecto.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar de tentar aproveitar-se o máximo possível das infra-estruturas existentes na vila, no cenário 2, essa solução demonstrou-se mais onerosa para os primeiros 10 anos do projecto. Entretanto esta solução ainda apresenta a vantagem do novo sistema estar dividido em dois subsistemas completamente independentes, que em caso de avaria/reparação em um dos subsistemas, o outro subsistema não será afectado e ainda poderá abastecer água nas zonas privadas, mesmo que com distribuição por períodos e em zonas alternadas.

## 10 CONCLUSÃO

A partir do sistema existente na vila pôde-se elaborar dois distintos cenários possíveis de construir para o futuro sistema de abastecimento da vila, diferindo essencialmente no armazenamento e na rede de distribuição. Nos dois cenários tentou-se aproveitar cada componente do sistema existente, uma vez saber-se ter sido construído recentemente, no âmbito de obras de emergência, estando por isso em bom estado.

Isso demonstra a necessidade de se avaliar possíveis cenários na implementação do projecto, sempre tentando fazer o aproveitamento do que existe, caso seja avaliado como estando em bom estado. Isso permitirá tirar maior proveito do novo sistema a conceber. A existência de cenários na fase do projecto conceptual, permitirá fazer uma análise da eficiência de cada cenário, seus custos de construção bem como uma análise de sustentabilidade económica de cada um dos cenários previsto, de modo a se aconselhar qual será o cenário que deve ser implementado na fase do projecto executivo.

## 11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAUPERS, C. 2016 - *Apontamentos das Aulas Teóricas da Disciplina de Hidráulica I*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane.

HIPÓLITO, J. R., & CARMO VAZ, Á. 2017 - *Hidrologia e Recursos Hídricos* (3a ed.). Lisboa: IST Press.

SANTOS, A. J. *Bombas e Instalações Hidráulicas*. Engebook.

SOUSA, J. J., & SA MARQUES, J. A. 2011 - *Hidráulica Urbana Sistemas de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais* (3a ed.). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

RSPDADAR - *Regulamento dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais de Moçambique*.

CONSULTEC. 2021 – *Estudo de Vontade e Capacidade de Pagar para a Vila de Zandamela*. Moçambique.

SAJDI. 2017 – *Relatório do Levantamento da situação dos Sistemas de Abastecimento de Água*, Moçambique: Inhambane

ER AFRICA JOINT VENTURE. 2017 – *Manual Técnico para a Implementação de Projecto de Abastecimento de Água e Saneamento Rural*, Moçambique.

INE. 2007 – *Estatísticas Distritais*

INE. 2017 – *Estatísticas Distritais*

## 12 ANEXOS

- Anexo 1 - Mapa de implantação geral do cenário 1
- Anexo 2 - Mapa de implantação geral do cenário 2
- Anexo 3 - Cálculo dos consumos na Rede de Distribuição do Cenário 1 - 2033
- Anexo 4 - Cálculo dos consumos na Rede de Distribuição do Cenário 1 - 2043
- Anexo 5 - Cálculo dos consumos na Rede de Distribuição do Cenário 2 - 2033
- Anexo 6 - Cálculo dos consumos na Rede de Distribuição do Cenário 2 - 2043
- Anexo 7 - Análise de Pressões na rede do Cenário 1 - 2033
- Anexo 8 - Análise de Pressões na rede do Cenário 1 - 2043
- Anexo 9 - Análise de Pressões na rede do Cenário 2 - 2033
- Anexo 10 - Análise de Pressões na rede do Cenário 2 - 2043
- Anexo 11 - Análise de Velocidades na Rede do Cenário 1 - 2033
- Anexo 12 - Análise de Velocidades na Rede do Cenário 1 - 2043
- Anexo 13 - Análise de Velocidades na Rede do Cenário 2 - 2033
- Anexo 14 - Análise de Velocidades na Rede do Cenário 2 - 2043
- Anexo 15 - Desenho tipo de caixas para válvula de corte
- Anexo 16 - Desenho tipo de caixas para válvula de descarga
- Anexo 17 - Desenho tipo de caixas para ventosas
- Anexo 18 - Desenho tipo de maciços de ancoragem
- Anexo 19 - Detalhe de ligação domiciliar a rede
- Anexo 20 - Detalhe de fontanário
- Anexo 21 - Quiosque - desenho em planta
- Anexo 22 - Quiosque - desenho de vistas
- Anexo 23 - Quiosque - detalhes
- Anexo 24 - Mapa de quantidades do cenário 1
- Anexo 25 - Mapa de quantidades do cenário 2



**Universidade Eduardo Mondlane**  
**Faculdade de Engenharia**  
**Curso de Engenharia Civil**

Relatório de Estágio Profissional

**Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de  
Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela – Volume II**

**Autor:**

Gabriel Pedro Caleleiane Comé

**Supervisor:**

Eng. Carlos Caupers

Maputo, Março de 2022



**Universidade Eduardo Mondlane**  
**Faculdade de Engenharia**  
**Curso de Engenharia Civil**

Relatório de Estágio Profissional

**Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de  
Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela – Volume II**

**Autor:**

Gabriel Pedro Caleleiane Comé

Relatório de Estágio Profissional apresentado para  
satisfação parcial dos requisitos necessários à  
obtenção do grau de **Licenciado em Engenharia  
Civil.**

**Supervisor:**

Eng. Carlos Caupers



Relatório de Estágio Profissional apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane para obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Autor:

---

(Gabriel Pedro Caleleliane Comé)

Supervisor

---

(Eng. Carlos Caupers)



**Universidade Eduardo Mondlane**  
**Faculdade de Engenharia**  
**Curso de Engenharia Civil**

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante **Gabriel Pedro Caleleiane Comé**, entregou no dia 29 de Março de 2022, as duas cópias do seu relatório de Estágio Profissional intitulado **Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela**.

Maputo, Março de 2022

---

(A Chefe da Secretaria)

## **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Eu, Gabriel Pedro Caleleiane Comé, declaro por minha honra, que o presente trabalho do final de Curso em Engenharia Civil foi elaborado por mim próprio. Declaro que este relatório de Estágio Profissional não foi apresentado, para efeitos de avaliação, a qualquer outra entidade ou instituição, para além das diretamente envolvidas na sua elaboração. Declaro, finalmente, encontrar-me ciente de que a inclusão, neste texto, de qualquer falsa declaração terá consequências legais.

## **i. DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à toda comunidade da Massaca, uma comunidade em que poucos conseguem prosseguir com estudos e chegar no ensino superior. Dedico à estes que, por razões do destino, não conseguiram prosseguir com os seus estudos, ou por nunca terem frequentado a escola, que este trabalho e o meu percurso académico lhes sirva de motivação e inspiração para lutar pelos seus sonhos.

Dedico este trabalho também à minha sobrinha Kayana, que tem trazido alegria à nossa casa. Espero que um dia ela se inspire em mim tal como eu me inspiro na sua pureza para me tornar numa pessoa melhor.

## ii. AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Mónica Justina Maluleque e Pedro Caleleiane Nhanchudiane, pelo amor e por nunca medirem esforços para poderem proporcionar-me a melhor educação possível.

Aos meus irmãos e amigos pelo apoio e incentivo, especialmente à minha irmã Caleliana que desde sempre foi a minha maior apoiante.

Ao meu grupo de amigos da faculdade (Ayilton, Tarekh, Selmo, Victorino, Shueib, Anisah, Erik, Cláudio e Syntheo) pelo companheirismo e amizade, especialmente ao Ayilton Mota, ele que também participou desse estágio e juntos pudemos trocar muitas ideias, muito conhecimento, e com isso pudemos aprender muito um do outro.

Ao pessoal da CONSULTEC, em especial ao departamento de Águas, pelo carinho, pelo acolhimento, por oferecerem todas as condições necessárias para que este trabalho se tornasse real, e acima de tudo pela oportunidade que me foi dada.

Um enorme agradecimento ao Eng. Carlos Caupers, por sempre iluminar o meu caminho com as suas palavras, por sempre estar disponível para partilhar o seu conhecimento, não só comigo, mas com todos os seus estudantes, por ter acreditado em mim quando eu mesmo começava a duvidar de mim. Nada disto teria sido possível sem o seu apoio e carinho.

A todos, meus sinceros agradecimentos

Gabriel Pedro Caleleiane Comé

### iii. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A CONSULTEC – Consultores Associados, Lda. é uma empresa privada moçambicana, fundada em 1990, especializada na prestação de serviços de consultoria para projectos de engenharia nas áreas de Águas, Ambiente, Edifícios e Electricidade, Estradas e HSEQ (Saúde, Segurança, Ambiente e Qualidade).

A CONSULTEC é formada por uma equipa multidisciplinar altamente qualificada com mais de 100 profissionais, incluindo engenheiros de várias especialidades (civis, electrotécnicos, electromecânicos, do ambiente e agrónomos), biólogos, geólogos, sociólogos, economistas e arquitectos.

A CONSULTEC sob o lema “construir um futuro com responsabilidade”, tem como visão o desenvolvimento de projectos de engenharia e disciplinas afins, que melhorem a qualidade de vida das pessoas através da introdução, no tempo certo, de inovações tecnologicamente significativas, superando as expectativas dos Clientes, em permanente harmonia com a natureza, e tem a missão de se tornar um fornecedor líder de soluções nas áreas de engenharia e ambiente, e uma referência de competência técnica e seriedade para todos os nossos Parceiros e Clientes.

#### iv. RESUMO

A vila de Zandamela conta com um sistema público de abastecimento de água, construído no ano 2020, que não consegue dar resposta à toda procura de água na vila, devido ao carácter do projecto elaborado naquela época. Esse projecto, levado a cabo em 2020, com carácter de emergência devido a extrema carência de água naquela altura, pôde minimizar a carência de água na vila, beneficiando cerca de 22.8% da população da vila.

Após diversas análises tendo em conta este actual sistema público, no Volume I, o estagiário apresenta dois cenários possíveis a construir para o sistema futuro, em que apenas se aproveita do actual sistema público, o reservatório existente de 30 m<sup>3</sup> para o armazenamento da água no cenário 2, bem como o furo existente nos dois cenários.

No cenário 1, propõe-se a construção de um novo reservatório elevado, localizado no ponto mais alto da vila. Esse novo reservatório deverá abastecer toda a sua rede, por gravidade, com boas pressões em todos os seus pontos. O reservatório existente do actual sistema público, no centro da vila, deverá continuar a abastecer apenas a rede actual (de emergência). Tanto o reservatório existente no centro da vila, como o novo reservatório por construir, serão alimentados pelo furo existente no sistema público.

No cenário 2, propõe-se a construção de duas redes de distribuições completamente novas e independentes, em que uma das redes é abastecida pelo reservatório existente do actual sistema público, e a outra rede é abastecida por um novo reservatório, por construir, localizado no ponto mais alto da vila. Apesar dos dois subsistemas serem completamente independentes, deverá existir um ponto de ligação entre as duas redes, dotado de uma válvula de corte, que em condições normais permanecerá fechado, apenas aberta em caso de necessidade de reparação de parte de uma das redes dos referidos subsistemas ou manutenção e limpeza de um dos reservatórios o que possibilitará o abastecimento de água nas zonas privadas, mesmo que com distribuição por períodos e em zonas alternadas. O reservatório existente, para além de abastecer a nova rede, deverá continuar a abastecer rede de emergência existente. Tanto o

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA  
A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II**

reservatório existente no centro da vila, como o novo reservatório por construir, serão alimentados pelo furo existente no sistema público.

Neste Volume II visa-se fazer um estudo de sustentabilidade económica dos cenários concebidos no Volume I.



## ÍNDICE

i.	DEDICATÓRIA .....	6
ii.	AGRADECIMENTOS.....	7
iii.	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	8
iv.	RESUMO.....	9
1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJECTIVOS .....	18
2.1	Objectivo Geral .....	18
2.2	Objectivo Específico.....	18
3	METODOLOGIA .....	19
3.1	Ferramenta aplicável.....	19
4	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....	20
4.1	Pressupostos para a análise da sustentabilidade para os diferentes horizontes temporais .....	20
4.2	Tarifário que está a ser aplicado nas restantes Vilas.....	23
4.3	Conceito de sustentabilidade financeira.....	25
4.4	Fundos de Investimento e receitas. Quadro geral balizador da estrutura tarifária 26	
4.5	Condições contratuais com base no AR e QR CRA-AIAS. Margem. Indicadores de monitorização.....	27
4.5.1	Responsabilidade financeira pelos custos de expansão .....	28
4.5.2	Perdas a serem consideradas – físicas e comerciais.....	29
4.6	Pressupostos gerais usadas na análise financeira .....	29
4.6.1	População.....	30
4.6.2	Consumos per capita.....	31
4.6.3	Cobertura de Serviços.....	31

4.6.4	Preços fixos .....	32
4.6.5	Investimentos - Equipamento e extensão da rede de distribuição.....	33
4.6.6	Edifícios, construções e rede de distribuição.....	35
4.6.7	Pessoal.....	35
4.6.8	Energia .....	37
4.6.9	Produtos químicos.....	39
4.6.10	Pagamento de taxas .....	40
4.6.11	Perdas físicas e perdas comerciais.....	41
5	APLICACÃO DA FOLHA DE CÁLCULO PARA OBTER OS OUTPUTS .....	42
5.1	Cálculo das componentes de despesas.....	42
5.2	Peso do valor da Energia eléctrica no custo da Água.....	42
5.3	Peso do valor do Pessoal do Operador .....	45
5.4	Peso do valor do tratamento de água .....	47
5.5	Investimento a ser realizado pelo Operador .....	48
5.6	Resumo das Despesas do Operador na vigência do Contrato .....	50
5.7	Receitas do Operador .....	53
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	60
7	CONCLUSÃO .....	64
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da análise.....	23
-----------------------------------	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Despesas com Energia no cenário 1 .....	43
Gráfico 2: Despesas com Energia no cenário 2 .....	45
Gráfico 3: Evolução do pessoal do operador no cenário 1 .....	45
Gráfico 4: Evolução do pessoal do operador no cenário 2.....	46
Gráfico 5: Evolução do valor de investimento em tubagens no cenário 1 .....	49
Gráfico 6: Evolução do valor de investimento em tubagens no cenário 2.....	50
Gráfico 7: Despesas de operação e gestão do operador no cenário 1 .....	50
Gráfico 8: Despesas de operação e gestão do operador no cenário 2 .....	51
Gráfico 9: Custo real da água vs lucro do operador no cenário 1 .....	62
Gráfico 10: Custo real da água vs lucro do operador no cenário 2 .....	63

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Comparação do valor considerado por Baker, 2006 e dados actuais .....	23
Tabela 2: Tarifário aprovado em Agosto de 2018 .....	24
Tabela 3: Tarifas médias de referência .....	25
Tabela 4: Tarifas em vigor em sistemas similares na província de Inhambane .....	27
Tabela 5: Projecção da População no horizonte de Projecto.....	31
Tabela 6: Distribuição de serviços da rede ao longo do horizonte do projecto .....	32
Tabela 7: Preços fixos.....	32
Tabela 8: Comprimento de novas tubagens no cenário 1.....	34
Tabela 9: Comprimento de novas tubagens no cenário 2.....	35
Tabela 10: Tarifário da EDM (2021).....	37
Tabela 11: Consumos médios anuais de energia na Beira, Nampula, Maxixe em 2017 .....	38
Tabela 12: Consumo de produtos químicos nos sistemas na Beira, Nampula, Maxixe e Maputo em 2017 .....	40
Tabela 13: Dosagem e custo de produtos químicos a considerar.....	40
Tabela 14: Perdas físicas e comerciais que foram assumidas.....	41
Tabela 15: Custo de energia nos primeiros 10 anos do cenário 1 .....	42
Tabela 16: Custo de energia nos segundos 10 anos do cenário 1 .....	43
Tabela 17: Custo de energia nos primeiros 10 anos do cenário 2. ....	44
Tabela 18: Custo de energia nos segundos 10 anos do cenário 2 .....	44
Tabela 19: Custos do pessoal no cenário 1. ....	46
Tabela 20: Custos do pessoal no cenário 2. ....	47
Tabela 21: Custo dos químicos.....	48
Tabela 22: Custo de Investimento em novas tubagens no cenário 1 .....	48
Tabela 23: Custo de Investimento em novas tubagens no cenário 2.....	49
Tabela 24: Custos totais do operador nos primeiros 10 anos do cenário 1.....	51
Tabela 25: Custos totais do operador nos segundos 10 anos do cenário 1.....	52
Tabela 26: Custos totais do operador nos primeiros 10 do cenário 2 .....	52
Tabela 27: Custos totais do operador nos segundos 10 anos do cenário 2.....	53

Tabela 28: Lucro do operador no cenário 1, considerando as tarifas iniciais .....	54
Tabela 29: Lucro do operador no cenário 2, considerando as tarifas iniciais .....	55
Tabela 30: Receitas do Operador nos primeiros 10 anos do cenário 1.....	56
Tabela 31: Receitas do Operador nos segundos 10 anos do cenário 1.....	57
Tabela 32: Receitas do Operador nos primeiros 10 anos do cenário 2.....	58
Tabela 33: Receitas do Operador nos segundos 10 anos do cenário 2.....	59
Tabela 34: Lucro do operador no cenário 1, com a tarifa ajustada .....	61
Tabela 35: Lucro do operador no cenário 2, com a tarifa ajustada .....	61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

AIAS	-	Administração de Infraestruturas de Água e Saneamento
ARA	-	Administração Regional de Águas
CRA	-	Conselho de Regulação de Águas
DNAAS	-	Direcção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento
EDM	-	Electricidade de Moçambique
ETA	-	Estação de Tratamento de Água
FIPAG	-	Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água
IVA	-	Imposto sobre o Valor Acrescentado
MOPHRH	-	Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos
OMG	-	Operação, Manutenção e Gestão
KW	-	Quilowatts
Kg/m <sup>3</sup>	-	Quilograma por metro cúbico
Km	-	Quilómetro
KWh	-	Quilowatts-hora
KWh/m <sup>3</sup>	-	Quilowatts-hora por metro cúbico
m <sup>3</sup> /ano	-	Metro cúbico por ano
Mt	-	Metical
Mt/Kwh	-	Metical por quilowatts-hora
Mt/m <sup>3</sup>	-	Metical por metro cúbico
Mt/ml	-	Metical por metro linear

## 1 INTRODUÇÃO

Nos projectos de engenharia, que tenham como objectivo beneficiar uma fatia da população que carece de um certo serviço ou bem, e em particular num projecto de um sistema de abastecimento de água, não se deve apenas concentrar a atenção na vertente técnica, sendo necessário também, e principalmente, analisar a vertente de sustentabilidade financeira, de modo que possibilite que a população se beneficie dos serviços oferecidos pelo projecto, no período para o qual foi concebido por haver a garantia que seja sustentável considerando os custos de Operação e Manutenção.

Por isso que, a cada dia, os estudos de sustentabilidade financeira têm-se tornado cada vez mais indispensáveis nos projectos de engenharia. O estudo de viabilidade técnico-económico permite ao investidor verificar a sustentabilidade e a rentabilidade do projecto, antes da implantação do mesmo.

No presente relatório, responde-se ao que consta nos Termos de Referência, isto é, avalia-se a sustentabilidade financeira do sistema de abastecimento de água concebido no volume I do mesmo trabalho para a vila de Zandamela.

## **2 OBJECTIVOS**

### **2.1 Objectivo Geral**

Verificar a sustentabilidade financeira do sistema de abastecimento concebido no Volume I.

### **2.2 Objectivo Específico**

Verificar qual dos dois possíveis cenários a construir é mais economicamente viável para ser implantado.



### 3 METODOLOGIA

Para a produção deste trabalho foi usada a seguinte metodologia:

- Consulta bibliográfica;
- Consultas feitas ao docente e a técnicos da empresa;
- Consulta aos relatórios da CONSULTEC;
- Consultas à *internet*;
- Recolha de dados referentes a zona em estudo no Instituto Nacional de Estatística (INE);
- Uso das seguintes ferramentas informáticas:
  - ✓ Microsoft Word 2019 – para a digitação;
  - ✓ Microsoft Excel 2019 – para o cálculo e gráficos.

#### 3.1 Ferramenta aplicável

O estagiário aplicará, para esta análise, uma ferramenta-modelo desenvolvida pela empresa CONSULTEC para 3 vilas de Inhambane, nomeadamente Morrumbene, Jangamo e Inharrime, a pedido do UNICEF/AIAS para determinar a sustentabilidade financeira desses sistemas de abastecimento de água que tinham sido alvo de reabilitação. Esta ferramenta foi apresentada em 2018 ao CRA, AIAS, empresa de Águas da região de Maputo, bem como aos operadores seleccionados dos 3 sistemas acima mencionados, para exposição e treinamento no uso da ferramenta para determinação de tarifas e análise de sustentabilidade financeira de sistemas de abastecimento de água.

A ferramenta é baseada numa planilha em formato Excel, a qual permite, através da introdução de um número limitado de informações, obter, de forma rápida, as despesas, as receitas, os investimentos, os lucros e a tarifa média da água, as tarifas a aplicar e verificar se o sistema é sustentável financeiramente. Essa planilha contém também uma folha onde, através da adopção de tarifas diversas, por escalões, se pode simular até atingir essa sustentabilidade. Algumas dessas tabelas estão introduzidas parcialmente no texto deste Relatório, com gráficos que ajudam a perceber o que foi colocado em formato de tabelas.

## 4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

### 4.1 Pressupostos para a análise da sustentabilidade para os diferentes horizontes temporais

Na presente avaliação, não será tomado em consideração o custo do investimento inicial, para a construção do sistema de abastecimento de água. A experiência em outros projectos efectuados pela empresa CONSULTEC para o Estado, consideraram-se os factores de Manutenção e Operação como sendo os fundamentais para avaliar a sustentabilidade do sistema, sendo o investimento inicial da construção suportada pelo Estado como responsabilidade social. Assim, em todas as análises financeiras e simulações efectuadas, não se terá em consideração esse custo, mas sim os custos de Operação e Manutenção do sistema concebido.

Por outro lado, a solução encontrada para o sistema de abastecimento de água em termos de captação e rede de distribuição, é aquela que garante o mínimo de cobertura da população, pelo que não se põe a hipótese de cenários na fase de construção, para além dos que agora se apresenta. A avaliação que se faz considera apenas a análise em relação ao tipo de serviços do sistema, isto é, fazer variar por exemplo o número de ligações domiciliárias no início da operação do sistema reabilitado, de modo a ter maiores receitas para quem vai explorar o sistema. No entanto, qualquer solução que implique esse aumento terá de ser comparado com o Estudo da Vontade e Capacidade de Pagar, pois poderá ser que a população não esteja preparada para assumir os custos do consumo de água com esse tipo de serviços.

Um dos factores fundamentais para o cálculo da sustentabilidade financeira é o crescimento da população e a taxa de cobertura, isto é, o progresso do número de consumidores ligados ao sistema.

Outros factores que têm de ser considerados dizem respeito ao quadro de pessoal que irá ser empregue na operação, gestão e manutenção, às despesas administrativas, aos consumos-padrão de energia e de produtos químicos por m<sup>3</sup> de água tratada, à taxa de intervenção anual para manutenção de edifícios, equipamento e rede de tubagens. As

restantes despesas basearam-se nas taxas/tarifas em vigor para energia, a pagar ao Cedente, ao Regulador e à ARA-Sul.

Relativamente aos investimentos a serem feitos pelo Operador, foi admitido que, além da manutenção periódica dos equipamentos, seria na forma de extensão da rede de distribuição após a primeira década de exploração do sistema e na reposição do equipamento, ao fim do tempo de vida útil.

Do lado das receitas foram consideradas aquelas que vêm expressas no Contrato tipo do Operador e que dizem respeito à cobrança pelo consumo de água e às taxas fixas mensais das ligações. Uma vez que os utilizadores é que investem nas ligações, não se considerou o aluguer do contador. Não foram incluídas receitas de multas por diversas infracções, nem pequenas receitas relacionadas com vistorias, taxas de corte e religação, entre outras, por serem receitas contingenciais.

Os dados usados de consumo *per capita* corresponderam aos que são regulamentados, mas, pode acontecer que, na realidade, sejam inferiores e, daí, as receitas podem não ser as desejadas.

Os sistemas de abastecimento de água são normalmente desenhados para um horizonte de 20 anos, mas a sua implementação foi feita na medida das possibilidades financeiras existentes na altura da sua construção. No entanto, foram mantidos na fase de construção, os principais elementos do sistema, que foram projectados para um horizonte de 20 anos, elementos esses que acabam por ser os mais onerosos, deixando-se a ampliação da rede para se ir fazendo de forma progressiva.

Assim, a adutora, edifícios, reservatórios, foram construídos para o horizonte de longo prazo, enquanto o equipamento de bombagem na captação e tratamento serão instalados para servir a médio prazo, deixando preparada a construção para admitir a expansão das instalações eléctricas e motoras. Também a rede de distribuição foi construída sem atingir a extensão projectada, mas de modo a estar preparada para receber ainda muitas novas ligações e a ser ampliada, sem necessidade de estender a adutora principal.

A análise da sustentabilidade foi feita com base na análise dos seguintes pressupostos:

1. Custos detalhados de operação, manutenção e gestão do sistema, considerando a produção e distribuição dos volumes projectados para um período de 20 anos, divididos em etapas de cinco anos;
2. Estimativa das receitas relacionadas com a venda de serviços de fornecimento de água, incluindo perdas, aplicando a tarifa actual em vigor em outras vilas similares da província;
3. Investimentos necessários para manter o sistema e fazer as ampliações até ao horizonte do Projecto;
4. Capacidade do operador de amortizar o investimento feito por ele próprio.

Com base nos resultados obtidos nos itens acima descritos:

- a) Caso não seja sustentável a aplicação das tarifas em vigor nas vilas com as mesmas características da província, então devem ser determinadas as tarifas necessárias para cobrir os custos de OMG, face à capacidade de pagar por parte da população e às margens de lucro;

O esquema a seguir mostra os principais passos que se incluíram na análise:

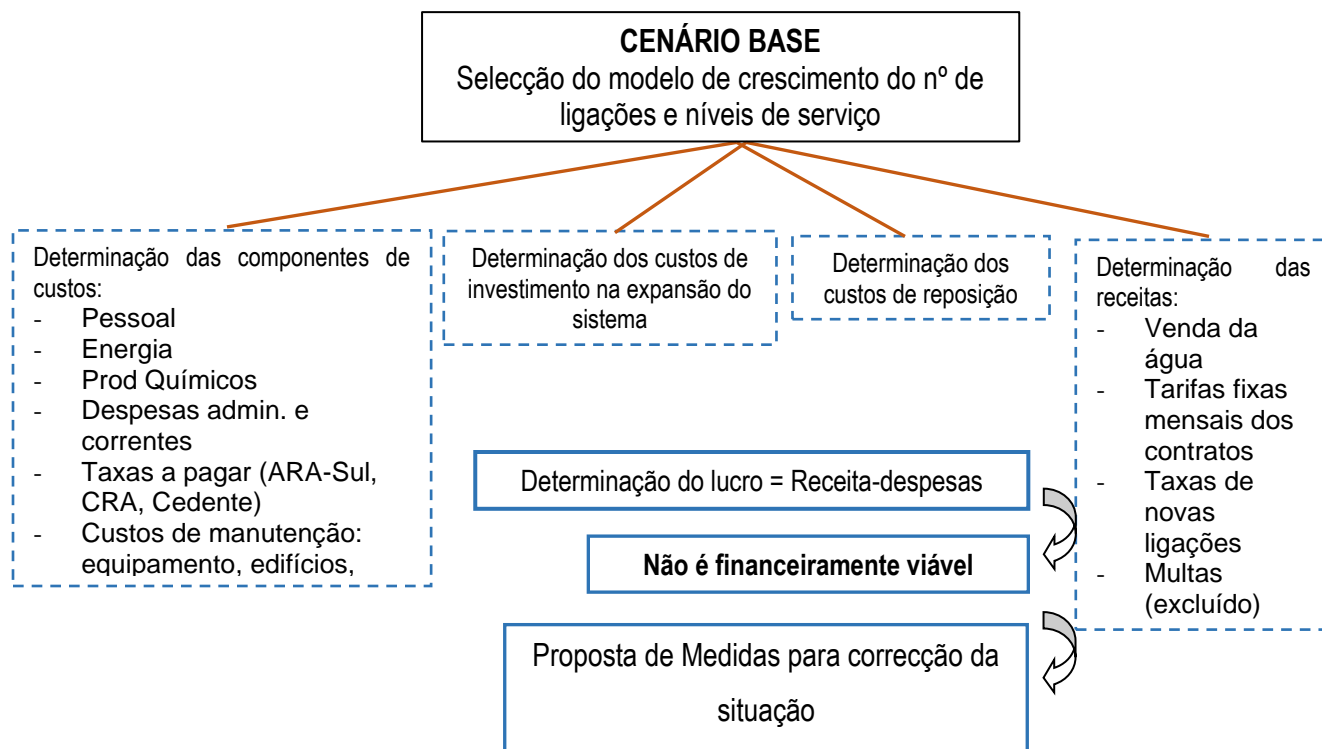


Figura 1: Esquema da análise.

#### 4.2 Tarifário que está a ser aplicado nas restantes Vilas

Num estudo elaborado por Michael Baker Jr, 2006, (*Urban Water Systems – Large Piped Systems and Provincial Capitals: Revised Technical/Operational Review and Interin Report 2*), eram propostos valores por escalões em função do valor do salário mínimo praticado na altura que era 3.700 Mt/mês. Para o ano de 2021, considera-se o salário mínimo como sendo igual a 7.246,72 Mt/mês (para pequenas empresas de distribuição de energia e água) e que se apresenta na tabela abaixo:

Valor mensal	Relatório Baker, 2006	Considerando salário mínimo 2021
Tarifário até 5 m <sup>3</sup>	222 Mt (3% x 2 salários mínimos)	435 Mt (3% x 2 salários mínimos)
Tarifário até 10 m <sup>3</sup>	409 Mt (5,53% x 2 salários mínimos)	801 Mt (5,53% x 2 salários mínimos)

Tabela 1: Comparação do valor considerado por Baker, 2006 e dados actuais

NOTA: Os valores não incluem o aluguer de contador

No entanto, a AIAS elaborou um documento, aprovado pelo CRA, que entrou em vigor em Agosto de 2018, fixando novas tarifas para 35 sistemas (Alto Molócuè, Ancuabe, Praia do Bilene, Caia, Chibuto, Espungabera, Gurué, Ilha de Moçambique, Inharrime, Jangamo, Mabalane, Malema, Mandlakazi, Massinga, Moamba, Mocímboa da Praia, Mocuba, Montepuez, Mopeia, Mueda, Nametil, Nhamatanda, Pebane, Ribáuè, Ulónguè, Vilanculos, Morrumbene, Mabote, Massingir, Milange, Chigubo, Guro, Nhamayabué, Chiúre, Homoíne), cujos valores são bem inferiores aos apresentados por Baker e que constam na tabela acima.

A tabela abaixo reproduz essas novas tarifas.

Sistema	Fonlândia	LIGAÇÕES DOMÉSTICAS E MUNICIPAIS				LIGAÇÕES NÃO DOMÉSTICAS (Público, comércio, indústria)		
		Taxa de disponibilidade Serviço	Consumo até 5 m <sup>3</sup>	Consumo superior a 5 m <sup>3</sup>		Taxa de disponibilidade de Serviço	Consumo mínimo 15 m <sup>3</sup>	Consumo acima do mínimo
				0 - 7 m <sup>3</sup>	Consumo superior a 7 m <sup>3</sup>			
		MT/ m <sup>3</sup>	MT/ mês	MT/ mês	MT/ m <sup>3</sup>	MT/ m <sup>3</sup>	MT/ mês	MT/ mês
Alto Molócuè, Ancuabe, Caia, Chibuto, Chigubo, Chiúre, Espungabera, Guro, Gurué, Mabalane, Malema, Morrumbene, Mabote, Massingir, Milange, Nametil, Nhamatanda, Nhamayabué, Pebane e Ribáuè .	10.00	50.00	104.00	22.58	34.00	150.00	510	34.00
Ilha de Moçambique	10.00	50.00	104.00	22.58	38.00	150.00	570	38.00
Praia do Bilene	10.00	50.00	106.00	22.58	42.00	150.00	630	42.00
Mandlakazi	10.00	50.00	108.00	22.58	46.00	150.00	683	46.00
Mocímboa da Praia	10.00	50.00	110.00	24.00	46.00	150.00	690	46.00
Inharrime, Jangamo, Homoíne, Massinga, Moamba, Mocuba, Montepuez, Mopeia, Mueda, Ulónguè e Vilanculo .	10.00	50.00	110.00	24.00	50.00	150.00	750	50.00

Tabela 2: Tarifário aprovado em Agosto de 2018

A referida Informação propõe que seja subsidiado o consumo doméstico que se situa até 7 m<sup>3</sup>/mês, para auxiliar as famílias de baixa renda. Nesse mesmo documento do CRA, a revisão tarifária tem em conta a capacidade e disponibilidade de todos os utilizadores para pagar pelos serviços prestados, incluindo a população mais carenciada ou com necessidades especiais, e apresenta-se as seguintes tarifas médias de referência:

Sistemas	Tarifa Média de Referência (MT/m <sup>3</sup> )
Alto Molócuè, Ancuabe, Caia, Chibuto, Chigubo, Chiúre, Espungabera, Guro, Gurué, Mabalane, Malema, Morrumbene, Mabote, Massingir, Milange, Nametil, Nhamatanda, Nhamayabuè, Pebane e Ribáuè .	31,00
Ilha de Moçambique	32,00
Praia do Bilene	33,00
Mandlakazi,	34,00
Mocímboa da Praia	35,00
Inharrime, Jangamo, Homoíne, Massinga, Moamba, Mocuba, Montepuez, Mopeia, Mueda, Ulónguè e Vilankulo	36,00

Tabela 3: Tarifas médias de referência

#### 4.3 Conceito de sustentabilidade financeira

A análise será feita para verificar se a gestão dos sistemas consegue atingir uma margem para gerar proveitos suficientes que cubram os custos de Operação, Manutenção e Gestão (OMG), assim como para cobrir os investimentos que são obrigação do Operador. Em particular, considerar-se-ão, nos 20 anos em análise, ciclos de 5 anos que serão os períodos de contratação de operadores privados, com especial atenção aos primeiros 5 anos.

As despesas de OMG abrangem as intervenções de rotina e as periódicas, bem como as extraordinárias de reparação e substituição em caso de avarias. Foram também consideradas as despesas de reposição do equipamento, ao fim do período de vida útil.

A avaliação do preço do m<sup>3</sup> de água é calculada com base no volume de água que é estimado como sendo pago, isto é, apenas o que contribui para a receita do Operador, descontando todas as perdas físicas e financeiras, enquanto os custos abrangem todas as despesas, independentemente destas perdas. Isto permite ter uma ideia mais realista do que podem ser os proveitos do Operador.

#### **4.4 Fundos de Investimento e receitas. Quadro geral balizador da estrutura tarifária**

A tarifa, segundo a legislação em vigor, baseia-se nos seguintes custos e lucros:

- a) Custos de exploração – despesas que assegurem o funcionamento do sistema (salários, lubrificantes, energia, custo da água bruta, produtos químicos, montagem de ligações, etc.).
- b) Custo de manutenção - despesas necessárias para evitar avarias (contratos de prestação de serviços para obtenção de peças sobressalentes, inspecção e revisão do equipamento, etc.).
- c) Custos de reparação – devem cobrir as despesas para repor o funcionamento normal dos equipamentos e infraestruturas (contratos de manutenção dos edifícios, fornecimento de peças, etc.) incluindo-se, por uma questão de simplificação, estes custos nos custos de manutenção.
- d) Custos de administração/gestão – despesas gerais não directamente relacionadas com a exploração do sistema como as despesas de rotina dos escritórios e procedimentos administrativos. Estes custos foram somados aos custos de exploração e designados por Custos de Operação e Gestão.
- e) Custos de reposição – despesas relacionadas à aquisição de equipamentos que deverão ser substituídos ao fim da vida útil.

A depreciação não será considerada no cálculo da tarifa.

O tarifário a ser analisado neste Relatório corresponde ao que estava em vigor na altura em que se iniciou o estudo de sustentabilidade para em Inhambane (Jangamo, Inharrime e Morrumbene), início de 2018. Ele tinha apenas 3 categorias de consumidores e não continha escalões. A tarifa compreendia 2 partes:

- a) Tarifa Fixa mensal - que se destina a cobrir os custos fixos, excluindo o aluguer do contador;
- b) Tarifa Variável - ou tarifa-base associada ao volume de água consumido e função do custo médio de produção.



Para uma primeira análise, o estudo é efectuado considerando as tarifas que estão em vigor na província de Inhambane, em sistemas similares, nomeadamente:

Tarifa do fontanário (Mt/m <sup>3</sup> )	10,00
Tarifa de consumo nas ligações domiciliárias. + torneira de quintal+cons. comercial/industrial (Mt/m <sup>3</sup> )	18,00
Taxa mensal fixa ligação t. quintal/domic.	50,00
Taxa mensal fixa ligação comercial/ind	150,00

Tabela 4: Tarifas em vigor em sistemas similares na província de Inhambane

#### 4.5 Condições contratuais com base no AR e QR CRA-AIAS. Margem. Indicadores de monitorização

Segundo o relatório do CRA, 2016 “Análise das Práticas e do Quadro Regulatório – Manual de Governança e Substâncias Regulatórias”, o estabelecimento de tarifas dos sistemas da AIAS é feito caso a caso, ao contrário do que se passa com os sistemas do FIPAG. A gestão do sistema em análise está a ser efectuado pela DNAAS e não pela AIAS, mas considera-se que o procedimento deverá ser o mesmo. Considera-se que finalizados os trabalhos de investimento no sistema, a entidade é responsável por lançar um concurso público para a contratação de um operador, que decorre num período de 60 dias, ao abrigo do regulamento relativo às contratações públicas do Decreto n.º 15/2010, de 24 de Maio. Anexo ao contrato com o Operador está o Quadro Regulatório que estabelece os serviços mínimos que o operador terá de respeitar, bem como o valor da Tarifa Normativa Inicial, que será fixada tendo em conta esta análise financeira.

O Operador que assina o contrato fica obrigado a fazer o registo da informação necessária para a Revisão da Informação de Gestão, relativa aos custos de exploração do sistema durante os primeiros seis meses de actividade. Findo este período, a informação de gestão recolhida pelo operador e posteriormente nos anos seguintes também os relatórios de contas, são submetidos para análise da DNAAS que, com base na validação dos dados, elabora uma proposta de ajustamento tarifário para o sistema de abastecimento de água em questão, com base na variação do Índice de Preços no

Consumidor (IPC), custos de energia e outros factores que forem considerados importantes.

O documento do CRA, 2016 indica que as tarifas devem cobrir os custos operacionais e permitir a expansão dos sistemas para atingir os objectivos fixados pelo Governo.

Indica ainda que *“os custos de novas ligações dos sistemas regulados, têm preços máximos definidos pelo CRA (4.900 Mt/ligação nos sistemas da AIAS e 2.000 Mt/ligação nos sistemas do FIPAG), que os utilizadores podem pagar a prestações, e cujo objectivo é o de estimular a adesão dos utilizadores aos sistemas, principalmente em zonas peri-urbanas”*. Com este valor tão elevado, é natural que haja um retraimento dos possíveis beneficiários dos sistemas secundários e seja necessário arranjar um mecanismo que estimule as novas ligações dos sistemas, logo após a conclusão das suas obras, as quais devem contemplar um número de ligações que assegurem, de imediato, uma sustentabilidade do sistema.

#### **4.5.1 Responsabilidade financeira pelos custos de expansão**

Uma das questões importantes para o cálculo da sustentabilidade, é a quem cabe a responsabilidade financeira pelos custos de expansão da rede e da amortização do património. A expansão da rede, até certos limites, será da responsabilidade do Operador. Os limites não são fixados na legislação geral sobre Implementação das Modalidades de Gestão dos Pequenos Sistemas de Abastecimento de Água, cabendo a sua fixação caso a caso.

Para este Relatório não foram considerados estes limites, uma vez que não se sabe se a extensão será na rede secundária ou terciária e foi imputada a extensão da rede nas despesas de investimento do Operador.

#### **4.5.2 Perdas a serem consideradas – físicas e comerciais**

De acordo com bibliografia consultada, as perdas físicas, incluem aquela água que não pode ser facturada porque é usada/perdida dentro da própria ETA (água de lavagem dentro da estação de captação/tratamento e reservatórios), ligações clandestinas, fugas nas condutas desde a adutora até aos contadores, transbordo de reservatório, interrupções por avarias, etc.

A falta de medição dos volumes fornecidos, ao longo da rede também não permite uma análise detalhada das perdas físicas. Por outro lado, é quase impossível medir as perdas físicas reais, já que seria necessário controlar o caudal e pressão em vários locais e ao mesmo tempo.

As perdas podem ser também de carácter comercial, ou seja, água que não se consegue facturar, daquela que é captada. No entanto, há que considerar que há serviços que por norma, dada a sua natureza, pagam com muita irregularidade, ou mesmo não pagam, tais como centros de saúde, escolas, polícia e outras instituições do estado. As perdas comerciais dependem do número de devedores e de insuficiências de gestão e controlo, dificuldade de facturar toda a água vendida, deficiente funcionamento de contadores, assumindo-se um valor constante em todo o período de 20 anos.

#### **4.6 Pressupostos gerais usadas na análise financeira**

Neste estudo foram tomados alguns pressupostos, obtidos com base em estudos de outros sistemas, bem como em literatura relacionada com o assunto.

Com base em estudos anteriores, concluiu-se que o factor mais importante que garante a sustentabilidade financeira do sistema é o número de beneficiários que possam gerar uma receita que cubra as despesas de operação, manutenção, gestão, sem incluir o lucro do Operador.

O consultor considerou a situação mais realista possível no que diz respeito a:

- ✓ O número de ligações a fazer no horizonte do projecto;

- ✓ O número da população que de facto está a ser abastecida por fontanários.

Por forma a compreender os vários factores que podem justificar se o sistema é ou não sustentável financeiramente, considerou-se um cenário que mais se aproximasse da realidade e tendo em atenção os resultados do estudo da Vontade e Capacidade de Pagar.

Esta avaliação é feita tendo como base duas análises:

- a) **Análise 1** – Avaliar a sustentabilidade económica do sistema, mantendo o número de ligações no início e a efectuar pelo Operador do sistema ao longo do tempo de operação do mesmo, considerando as percentagens ao longo dos anos dos serviços prestados pelo sistema, considerados neste estudo de concepção;
- b) **Análise 2** – Estudar como fazer variar as tarifas que se propõe praticar, de modo a fazer com que o sistema seja sustentável durante o tempo de vida útil.

Os principais pressupostos a serem usados neste estudo estão descritos a seguir, para cada item:

#### 4.6.1 População

- ✓ O índice de crescimento da população foi indicado no volume I deste trabalho, que foi de 0,58%;
- ✓ Agregado familiar de 4,5 pessoas, em conformidade com o Estudo da Vontade de Pagar.

O sistema está a ser projectado para um horizonte de projecto de 20 anos, considerando o ano 2023 como sendo o ano 0, portanto a análise é feita até o ano 2043.

Para o cálculo da projecção da população da Vila da Zandamela, utilizou-se o método geométrico, com base nisso, obteve-se os seguintes valores:

#### Projecção da População no horizonte de Projecto

Ano	2023	2033	2043
População	4125	4372	4633

*Tabela 5: Projecção da População no horizonte de Projecto*

#### **4.6.2 Consumos per capita**

Os consumos por tipo de utilização coincidem com os usados no projecto executivo, extraídos do Regulamento de Sistemas Públicos de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (RSPDADAR):

- ✓ Fontanários – 30 litros/hab/dia;
- ✓ Torneiras de quintal – 50 litros/hab/dia;
- ✓ Domiciliar – 125 litros/hab/dia.

#### **4.6.3 Cobertura de Serviços**

Ao nível dos projectos executivos, por se tratar do dimensionamento de infra-estruturas, é natural considerarem-se níveis de cobertura de 100% da população no horizonte do Projecto. Na prática, de acordo com levantamentos feitos em diversos sistemas em funcionamento, chega-se à conclusão de que a cobertura, mesmo passados alguns anos de funcionamento, fica bem distante dessa meta. São diversas as causas deste facto, sendo as principais:

- ✓ Falta de capacidade financeira por parte da população para custear a ligação, que normalmente é da responsabilidade do consumidor a partir do momento que o sistema começa a operar;
- ✓ Localização muito dispersa da população que faz com que num ramal o número de ligações ou beneficiários é inferior ao previsto;
- ✓ Existência de poços/furos/linhas de água onde não se paga pela água ou se paga muito pouco, sendo fontes alternativas que a população não deixa de usar;
- ✓ Existência de operadores privados desde alguns anos.

O relatório do CRA de 2015 indica que, para 15 sistemas urbanos/municipais analisados, a cobertura média era de 48% excluindo os fontanários, ou 58% incluindo estes, considerando 300 pessoas/fontanário, sendo a meta de cobertura a atingir, a curto prazo, de 60%. Apenas 3 sistemas apresentaram valores acima desta percentagem. Os Objectivos do Desenvolvimento do Milénio (ODM) indicavam a meta de 70% para 2015. No entanto, considera-se que o projecto será feito para 100% da população da vila, mesmo que não venham a ser ligados todos os habitantes pelos motivos acima mencionados.

No estudo considerou-se um crescimento gradual da cobertura até ao fim dos 20 anos, de acordo com o previsto no projecto de concepção. Assumiu-se que a maioria das famílias preferirá gradualmente aderir à ligação de torneira de quintal em vez de ir ao fontanário, estendendo, lentamente, a rede para o interior da casa. Os tipos de serviço ao longo do ano constam na tabela 5.

Ano	Fontanário (%)	Quintal (%)	Domiciliar (%)
2023	60	39	1
2033	45	50	5
2043	25	60	15

Tabela 6: Distribuição de serviços da rede ao longo do horizonte do projecto

#### 4.6.4 Preços fixos

Foram considerados preços fixos para todos os itens, durante o período de análise de 20 anos, com comentários sobre alterações previsíveis nos itens de maior peso, na estrutura de custos, como é o caso da inflação.

Nesses custos fixos estão incluídos os seguintes (custos de Operação):

Taxa do regulador (%)	2,0%
Pagamento ARA (taxa anual fixa) (Mt)	9600,00Mt
Pagamento ARA (taxa anual variável/m <sup>3</sup> )	0,08
Taxa ao cedente (Mt por volume facturado) (%)	12%

Tabela 7: Preços fixos

#### 4.6.5 Investimentos - Equipamento e extensão da rede de distribuição

Um dos investimentos por parte do Operador, compreendem a extensão da rede. Em relação às ligações, incluindo acessórios e a extensão do tubo copolene (que vai da rede terciária até ao quintal do consumidor) são por conta do beneficiário, segundo a Deliberação 1/2008 de 4 de Junho sobre Modelo de Contrato de Abastecimento de Água para os sistemas de Gestão Delegada, a qual também se aplica a estes sistemas. Por consequência, o valor correspondente ao aluguer dos contadores, também não foi considerado como receita. Portanto, um dos investimentos considerados são os que dizem respeito à rede de distribuição a partir de 2033, de acordo com o mencionado no ponto.

Por outro lado, os equipamentos electromecânicos tais como bombas, postos de transformação, misturadores, terão uma vida útil variável de 10 a 20 anos, ao fim dos quais têm de ser substituídos, sendo os custos desta reposição considerados como sendo responsabilidade do operador. Nesta análise foram considerados os seguintes equipamentos a repor:

a) No cenário 1:

- uma bomba submersível (vida útil = 10 anos);
- uma bomba de recalque entre depósito apoiado e elevado (vida útil = 10 anos);
- um doseador de cloro (vida útil = 10 anos);
- Acessórios-bóias, válvulas, ventosas, caudalímetros (vida útil = 10 anos).

b) No cenário 2:

- uma bomba submersível (vida útil = 10 anos);
- um doseador de cloro (vida útil = 10 anos);
- acessórios-bóias, válvulas, ventosas, caudalímetros (vida útil = 10 anos).

Para esta análise, os encargos anuais com reparações e manutenção dos equipamentos acima mencionados foram considerados e estimados como uma percentagem anual do seu custo.

Não se consideraram valores para amortização do equipamento.

Está prevista a abertura de mais 1 furo no ano 11 (2034) para cobrir as necessidades nos segundos 10 anos do sistema, devidamente equipado com uma bomba submersível. No entanto, estes custos não estão sendo considerados como sendo suportados pelo Operador.

Quanto à extensão da rede, constata-se que a que vai ser construída durante a empreitada, será a rede prevista para o ano 2033, que é de cerca de 16,2 Km, para o cenário 1, e 14,74 Km, para o cenário 2. No entanto, com o crescimento da população, para o cenário 1, a rede em 2043 deverá ter 19,08 Km, isto é, mais 2.89 Km do que a rede a construir na primeira fase, de acordo com o projecto conceptual. E para o cenário 2, a rede em 2043 deverá ter 17,38 Km, isto é, um acréscimo de cerca de 2.64 km na rede a construir na primeira fase, de acordo com o projecto conceptual.

Para efeitos de avaliação, colocou-se na planilha de cálculo, a extensão gradual da rede a partir de 2034 até 2042, chegando a esse ano com os 2.89 Km instalados, para o cenário 1, e 2.64 km, para o cenário 2, como sendo responsabilidade do Operador. Isso irá permitir avaliar se o sistema será sustentável mesmo considerando essas despesas por parte do Operador, isso tendo em atenção os valores aplicados na presente data. Tendo em conta a lista de quantidades e estimativa de custos, esse valor adicional deverá ter um custo médio por Km de 1.290 Mt/ml, para o cenário 1, e de 1340 Mt/ml de conduta, para o cenário 2.

Ano	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	total
Comprimento de novas tubagens (m/ano)	288.8	288.8	288.8	288.8	288.8	288.8	288.8	288.8	288.8	288.8	2888

Tabela 8: Comprimento de novas tubagens no cenário 1.



Ano	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	total
Comprimento de novas tubagens (m/ano)	265.7	265.7	265.7	265.7	265.7	265.7	265.7	265.7	265.7	265.7	2657

Tabela 9: Comprimento de novas tubagens no cenário 2

#### 4.6.6 Edifícios, construções e rede de distribuição

- ✓ Nesta rubrica consideraram-se os edifícios e outros objectos da construção civil que incluem a rede de distribuição de água e seus acessórios;
- ✓ Admitiram-se encargos anuais com intervenções de rotina como: conserto de fugas, substituição de acessórios, reabilitação de itens da construção civil como ferragens e elementos em ferro, pinturas, no edifício onde estão instaladas bombas, clorinadores ou mesmo no edifício utilizado pelo operador como escritórios e atendimento público (que podem ser alugados, cedidos ou construídos de raiz), etc;
- ✓ Não se consideraram valores para amortização.

Neste sub-capítulo, entra-se com as despesas de escritório/ano, nomeadamente custos de arrendamento de instalações para o Operador, gastos em material de escritório, água, luz, artigos de limpeza, apetrechamento de ferramentas de trabalho, etc. Além deste item, coloca-se uma verba para combustível destinado aos meios circulantes, para viatura ou motorizada, para quem faz a manutenção e leituras.

#### 4.6.7 Pessoal

Os custos com pessoal foram estimados com base nos preços de mercado para a construção civil (MOPHRH publica periodicamente os salários em vigor em todas as províncias para efeito de revisão de preços de empreitadas) e por semelhança com salários doutras profissões equiparáveis, acrescentando 15% de encargos diversos, como INSS, impostos, pagamento de férias, subsídio de alimentação e outros.

O pessoal inicialmente considerado será o mínimo para cobrir as necessidades. O valor considerado como *standard* pelo CRA é de 10 trabalhadores/1.000 ligações. Este número vai crescendo à medida que cresce o número de consumidores. Para tal teve-se em conta o facto de a área de abrangência do sistema ser pequena e também que se iria cumprir um programa de manutenção preventiva, para evitar a reposição antecipada de equipamento, antes da vida útil;

Incluiu-se o emprego de pessoal temporário para operações específicas, para o que se admitiu uma percentagem de 1% do total do valor em salários que, inicialmente, daria dois salários mínimos mensais (em vigor no início de 2018), crescendo nessa proporção consoante o aumento dos encargos com o pessoal.

Considerando o tamanho da rede e abrangência do sistema, tomou-se em consideração o seguinte pessoal possível de ser utilizado pelo Operador que venha a ser seleccionado:

a) para o cenário 1:

- ✓ Gestor que fará a gestão técnica e financeira do sistema (técnico médio de gestão ou construção civil): 28.200,00 Mt
- ✓ 1 canalizador: 7.247,00 Mt
- ✓ 1 electricista: 7.247,00 Mt
- ✓ 1 administrativo(a): 6.800,00 Mt
- ✓ 1 leitores/assistentes: 5.000,00Mt
- ✓ 1 Guardas: 5.500,00Mt

b) para o cenário 2:

- ✓ Gestor que fará a gestão técnica e financeira do sistema (técnico médio de gestão ou construção civil): 28.200,00 Mt
- ✓ 1 canalizador: 7.247,00 Mt
- ✓ 1 electricista: 7.247,00 Mt
- ✓ 1 administrativo(a): 6.800,00 Mt
- ✓ 2 leitores/assistentes: 5.000,00Mt
- ✓ 2 Guardas: 5.500,00Mt

Os salários considerados tiveram em conta a Tabela de salário mínimo no ramo de produção e distribuição de água válido a partir de 1 de Agosto de 2021.

#### 4.6.8 Energia

Os custos de energia foram estimados a partir do tarifário da EDM válido para 2021, confirmado com a facturação real do Operador, de acordo com o seguinte tarifário, com 3 componentes:

- taxa fixa por instalação;
- pela capacidade instalada;
- por kWh consumido.

Categoria de Consumidores	PREÇO DE VENDA POR CATEGORIA TARIFÁRIA		Taxa fixa (Mt)
	(Mt/kWh)	(Mt/kW)	
Grandes consumidores BT (GCBT)	5.74	441.12	683.29
Média Tensão (MT)	4.78	497.03	3,207.25
Média Tensão Agrícola (MTA)	2.72	313.29	3,207.25
Alta Tensão (AT)	4.70	600.10	3,207.25

Tabela 10: Tarifário da EDM (2021)

O que a EDM factura são 3 tipos de energia:

- energia activa;
- energia reactiva;
- energia de ponta.

É importante a forma como se efectua a gestão dos equipamentos, ou seja, o modo como se colocam em funcionamento, para não haver cargas excepcionais acumuladas no

arranque dos mesmos. As bombas, por exemplo devem arrancar com intervalos e o sistema de controle está desenhado para tal, sendo necessário vigiar o seu bom funcionamento.

Assim, o factor de ponta influencia o valor a pagar, mas não varia muito, se o Operador não trocar de equipamento. A este valor é aplicado o segundo valor da tarifa de 497,03 Mt (valor tabelado excluindo o IVA).

Além destas parcelas ainda é cobrado um valor fixo pela instalação igual a 3.207,25 Mt (sem IVA). O IVA será aplicado no fim.

Para estimar o consumo de energia por unidade de volume de água captada, consultaram-se os seguintes elementos:

- 1) *Energy for Conventional Water Supply and Wastewater Treatment in Urban China: A Review, July 2017* - Autores: Kate Smith, Shuming Liu;
- 2) Abastecimento de água à Beira, Nampula e Maxixe.

Apenas para comparação, os documentos consultados referem-se aos consumos de energia nestas 3 cidades, fornecidos pelo FIPAG e referentes à produção em 2017, que indicam os consumos médios anuais em kWh/m<sup>3</sup> mostrados na tabela abaixo:

CIDADE	Consumo de energia pelo volume de água captada (Kwh/m <sup>3</sup> )
Beira	0,31
Nampula	0,48
Maxixe	0,55

Tabela 11: Consumos médios anuais de energia na Beira, Nampula, Maxixe em 2017

Nos dois cenários, o sistema a instalar na vila deverá ter equipamento electromecânico nomeadamente uma bomba do furo (nos primeiros 10 anos), devendo ser 2 na segunda década de funcionamento do sistema. Para além destas bombas, deverá ser considerada a bomba doseadora, misturador, para além da instalação eléctrica para alguns candeeiros de iluminação, junto dos furos e do centro de distribuição (CD). Para o cenário 2, deverá ser considerada também a bomba de elevação do reservatório apoiado para o elevado instalado no CD 1.

Para o cenário 1, considerando a bomba submersível do furo para um caudal de  $Q = 13,6 \text{ m}^3/\text{h}$  e  $H_t = 200\text{m}$ , pode-se estimar uma potência de 7,5 Kwh. Adicionando cerca de 0,55 Kw para a bomba doseadora e misturador, perfaz cerca de 8,05 kwh. Pode-se majorar mais 10% para considerar consumos de iluminação, 8,855 Kw. Como o volume de água tratada deverá ser na ordem dos  $13,6 \text{ m}^3/\text{h}$  de funcionamento do equipamento, então o valor  $\text{KWh}/\text{m}^3$  é estimado em 0,65.

Para o cenário 2, considerando a bomba submersível do furo para um caudal de  $Q = 13,6 \text{ m}^3/\text{h}$  e  $H_t = 184 \text{ m}$ , pode-se estimar uma potência de 7,5 Kwh. Adicionando a bomba do reservatório apoiado para o levado, com  $Q = 13,6 \text{ m}^3/\text{h}$  e  $H = 15 \text{ m}$ , corresponde a uma potência de 2,2 Kwh. Adicionando cerca de 0,55 Kw para a bomba doseadora e misturador, perfaz cerca de 10,25 kwh. Pode-se majorar mais 10% para considerar consumos de iluminação, 11,275 Kw. Como o volume de água tratada deverá ser na ordem dos  $13,6 \text{ m}^3/\text{h}$  de funcionamento do equipamento, então o valor  $\text{KWh}/\text{m}^3$  é estimado em 0,83.

#### **4.6.9 Produtos químicos**

O produto químico a usar é o hipoclorito de cálcio (Cloro). Por se tratar de uma captação de água subterrânea, prevê-se apenas a utilização de hipoclorito de cálcio, (HTH em pó).

A quantidade de produtos que é consumida no tratamento por cada  $\text{m}^3$  de água pode variar ao longo do ano, caso seja captação superficial, o que não é o caso. Isto porque a qualidade depende da época das chuvas ou época de estiagem. Assim, por se tratar de água subterrânea, assume-se não ser necessário tratamento com outros produtos que não seja o cloro em pó e pode-se considerar um consumo praticamente constante ao longo do ano. Pode-se, no entanto, com base na experiência de outros sistemas, ter as quantidades médias de produtos químicos para tratamento de cada  $\text{m}^3$  de água. Na tabela a seguir, mostra-se os valores médios de cloro por cada litro de água tratada, mas deve-se considerar que em qualquer das cidades, o abastecimento é garantido por meio

de água superficial e não subterrânea. Por norma, esta fonte precisa de menos cloro que para água superficial.

CIDADE	Consumo de HTH (g/l)
Beira	0,003
Nampula	0,001
Maxixe	0,002
Maputo	0,0003 +0,006 de cloro gasoso

Tabela 12: Consumo de produtos químicos nos sistemas na Beira, Nampula, Maxixe e Maputo em 2017

Os preços a considerar para estes produtos são os praticados no mercado. A dosagem destes produtos químicos foi baseada em bibliografia e estatísticas de sistemas como Beira, Nampula, Maxixe e Maputo, uma vez que não é conhecida ainda a qualidade da água subterrânea que se poderá encontrar na vila em estudo. Considerou-se para este estudo o valor de 0.0015 kg/m<sup>3</sup> de cloro para o tratamento de água do sistema.

Os valores assumidos nesta análise para dosagem e preço unitário foram:

Item	Dosagem (Kg/m <sup>3</sup> )	Custo Unitário (Mt/kg)
Hipoclorito de cálcio (HTH)	0,0015	250

Tabela 13: Dosagem e custo de produtos químicos a considerar

Apenas com ensaios regulares da qualidade da água bruta e da água tratada é que se poderá chegar aos valores mais correctos das dosagens desses produtos, protegendo a população de problemas de saúde por excesso ou por falta deste produto na água distribuída.

#### 4.6.10 Pagamento de taxas

Foram considerados os pagamentos às seguintes entidades:

- ARA-Sul, para água não regularizada, dentro da área de jurisdição da UGBS, através do tarifário de 2016, com um valor fixo de 800 Mt/mês e um variável de 0,08 Mt/m<sup>3</sup> de água captada;

- Taxa ao regulador de 2% da receita bruta anual
- Taxa ao Cedente de 12% do valor facturado pelo Operador, com isenção nos primeiros 6 meses de operação.

Conforme recomendação do AIAS, não sendo fácil estimar todas as receitas/facturações do Operador, considerou-se que as taxas ao Cedente e ao Regulador seriam sobre a facturação pela água.

#### 4.6.11 Perdas físicas e perdas comerciais

De acordo com o previsto no Relatório Conceptual, as perdas físicas são acrescentadas à soma dos caudais doméstico, comercial e industrial (ver tabela deste relatório). Para o caso das perdas, para diferentes anos de horizonte do projecto, foram adoptadas diferentes percentagens do valor do caudal útil do seu respectivo ano de projecto. Para o ano 2023 foram adoptadas 10%, e para os anos de 2033 e 2043, foram adoptados 15% e 20%, respectivamente.

Há, no entanto, que considerar as perdas comerciais, que não são físicas, mas afectam directamente nas receitas (cobranças) e são aquelas que não são possíveis de colectar. Foi assumido um valor variável, de 10% no ano “0” até 20% no ano horizonte.

Perdas (%)	2023	2027	2032	2037	2042
Perdas comerciais	10	10	15	15	20
TOTAL	10	10	15	15	20

Tabela 14: Perdas físicas e comerciais que foram assumidas

Segundo uma estimativa feita pela CONSULTEC, uma ligação nova, para uma distância à rede de 50 metros, teria os encargos mínimos de 4.220,00 Mt, compreendendo equipamento, material e transportes, sendo a mão-de-obra incluída nas despesas correntes do Operador.

## 5 APLICALÇÃO DA FOLHA DE CÁLCULO PARA OBTER OS OUTPUTS

### 5.1 Cálculo das componentes de despesas

Depois de se introduzir os dados de entrada no programa base em excel podem ser calculados os valores referentes às despesas para cada um dos itens considerados e que se passa a apresentar a seguir, ponto por ponto.

### 5.2 Peso do valor da Energia eléctrica no custo da Água

O custo da energia/ano, na produção de água tratada, considerando o cálculo efectuado em cada um dos 20 anos de vida útil do sistema dá os seguintes resultados:

a) Cenário 1:

DESCRIÇÃO	Custo de energia									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(anos horizonte)										
ANO	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Volume de água produzido (m <sup>3</sup> /ano)	71 532	73 944	76 454	78 844	81 452	83 053	86 513	88 261	91 056	94 754
Consumo (kWh)	46 496	48 064	49 695	51 249	52 944	53 984	56 233	57 370	59 186	61 590
Potência instalada em uso (KW)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

DESCRIÇÃO	Custo de energia (Mt)									
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Taxa anual por instalação	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487
Taxa anual por kW instalado/em uso	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852
Taxa anual por kW consumido	222 251	229 746	237 542	244 970	253 072	258 044	268 794	274 229	282 909	294 400
<b>TOTAL anual</b>	285 590	293 085	300 881	308 309	316 411	321 383	332 133	337 568	346 248	357 739
<b>TOTAL (valor médio mensal)</b>	23 799	24 424	25 073	25 692	26 368	26 782	27 678	28 131	28 854	29 812

Tabela 15: Custo de energia nos primeiros 10 anos do cenário 1



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II

DESCRIÇÃO	Custo de energia									
	(anos horizonte)	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ANO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Volume de água produzido (m3/ano)	97 969	103 382	106 544	112 212	115 563	121 500	125 738	131 660	137 893	142 433
Consumo (kWh)	63 680	67 198	69 254	72 938	75 116	78 975	81 730	85 579	89 630	92 581
Potência instalada em uso (KW)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

DESCRIÇÃO	Custo de energia									
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Taxa anual por instalação	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487
Taxa anual por kW instalado/em uso	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852
Taxa anual por kW consumido	304 390	321 206	331 034	348 644	359 054	377 501	390 669	409 068	428 431	442 537
<b>TOTAL anual</b>	<b>367 729</b>	<b>384 545</b>	<b>394 373</b>	<b>411 983</b>	<b>422 393</b>	<b>440 840</b>	<b>454 008</b>	<b>472 407</b>	<b>491 770</b>	<b>505 876</b>
<b>TOTAL (valor médio mensal)</b>	<b>30 644</b>	<b>32 045</b>	<b>32 864</b>	<b>34 332</b>	<b>35 199</b>	<b>36 737</b>	<b>37 834</b>	<b>39 367</b>	<b>40 981</b>	<b>42 156</b>

Tabela 16: Custo de energia nos segundos 10 anos do cenário 1

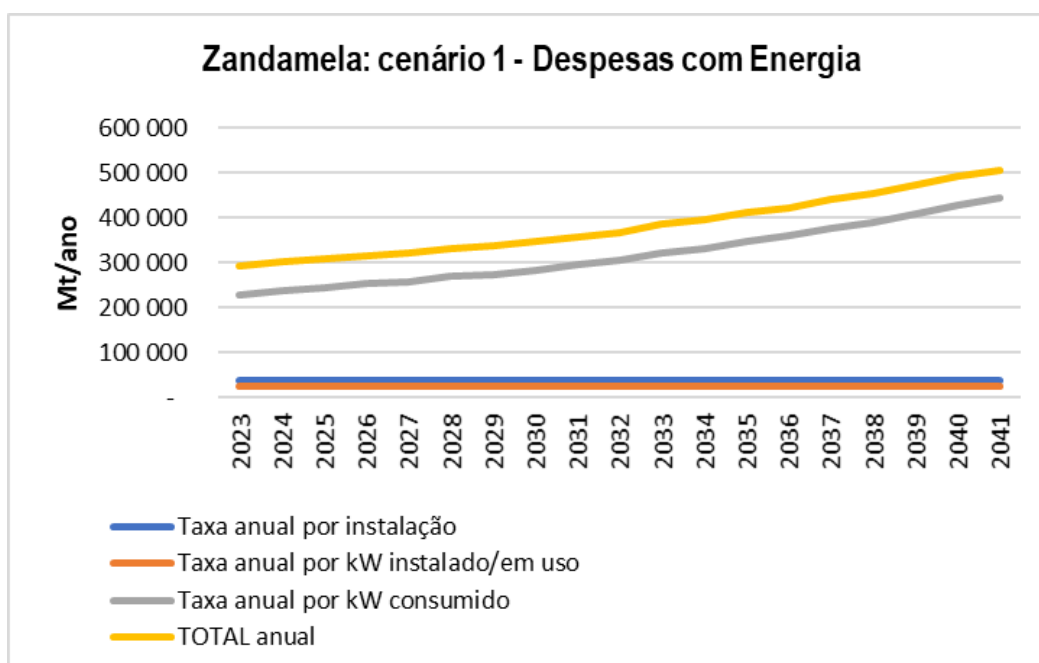


Gráfico 1: Despesas com Energia no cenário 1

b) Cenário 2:

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II

DESCRIÇÃO	Custo de energia									
	(anos horizonte)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ANO	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Volume de água produzido (m3/ano)	71 532	73 944	76 454	78 844	81 452	83 053	86 513	88 261	91 056	94 754
Consumo (kWh)	59 372	61 374	63 457	65 441	67 605	68 934	71 806	73 257	75 576	78 646
Potência instalada em uso (KW)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

DESCRIÇÃO	Custo de energia (Mt)									
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Taxa anual por instalação	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487
Taxa anual por kW instalado/em uso	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852
Taxa anual por kW consumido	283 798	293 368	303 324	312 808	323 152	329 505	343 233	350 168	361 253	375 928
<b>TOTAL anual</b>	347 137	356 707	366 663	376 147	386 491	392 844	406 572	413 507	424 592	439 267
<b>TOTAL (valor médio mensal)</b>	28 928	29 726	30 555	31 346	32 208	32 737	33 881	34 459	35 383	36 606

Tabela 17: Custo de energia nos primeiros 10 anos do cenário 2.

DESCRIÇÃO	Custo de energia									
	(anos horizonte)	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ANO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Volume de água produzido (m3/ano)	97 969	103 382	106 544	112 212	115 563	121 500	125 738	131 660	137 893	142 433
Consumo (kWh)	81 314	85 807	88 432	93 136	95 917	100 845	104 363	109 278	114 451	118 219
Potência instalada em uso (KW)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

DESCRIÇÃO	Custo de energia									
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Taxa anual por instalação	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487	38 487
Taxa anual por kW instalado/em uso	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852	24 852
Taxa anual por kW consumido	388 681	410 157	422 705	445 190	458 483	482 039	498 855	522 349	547 076	565 087
<b>TOTAL anual</b>	452 020	473 496	486 044	508 529	521 822	545 378	562 194	585 688	610 415	628 426
<b>TOTAL (valor médio mensal)</b>	37 668	39 458	40 504	42 377	43 485	45 448	46 850	48 807	50 868	52 369

Tabela 18: Custo de energia nos segundos 10 anos do cenário 2

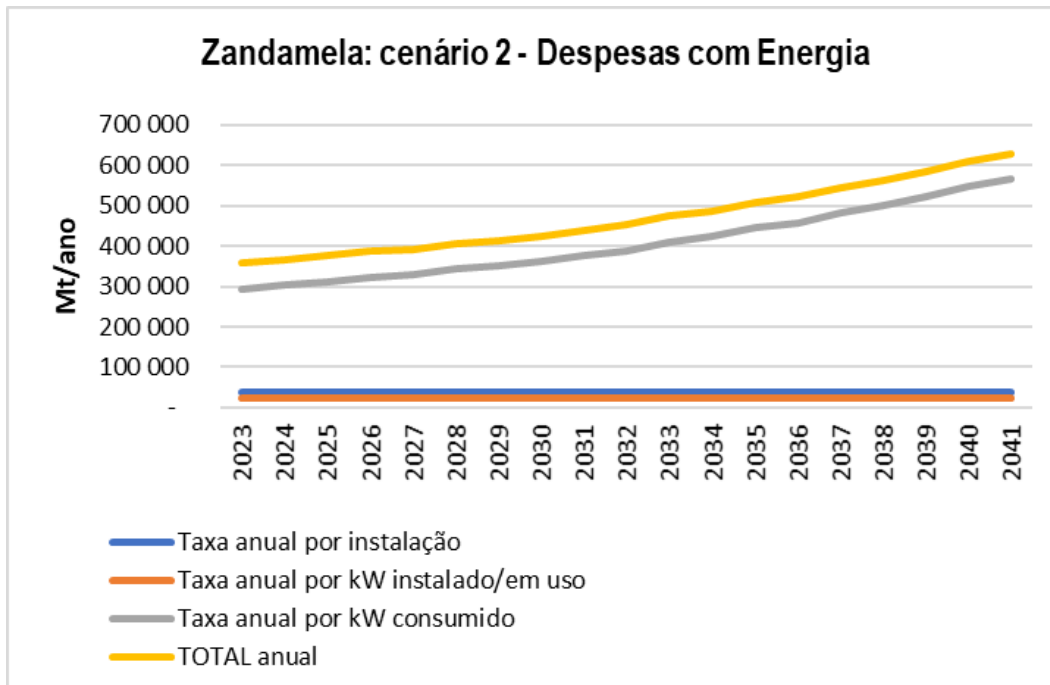


Gráfico 2: Despesas com Energia no cenário 2

### 5.3 Peso do valor do Pessoal do Operador

Em relação ao pessoal do operador, os custos variam também em função do número de técnicos que deverão ser contratados ao longo do horizonte do projecto:

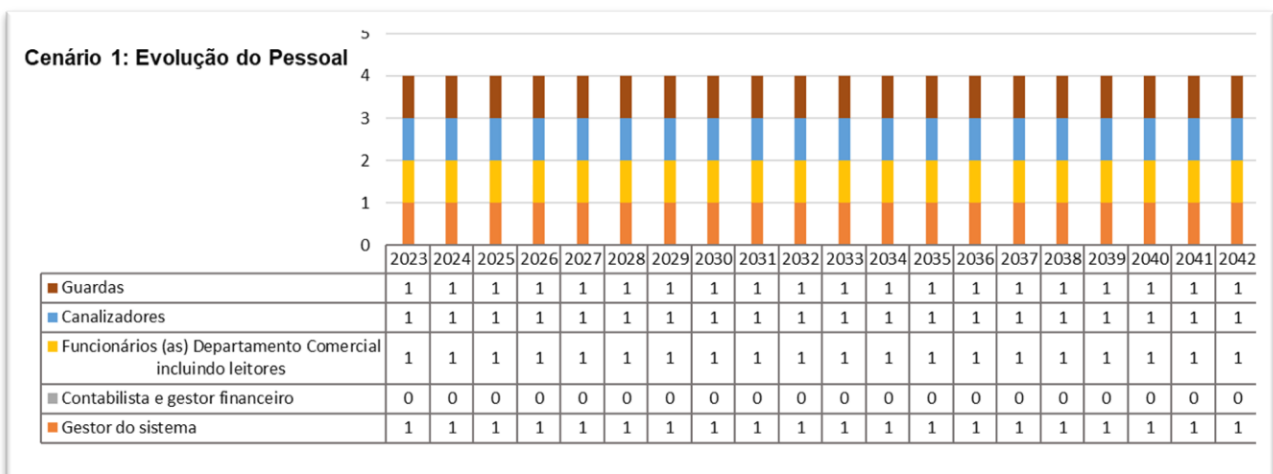


Gráfico 3: Evolução do pessoal do operador no cenário 1

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II

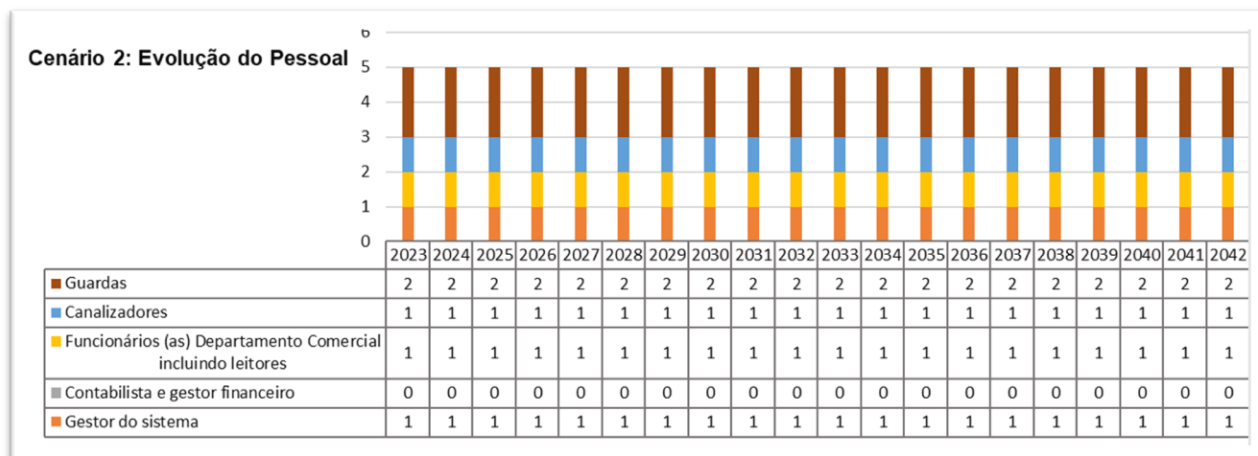


Gráfico 4: Evolução do pessoal do operador no cenário 2

O valor estimado dos custos do pessoal a pagar anualmente, foi assim calculado:

a) Para o cenário 1:

Categoria	Salário base mensal	Encargos 1,15	Salário anual bruto	Custos anuais (Mt)										
				2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Gestor do sistema	21 000	24 150	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800
Funcionários (as) Departamento Comercial incluindo leitres	6 800	7 820	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840
Canalizadores	8 600	9 890	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680
Electromecânico	8 600	9 890	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680
Guardas	5 500	6 325	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900
Sub-total:				<b>698 923</b>	<b>698 924</b>	<b>698 925</b>	<b>698 926</b>	<b>698 927</b>	<b>698 928</b>	<b>698 929</b>	<b>698 930</b>	<b>698 931</b>	<b>698 932</b>	
Pessoal temporário (percentagem salários)	1%			69 892	69 892	69 893	69 893	69 893	69 893	69 893	69 893	69 893	69 893	69 893
<b>TOTAL</b>				<b>768 815</b>	<b>768 816</b>	<b>768 818</b>	<b>768 819</b>	<b>768 820</b>	<b>768 821</b>	<b>768 822</b>	<b>768 823</b>	<b>768 824</b>	<b>768 825</b>	

Categoria	Salário base mensal	Encargos 1,15	Salário anual bruto	Custos anuais (Mt)										
				2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	
Gestor do sistema	21 000	24 150	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800
Funcionários (as) Departamento Comercial incluindo leitres	6 800	7 820	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840
Canalizadores	8 600	9 890	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680
Electromecânico	8 600	9 890	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680
Guardas	5 500	6 325	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900	75 900
Sub-total:				<b>698 933</b>	<b>698 934</b>	<b>698 935</b>	<b>698 936</b>	<b>698 937</b>	<b>698 938</b>	<b>698 939</b>	<b>698 940</b>	<b>698 941</b>	<b>698 942</b>	
Pessoal temporário (percentagem salários)	1%			69 893	69 893	69 894	69 894	69 894	69 894	69 894	69 894	69 894	69 894	69 894
<b>TOTAL</b>				<b>768 826</b>	<b>768 827</b>	<b>768 829</b>	<b>768 830</b>	<b>768 831</b>	<b>768 832</b>	<b>768 833</b>	<b>768 834</b>	<b>768 835</b>	<b>768 836</b>	

Tabela 19: Custos do pessoal no cenário 1.

b) Para o cenário 2:

Categoria	Salário base mensal	Encargos 1,15	Salário anual bruto	Custos anuais (Mt)									
				2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Gestor do sistema	21 000	24 150	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800
Funcionários (as) Departamento Comercial	6 800	7 820	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840
Canalizadores	8 600	9 890	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680
Electromecânico	8 600	9 890	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680
Guardas	5 500	6 325	75 900	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800
Sub-total:				774 823	774 824	774 825	774 826	774 827	774 828	774 829	774 830	774 831	774 832
Pessoal temporário (percentagem salários)	1%			77 482	77 482	77 483	77 483	77 483	77 483	77 483	77 483	77 483	77 483
<b>TOTAL</b>				<b>852 305</b>	<b>852 306</b>	<b>852 308</b>	<b>852 309</b>	<b>852 310</b>	<b>852 311</b>	<b>852 312</b>	<b>852 313</b>	<b>852 314</b>	<b>852 315</b>

Categoria	Salário base mensal	Encargos 1,15	Salário anual bruto	Custos anuais (Mt)									
				2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Gestor do sistema	21 000	24 150	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800	289 800
Funcionários (as) Departamento Comercial	6 800	7 820	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840	93 840
Canalizadores	8 600	9 890	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680
Electromecânico	8 600	9 890	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680	118 680
Guardas	5 500	6 325	75 900	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800	151 800
Sub-total:				774 833	774 834	774 835	774 836	774 837	774 838	774 839	774 840	774 841	774 842
Pessoal temporário (percentagem salários)	1%			77 483	77 483	77 484	77 484	77 484	77 484	77 484	77 484	77 484	77 484
<b>TOTAL</b>				<b>852 316</b>	<b>852 317</b>	<b>852 319</b>	<b>852 320</b>	<b>852 321</b>	<b>852 322</b>	<b>852 323</b>	<b>852 324</b>	<b>852 325</b>	<b>852 326</b>

Tabela 20: Custos do pessoal no cenário 2.

#### 5.4 Peso do valor do tratamento de água

Uma vez que o volume de água a ser captada é o mesmo para os dois cenários, o tratamento de água com cálcio, tem os seguintes custos ao longo do tempo de vida do sistema para os dois cenários:

Item	Dosagem (Kg/m <sup>3</sup> )	Custo Unitário (Mt)	Custos anuais dos químicos (Mt)									
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Hipoclorito de cálcio	0,0015	250	26 825	27 729	28 670	29 567	30 545	31 145	32 442	33 098	34 146	35 533
<b>TOTAL</b>			26 825	27 729	28 670	29 567	30 545	31 145	32 442	33 098	34 146	35 533

Item	Dosagem (Kg/m <sup>3</sup> )	Custo Unitário (Mt)	Custos anuais dos químicos (Mt)									
			2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Hipoclorito de cálcio	0,0015	250	36 738	38 768	39 954	42 080	43 336	45 563	47 152	49 373	51 710	53 412
<b>TOTAL</b>			36 738	38 768	39 954	42 080	43 336	45 563	47 152	49 373	51 710	53 412

Tabela 21: Custo dos químicos

### 5.5 Investimento a ser realizado pelo Operador

Tendo em atenção ao investimento a realizar, considerando o assentamento das tubagens de 2034 a 2042, o valor do investimento do Operador deverá ser o seguinte:

a) Cenário 1:

Custo de Investimento de tubagens	Ano									
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Custo total anual (Mt)	372 552	372 552	372 552	372 552	372 552	372 552	372 552	372 552	372 552	372 552
Custo total acumulado (Mt)	372 552	745 104	1 117 656	1 490 208	1 862 760	2 235 312	2 607 864	2 980 416	3 352 968	3 725 520

Tabela 22: Custo de Investimento em novas tubagens no cenário 1

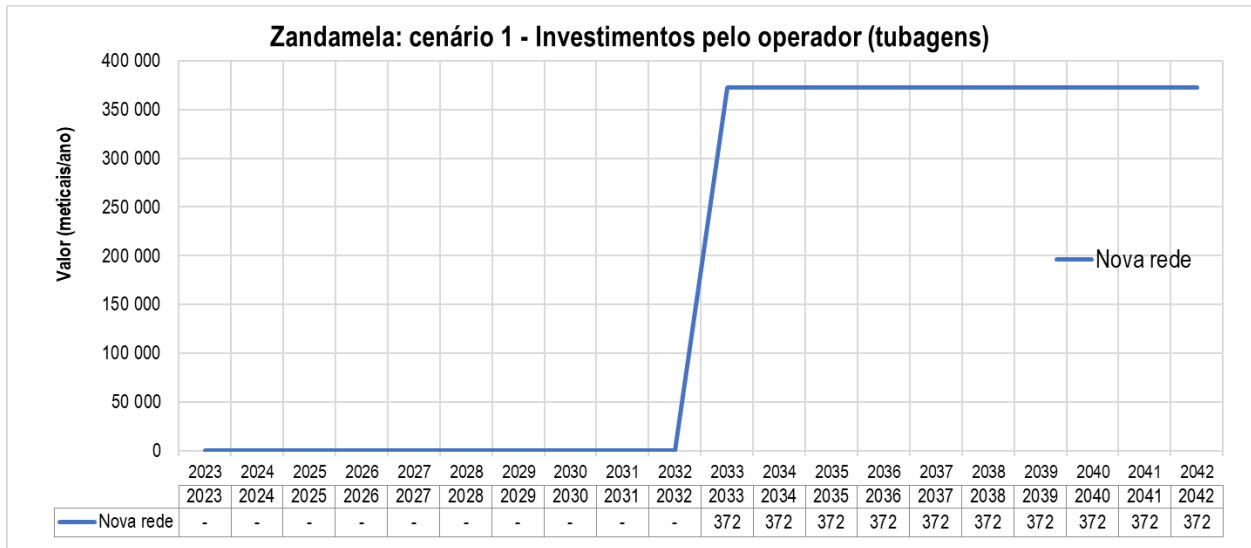


Gráfico 5: Evolução do valor de investimento em tubagens no cenário 1

b) Cenário 2

Custo de Investimento de tubagens	Ano									
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Custo total anual (Mt)	356 038	356 038	356 038	356 038	356 038	356 038	356 038	356 038	356 038	356 038
Custo total acumulado (Mt)	356 038	712 076	1 068 114	1 424 152	1 780 190	2 136 228	2 492 266	2 848 304	3 204 342	3 560 380

Tabela 23: Custo de Investimento em novas tubagens no cenário 2

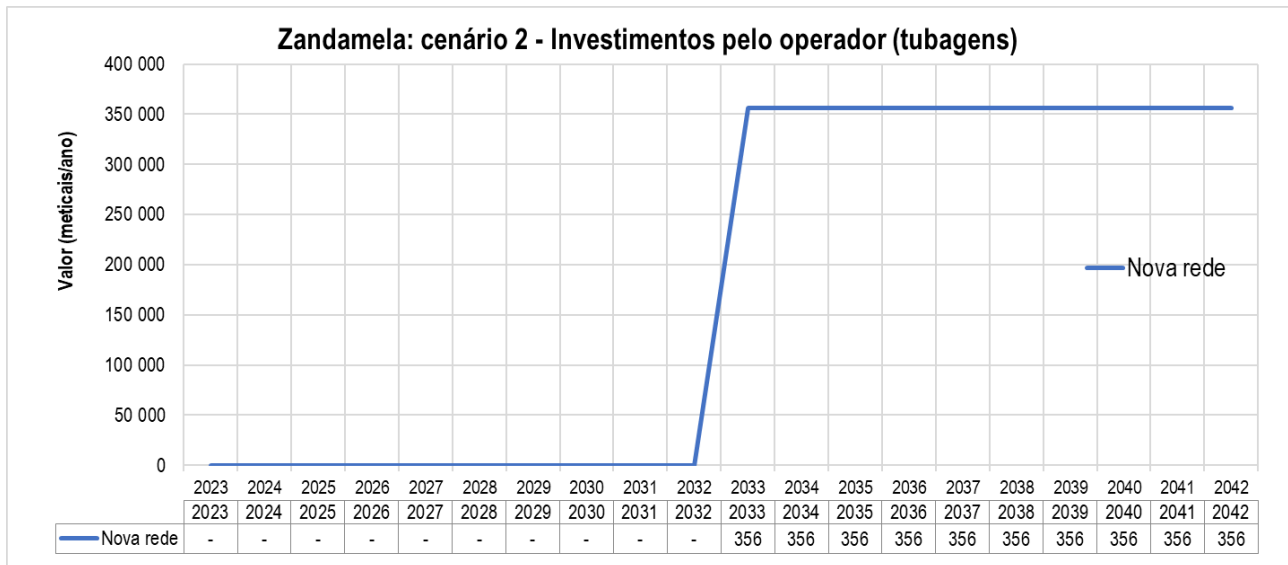


Gráfico 6: Evolução do valor de investimento em tubagens no cenário 2

### 5.6 Resumo das Despesas do Operador na vigência do Contrato

Pelo gráfico acima se pode verificar que o peso dos custos relacionados com o pessoal, energia e taxa ao cedente, têm um peso superior aos outros custos, sem considerar o Investimento da rede na segunda década de funcionamento do sistema e a reposição dos equipamentos ao fim da vida útil.

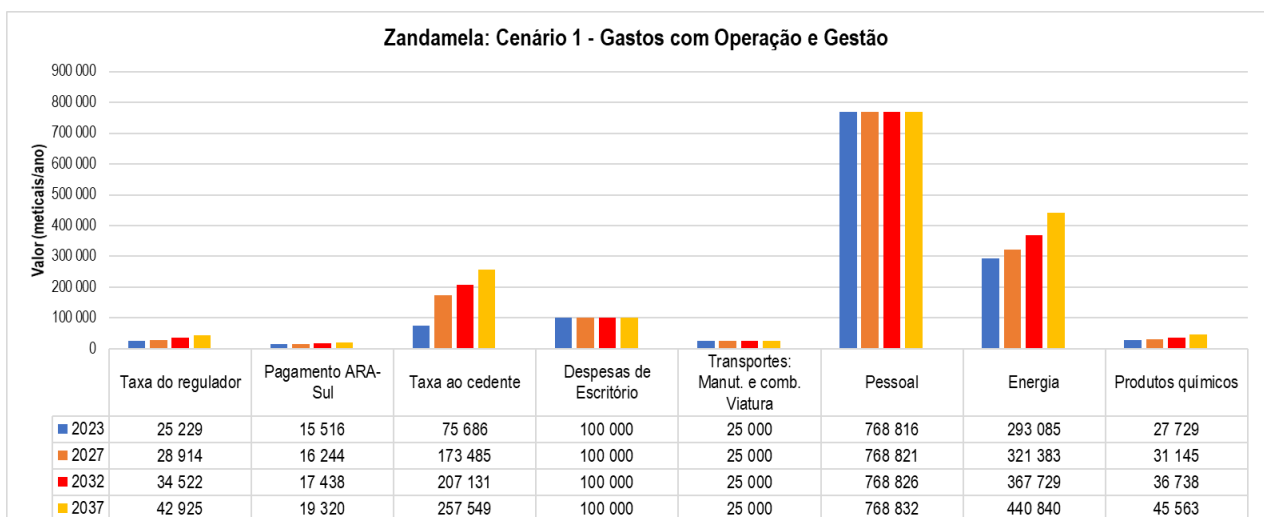


Gráfico 7: Despesas de operação e gestão do operador no cenário 1



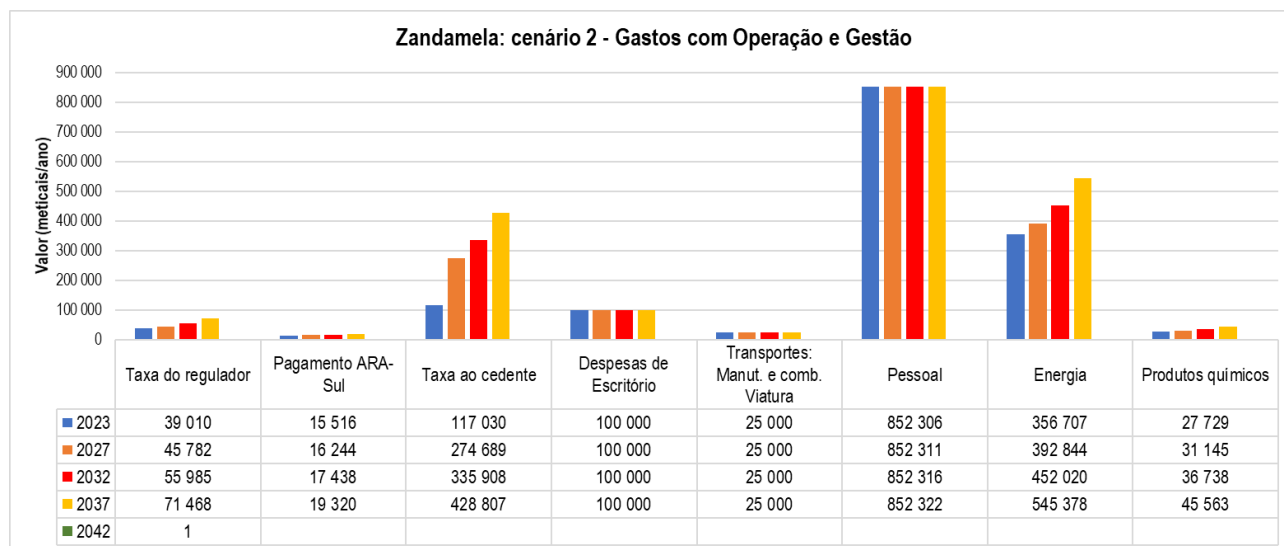


Gráfico 8: Despesas de operação e gestão do operador no cenário 2

As tabelas 24, 25, 26 e 27 mostram as despesas do operador em todas as componentes, nos dois cenários, que inclui já o investimento que o operador deverá realizar a nível da rede, a partir do ano de 2034, e a nível dos equipamentos que deverá repor ao fim da vida útil.

a) Cenário 1

Descrição	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
<b>TOTAL CUSTOS operação+manutenção +investimentos C/ reposição</b>	1,451,174	1,369,973	1,492,961	1,523,149	1,542,249	1,562,742	1,587,951	1,608,449	1,636,218	2,562,514
<b>TOTAL CUSTOS ACUMULADOS operação+manutenção +investimentos C/ reposição</b>	1,451,174	2,821,147	4,314,108	5,837,257	7,379,506	8,942,248	10,530,199	12,138,648	13,774,866	16,337,380

Tabela 24: Custos totais do operador nos primeiros 10 anos do cenário 1

Descrição	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
<b>TOTAL CUSTOS</b> operação+manutenção +investimentos C/ reposição	2,935,997	2,075,487	2,102,626	2,144,812	2,182,148	2,222,617	2,262,804	2,307,759	2,359,263	2,395,836
<b>TOTAL CUSTOS</b> <b>ACUMULADOS</b> operação+manutenção +investimentos C/ reposição	19,273,377	21,348,864	23,451,490	25,596,302	27,778,450	30,001,067	32,263,871	34,571,630	36,930,893	39,326,729

*Tabela 25: Custos totais do operador nos segundos 10 anos do cenário 1*

Pode-se constatar, que no cenário 1 as despesas variarão entre 1.451.174 MZM/ano em 2023 até 2.395.836 MZM/ano, em 2042, isto é, 20 anos depois do sistema estar a operar, sem considerar inflação e mantendo os custos considerados no ano “0” da Operação e já com o investimento na rede e reposição dos equipamentos. Nota-se, também, que os custos totais atingem os seus valores máximos nos anos 2032 e 2033, devido a aquisição dos novos equipamentos que o operador deverá realizar a fim de repor equipamentos iniciais.

b) Cenário 2:

Descrição	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
<b>TOTAL CUSTOS</b> operação+manutenção +investimentos C/ reposição	1,622,390	1,533,298	1,672,081	1,709,743	1,732,569	1,758,020	1,788,161	1,813,054	1,848,222	3,129,694
<b>TOTAL CUSTOS</b> <b>ACUMULADOS</b> operação+manutenção +investimentos C/ reposição	1,622,390	3,155,688	4,827,769	6,537,512	8,270,081	10,028,101	11,816,262	13,629,316	15,477,538	18,607,232

*Tabela 26: Custos totais do operador nos primeiros 10 do cenário 2*

Descrição	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
TOTAL CUSTOS operação+manutenção +investimentos C/ reposição	3,481,453	2,278,712	2,311,106	2,361,326	2,407,606	2,456,396	2,505,377	2,559,919	2,623,405	2,667,039
TOTAL CUSTOS ACUMULADOS operação+manutenção +investimentos C/ reposição	22,088,685	24,367,397	26,678,503	29,039,829	31,447,435	33,903,831	36,409,208	38,969,127	41,592,532	44,259,571

Tabela 27: Custos totais do operador nos segundos 10 anos do cenário 2

Pode-se constatar, que no cenário 2 as despesas variarão entre 1.622.390 MZM/ano em 2023 até 2.667.039 MZM/ano, em 2042, isto é, 20 anos depois do sistema estar a operar, sem considerar inflação e mantendo os custos considerados no ano “0” da Operação e já com o investimento na rede e reposição dos equipamentos. Nota-se, também, que os custos totais atingem os seus valores máximos nos anos 2032 e 2033, devido a aquisição dos novos equipamentos que o operador deverá realizar a fim de repor equipamentos iniciais.

## 5.7 Receitas do Operador

Para uma primeira análise, foram usados valores a cobrar/m<sup>3</sup> de água na ordem de grandeza da tabela 4.

De salientar que estas tarifas foram consideradas tendo em conta os valores que são praticados em outros Sistemas de Abastecimento de Água ao nível da província de Inhambane. Porém, com essas tarifas, o sistema, nos dois cenários, mostrou-se economicamente inviável. Essa análise pode ser verificada nas tabelas 28 e 29, em que se pode ver que os valores dos lucros são negativos ao longo do horizonte do projecto, isto porque os custos das despesas superam os valores das receitas. Apesar das tarifas serem baixas e acessíveis à população, estas não conseguem gerar receitas suficientes para gerar lucros positivos ao operador. Esta é uma situação indesejável, pois não poderá atrair nenhum operador para gerir o sistema.

a) Cenário 1:

DESCRIÇÃO	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LUCRO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest)) (Mt)	-316 108	-195 766	-249 779	-237 127	-212 944	-207 174	-176 190	-169 089	-155 792	-142 060
LUCRO ACUMULADO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest)) (Mt)	-316 108	-511 874	-761 653	-998 780	-1 211 724	-1 418 898	-1 595 088	-1 764 177	-1 919 969	-2 062 029
DESCRIÇÃO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
LUCRO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))	-462 768	-417 431	-397 927	-354 987	-345 161	-300 198	-282 028	-244 348	-237 475	-217 387
LUCRO ACUMULADO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))	-2 524 797	-2 942 228	-3 340 155	-3 695 142	-4 040 303	-4 340 501	-4 622 529	-4 866 877	-5 104 352	-5 321 739

Tabela 28: Lucro do operador no cenário 1, considerando as tarifas iniciais

b) Cenário 2:

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II

DESCRIÇÃO	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LUCRO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))	-461,145	-342,878	-399,051	-391,955	-370,014	-367,725	-339,719	-335,518	-328,126	-317,578
LUCRO ACUMULADO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))	-461,145	-804,023	-1,203,074	-1,595,029	-1,965,043	-2,332,768	-2,672,487	-3,008,005	-3,336,131	-3,653,709

DESCRIÇÃO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
LUCRO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))	-614,035	-573,358	-556,574	-518,509	-515,066	-475,212	-462,790	-431,605	-433,596	-417,413
LUCRO ACUMULADO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))	-4,267,744	-4,841,102	-5,397,676	-5,916,185	-6,431,251	-6,906,463	-7,369,253	-7,800,858	-8,234,454	-8,651,867

Tabela 29: Lucro do operador no cenário 2, considerando as tarifas iniciais

Face à essa situação indesejável, de forma a tornar o sistema economicamente sustentável, foi realizada uma segunda análise em que foram feitas diversas simulações, variando apenas as tarifas, até que os lucros se tornassem positivos desde o primeiro ano de exploração do sistema.

Portanto, propõe-se o ajuste da tarifa de consumo nas ligações domiciliares, passando de 18 Mt/m<sup>3</sup> para 30 Mt/m<sup>3</sup>, no cenário 1, e para 35 Mt/m<sup>3</sup> no cenário 2. De salientar que estas novas tarifas foram consideradas respeitando a capacidade de pagar por parte da população e tendo em conta o documento elaborado pela AIAS, aprovado pelo CRA, que fixa novas tarifas para 35 sistemas de abastecimento no país.

O objectivo é fazer a comparação de todas as despesas que o operador deverá suportar, com as receitas tendo em conta o tipo de serviços que oferece e que vai melhorando ao longo da vida útil do sistema.

Isto quer dizer que, as despesas aumentam com o número de ligações, mas as receitas aumentam também, embora reduzam as receitas que o operador terá nos fontanários, pois a tendência é de redução do número de consumidores que usam esse serviço para migrar para o serviço de torneira no quintal.

A tabelas 30, 31, 32 e 32 mostram o valor das receitas em todas as suas componentes:

a) para o cenário 1:

Descrição	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Receita pela tarifa Fontanário (Mt/m <sup>3</sup> )	269,810	260,170	254,040	247,910	241,780	234,770	228,640	222,500	216,370	210,240
Receita pela tarifa consumo quint.+domic.+industrial-comerc. (Mt/m <sup>3</sup> )	1,121,940	1,215,990	1,279,200	1,361,400	1,425,000	1,488,300	1,572,060	1,636,110	1,700,130	1,785,510
Taxa fixa ligação t.quintal/domic. Previsto no contrato Operador (Mt)	221,400	236,400	247,200	258,000	268,800	279,600	290,400	301,200	312,000	322,800
Taxa fixa ligação comercial/ind	27,000	27,000	27,000	30,600	32,400	32,400	36,000	37,800	37,800	41,400
Receitas de feitura de novos contratos c/ vistoria	-	8,275	5,958	5,958	5,958	5,958	5,958	5,958	5,958	5,958
Valor facturado s/ perdas físicas nem perdas comerciais (Mt)	1,640,150	1,747,835	1,813,398	1,903,868	1,973,938	2,041,028	2,133,058	2,203,568	2,272,258	2,365,908
Valor que pode ser facturado	1,640,150	1,747,835	1,813,398	1,903,868	1,973,938	2,041,028	2,133,058	2,203,568	2,272,258	2,365,908
Perdas comerciais	10%	10%	10%	11%	11%	12%	12%	13%	13%	14%
Valor que realmente PODE ser recebido da facturação (Mt)	1,476,135	1,573,052	1,632,058	1,694,443	1,756,805	1,796,105	1,877,091	1,917,104	1,976,864	2,034,681
Receita multas (% fact)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL REAL RECEITAS com todas perdas (Mt)	1,476,135	1,573,052	1,632,058	1,694,443	1,756,805	1,796,105	1,877,091	1,917,104	1,976,864	2,034,681
TOTAL REAL RECEITAS ACUMULADO	1,476,135	3,049,187	4,681,245	6,375,688	8,132,493	9,928,598	11,805,689	13,722,793	15,699,657	17,734,338

Tabela 30: Receitas do Operador nos primeiros 10 anos do cenário 1.

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A  
VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II

Descrição	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Receita pela tarifa Fontanário (Mt/m <sup>3</sup> )	201,480	192,720	183,080	174,320	165,560	156,800	148,040	139,280	131,400	122,640
Receita pela tarifa consumo quint.+domic.+industrial-comerc. (Mt/m <sup>3</sup> )	1,893,780	2,027,070	2,135,670	2,271,120	2,380,830	2,518,500	2,649,030	2,781,510	2,915,220	3,050,460
Taxa fixa ligação t.quintal/domic. Previsto no contrato Operador (Mt)	337,200	351,600	366,000	380,400	394,800	409,200	423,000	436,800	450,600	464,400
Taxa fixa ligação comercial/ind	43,200	48,600	48,600	54,000	55,800	61,200	66,600	73,800	79,200	84,600
Receitas de feitura de novos contratos c/ vistoria	7,944	7,944	7,944	7,944	7,944	7,944	7,613	7,613	7,613	7,613
Valor facturado s/ perdas físicas nem perdas comerciais (Mt)	2,483,604	2,627,934	2,741,294	2,887,784	3,004,934	3,153,644	3,294,283	3,439,003	3,584,033	3,729,713
Valor que pode ser facturado	2,483,604	2,627,934	2,741,294	2,887,784	3,004,934	3,153,644	3,294,283	3,439,003	3,584,033	3,729,713
Perdas comerciais	15%	15%	16%	16%	17%	17%	18%	18%	19%	20%
Valor que realmente PODE ser recebido da facturação (Mt)	2,111,063	2,233,744	2,302,687	2,425,739	2,494,095	2,617,525	2,701,312	2,819,982	2,903,067	2,983,770
Receita multas (% fact)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL REAL RECEITAS com todas perdas (Mt)	2,111,063	2,233,744	2,302,687	2,425,739	2,494,095	2,617,525	2,701,312	2,819,982	2,903,067	2,983,770
TOTAL REAL RECEITAS ACUMULADO	19,845,401	22,079,145	24,381,832	26,807,571	29,301,666	31,919,191	34,620,503	37,440,485	40,343,552	43,327,322

*Tabela 31: Receitas do Operador nos segundos 10 anos do cenário 1.*

b) para o cenário 2:

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A  
VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II

Descrição	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Receita pela tarifa Fontanário (Mt/m <sup>3</sup> )	269,810	260,170	254,040	247,910	241,780	234,770	228,640	222,500	216,370	210,240
Receita pela tarifa consumo quint.+domic.+industrial-comerc. (Mt/m <sup>3</sup> )	1,308,930	1,418,655	1,492,400	1,588,300	1,662,500	1,736,350	1,834,070	1,908,795	1,983,485	2,083,095
Taxa fixa ligação t.quintal/domic. Previsto no contrato Operador (Mt)	221,400	236,400	247,200	258,000	268,800	279,600	290,400	301,200	312,000	322,800
Taxa fixa ligação comercial/ind	27,000	27,000	27,000	30,600	32,400	32,400	36,000	37,800	37,800	41,400
Receitas de feitura de novos contratos c/ vistoria	-	8,275	5,958	5,958	5,958	5,958	5,958	5,958	5,958	5,958
Valor facturado s/ perdas físicas nem perdas comerciais (Mt)	1,827,140	1,950,500	2,026,598	2,130,768	2,211,438	2,289,078	2,395,068	2,476,253	2,555,613	2,663,493
Valor que pode ser facturado	1,827,140	1,950,500	2,026,598	2,130,768	2,211,438	2,289,078	2,395,068	2,476,253	2,555,613	2,663,493
Perdas comerciais	10%	10%	10%	11%	11%	12%	12%	13%	13%	14%
Valor que realmente PODE ser recebido da facturação (Mt)	1,644,426	1,755,450	1,823,938	1,896,384	1,968,180	2,014,389	2,107,660	2,154,340	2,223,383	2,290,604
Receita multas (% fact)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL REAL RECEITAS com todas perdas (Mt)	1,644,426	1,755,450	1,823,938	1,896,384	1,968,180	2,014,389	2,107,660	2,154,340	2,223,383	2,290,604
TOTAL REAL RECEITAS ACUMULADO	1,644,426	3,399,876	5,223,814	7,120,198	9,088,378	11,102,767	13,210,427	15,364,767	17,588,150	19,878,754

Tabela 32: Receitas do Operador nos primeiros 10 anos do cenário 2.



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A  
VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II

Descrição	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Receita pela tarifa Fontanário (Mt/m <sup>3</sup> )	201,480	192,720	183,080	174,320	165,560	156,800	148,040	139,280	131,400	122,640
Receita pela tarifa consumo quint.+domic.+industrial-comerc. (Mt/m <sup>3</sup> )	2,209,410	2,364,915	2,491,615	2,649,640	2,777,635	2,938,250	3,090,535	3,245,095	3,401,090	3,558,870
Taxa fixa ligação t.quintal/domic. Previsto no contrato Operador (Mt)	337,200	351,600	366,000	380,400	394,800	409,200	423,000	436,800	450,600	464,400
Taxa fixa ligação comercial/ind	43,200	48,600	48,600	54,000	55,800	61,200	66,600	73,800	79,200	84,600
Receitas de feitura de novos contratos c/ vistoria	7,944	7,944	7,944	7,944	7,944	7,944	7,613	7,613	7,613	7,613
Valor facturado s/ perdas fisicas nem perdas comerciais (Mt)	2,799,234	2,965,779	3,097,239	3,266,304	3,401,739	3,573,394	3,735,788	3,902,588	4,069,903	4,238,123
Valor que pode ser facturado	2,799,234	2,965,779	3,097,239	3,266,304	3,401,739	3,573,394	3,735,788	3,902,588	4,069,903	4,238,123
Perdas comerciais	15%	15%	16%	16%	17%	17%	18%	18%	19%	20%
Valor que realmente PODE ser recebido da facturação (Mt)	2,379,349	2,520,912	2,601,681	2,743,695	2,823,443	2,965,917	3,063,346	3,200,122	3,296,621	3,390,498
Receita multas (% fact)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL REAL RECEITAS com todas perdas (Mt)	2,379,349	2,520,912	2,601,681	2,743,695	2,823,443	2,965,917	3,063,346	3,200,122	3,296,621	3,390,498
TOTAL REAL RECEITAS ACUMULADO	22,258,103	24,779,015	27,380,696	30,124,391	32,947,834	35,913,751	38,977,097	42,177,219	45,473,840	48,864,338

*Tabela 33: Receitas do Operador nos segundos 10 anos do cenário 2.*

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Fazendo a comparação dos custos com as receitas, pode-se constatar que durante os 20 anos do sistema, mantendo as mesmas tarifas aplicadas em sistemas similares, o sistema não é sustentável nos dois cenários, apresentando lucros negativos, pois as despesas superam as receitas.

Numa segunda análise, feito o ajuste das tarifas de modo a gerar receitas que consigam cobrir os custos, pode-se constatar que durante os 20 anos de exploração do sistema, este torna-se sustentável nos dois cenários, mesmo com o investimento da reposição dos equipamentos e ao nível das tubagens após os primeiros 10 anos de serviço do sistema. No entanto, acredita-se que o valor colectável da água deverá ser incrementado ao longo dos anos, aumentando a receita, devendo, no entanto, ser superior à inflação pois os custos que o Operador deverá ter de fazer face, aumentarão também.

Nas tabelas abaixo nota-se que, nos anos 2032 e 2033, os lucros são negativos. Isto deve-se ao facto de o operador ter de repor os equipamentos ao fim da vida útil, mas pode-se constatar que após esses dois anos o operador volta a ter lucros satisfatoriamente positivos. Desta análise, pode-se verificar claramente o peso da reposição dos equipamentos na estrutura de custos.

a) Cenário 1:

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÓMICO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA A  
VILA DE ZANDAMELA – VOLUME II

DESCRIÇÃO	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LUCRO (Receitas - (O+M+G+Invest+reposição)) (Mt)	22,036	222,152	151,857	186,641	235,611	256,369	319,499	341,286	375,161	-839,090
LUCRO ACUMULADO (Receitas - (O+M+G+Invest+reposição)) (Mt)	22,036	244,188	396,045	582,686	818,297	1,074,666	1,394,165	1,735,451	2,110,612	1,271,522

DESCRIÇÃO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
LUCRO (Receitas - (O+M+G+Invest+reposição)) (Mt)	-1,102,104	242,200	290,575	382,369	415,837	509,521	557,969	640,203	673,216	723,459
LUCRO ACUMULADO (Receitas - (O+M+G+Invest+reposição)) (Mt)	169,418	411,618	702,193	1,084,562	1,500,399	2,009,920	2,567,889	3,208,092	3,881,308	4,604,767

*Tabela 34: Lucro do operador no cenário 1, com a tarifa ajustada*

b) Cenário 2:

DESCRIÇÃO	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LUCRO (Receitas - (O+M+G+Invest+reposição)) (Mt)	22,036	222,152	151,857	186,641	235,611	256,369	319,499	341,286	375,161	-839,090
LUCRO ACUMULADO (Receitas - (O+M+G+Invest+reposição)) (Mt)	22,036	244,188	396,045	582,686	818,297	1,074,666	1,394,165	1,735,451	2,110,612	1,271,522

DESCRIÇÃO	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
LUCRO (Receitas - (O+M+G+Invest+reposição)) (Mt)	-1,102,104	242,200	290,575	382,369	415,837	509,521	557,969	640,203	673,216	723,459
LUCRO ACUMULADO (Receitas - (O+M+G+Invest+reposição)) (Mt)	169,418	411,618	702,193	1,084,562	1,500,399	2,009,920	2,567,889	3,208,092	3,881,308	4,604,767

*Tabela 35: Lucro do operador no cenário 2, com a tarifa ajustada*

Ao fazer a análise do custo real da água, por m<sup>3</sup>, conclui-se que este aumenta ao longo dos 20 anos. Para o cenário 1, no ano “0”, o custo real da água/m<sup>3</sup> é de 25,05Mt e vai oscilando ao longo dos anos até que no ano 2033 atinge o valor máximo de 28,78 Mt/m<sup>3</sup> de água potável distribuído pelos diferentes serviços. Isto considerando as perdas comerciais. Tal se pode verificar pelos gráficos abaixo.

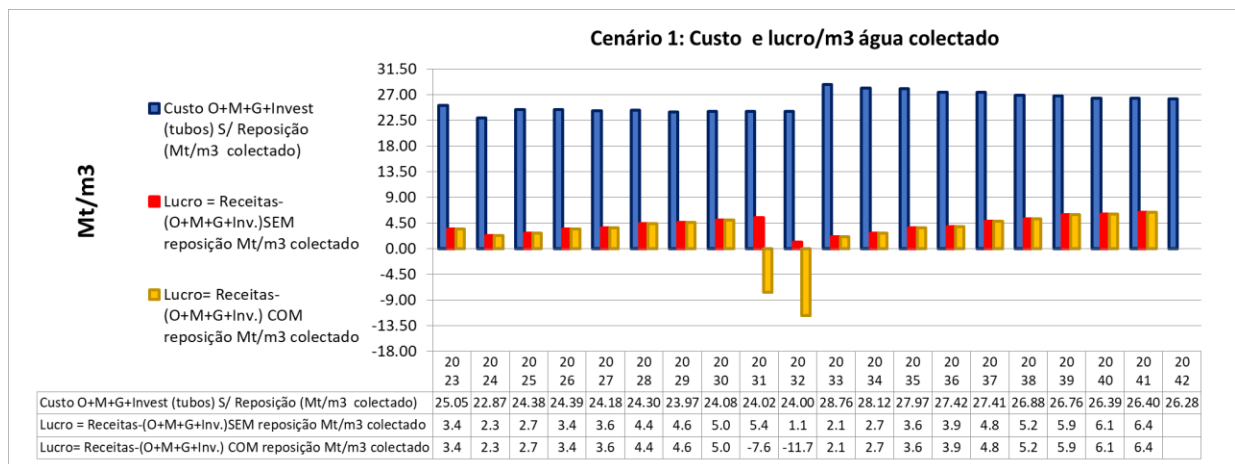


Gráfico 9: Custo real da água vs lucro do operador no cenário 1

E para o cenário 2, no ano “0”, o custo real da água/m<sup>3</sup> é de 28,00Mt e vai oscilando ao longo dos anos até que no ano 2033 atinge o valor máximo de 31,53 Mt/m<sup>3</sup> de água potável distribuído pelos diferentes serviços. Isto considerando as perdas comerciais. Tal se pode verificar pelo gráfico abaixo.

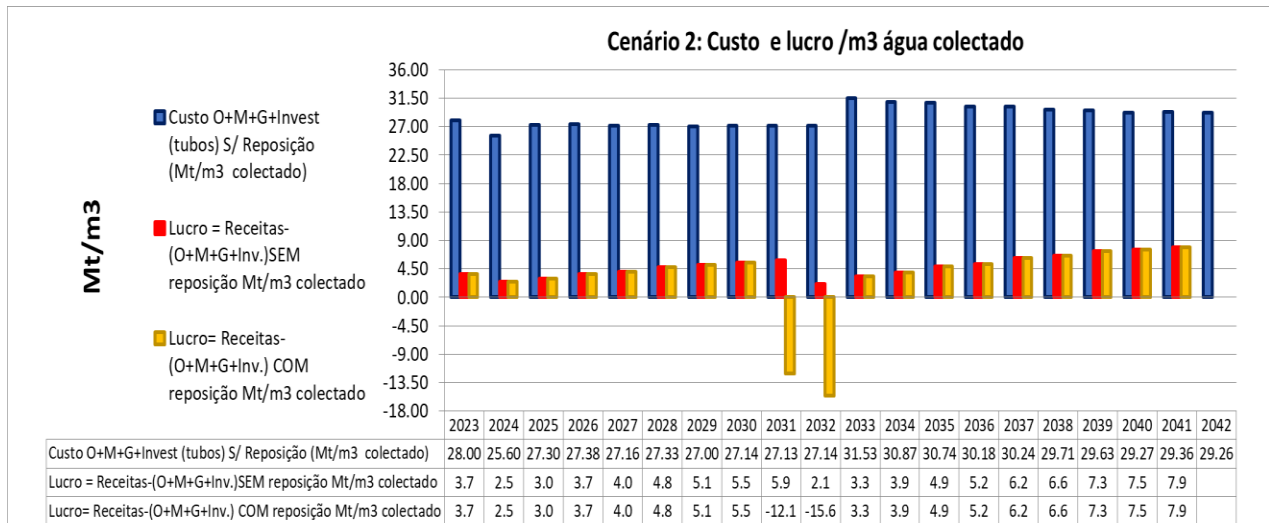


Gráfico 10: Custo real da água vs lucro do operador no cenário 2

Com o ajuste das tarifas, pode-se então concluir que o sistema passa a ser financeiramente sustentável nos dois cenários.

## 7 CONCLUSÃO

Apesar de no cenário 2 tentar-se aproveitar no máximo o actual sistema público, foi o sistema do cenário 1 que se mostrou mais viável a implantar, visto que este não só apresenta um custo de implantação relativamente menor, como também, na fase de exploração do sistema, é o cenário em que se deverá aplicar tarifas mais baixas à população para que o sistema seja economicamente sustentável. Enquanto que no cenário 2 deverá se aplicar um valor de 35 Mt/m<sup>3</sup> na tarifa de consumo nas ligações domiciliares, para que o sistema seja sustentável, no cenário 1 deverá se aplicar uma tarifa de 30 Mt/m<sup>3</sup>. Portanto, pode-se concluir que a melhor opção para o futuro sistema de abastecimento de água para a vila de Zandamela é o cenário 1.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baker Jr., M. (2006). *Urban Water Systems – Large Piped Systems and Provincial Capitals: Revised Technical/Operational Review and Interim Report 2*.

Smith, K., & Liu, S. (2017). *Energy for Conventional Water Supply and Wastewater Treatment in Urban China: A Review*.

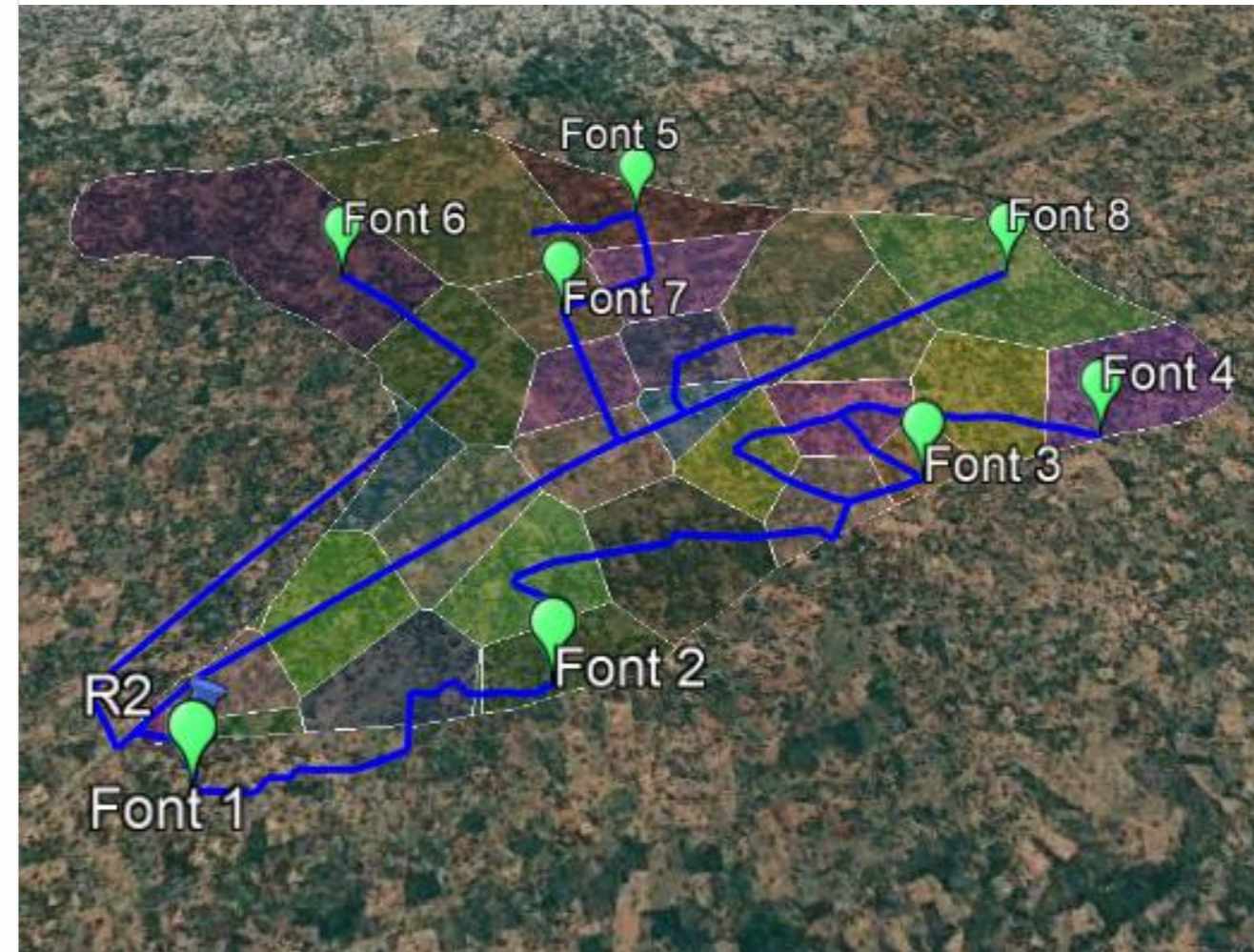
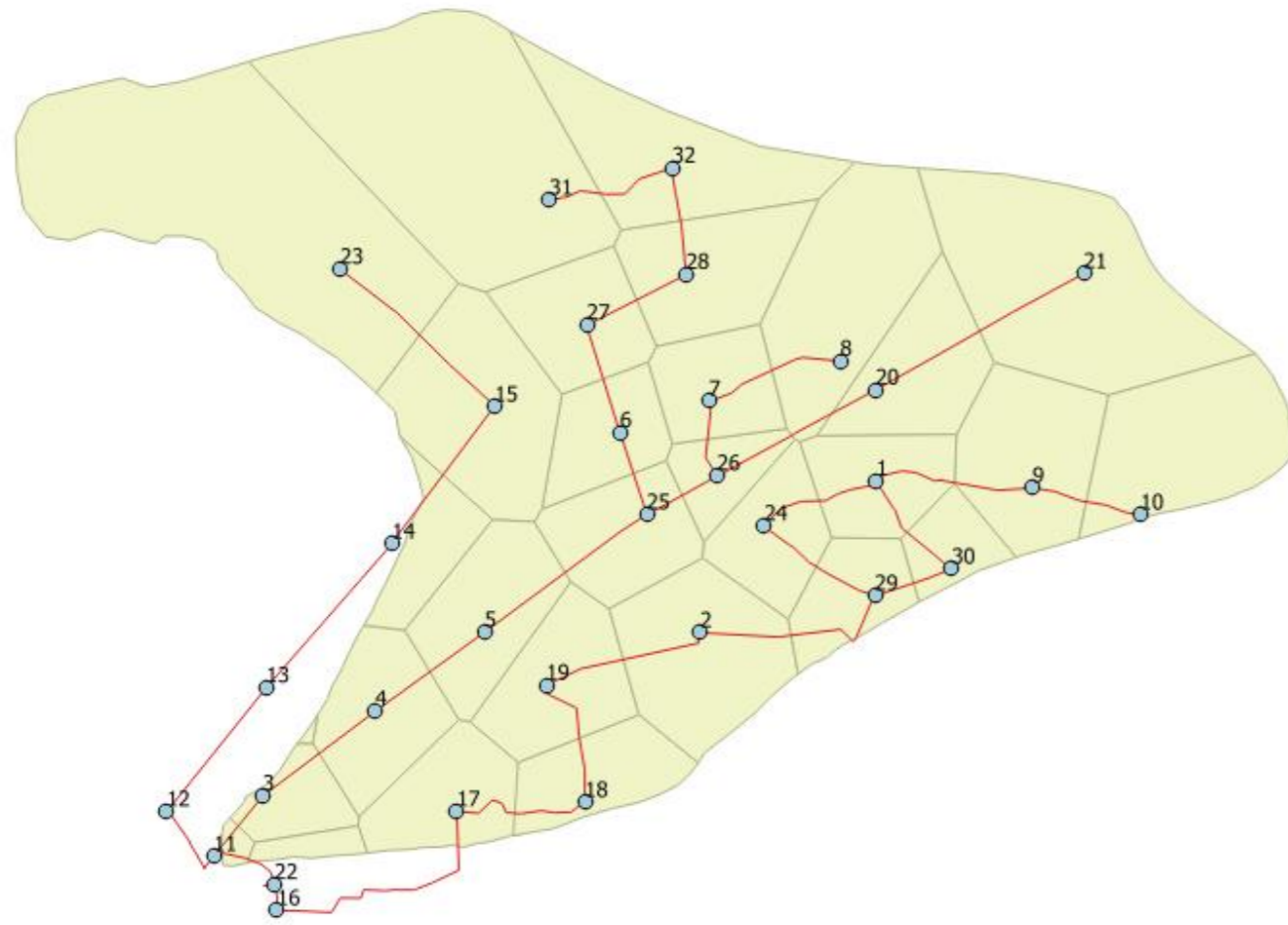
CRA, (2016). *Análise das Práticas e do Quadro Regulatório – Manual de Governança e Substâncias Regulatórias*.

CONSULTEC. 2021 – *Estudo de Vontade e Capacidade de Pagar para a Vila de Zandamela*. Moçambique.

*Resolução n.º 1/2018, de 20 de Julho – Estrutura tarifária dos sistemas secundários e fixação de tarifas médias de referência*.

*Resolução n.º 2/2018, de 20 de Julho – Ajustamento das tarifas médias de referência, fixadas pela Resolução n.º 3/2017*.

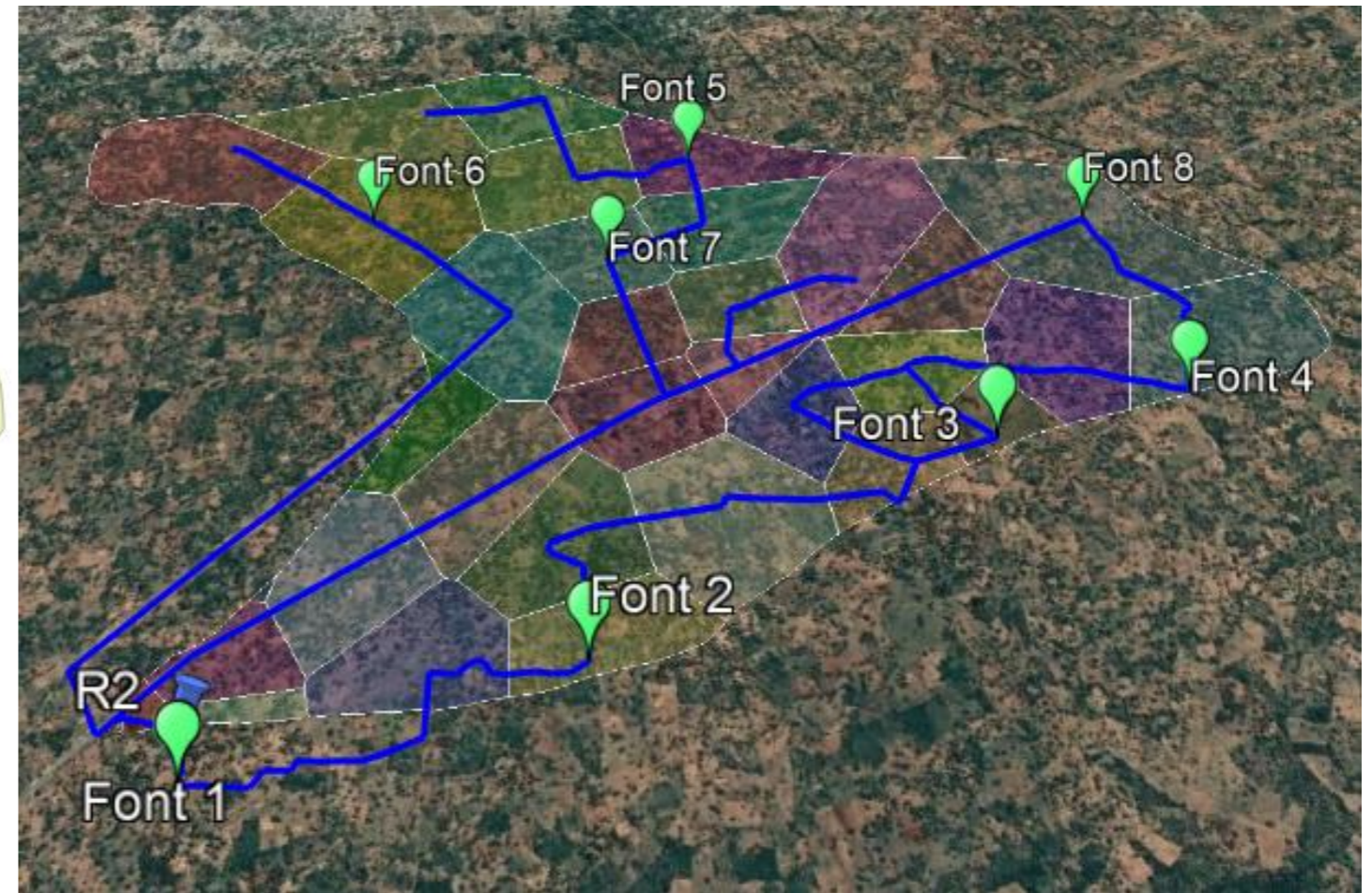
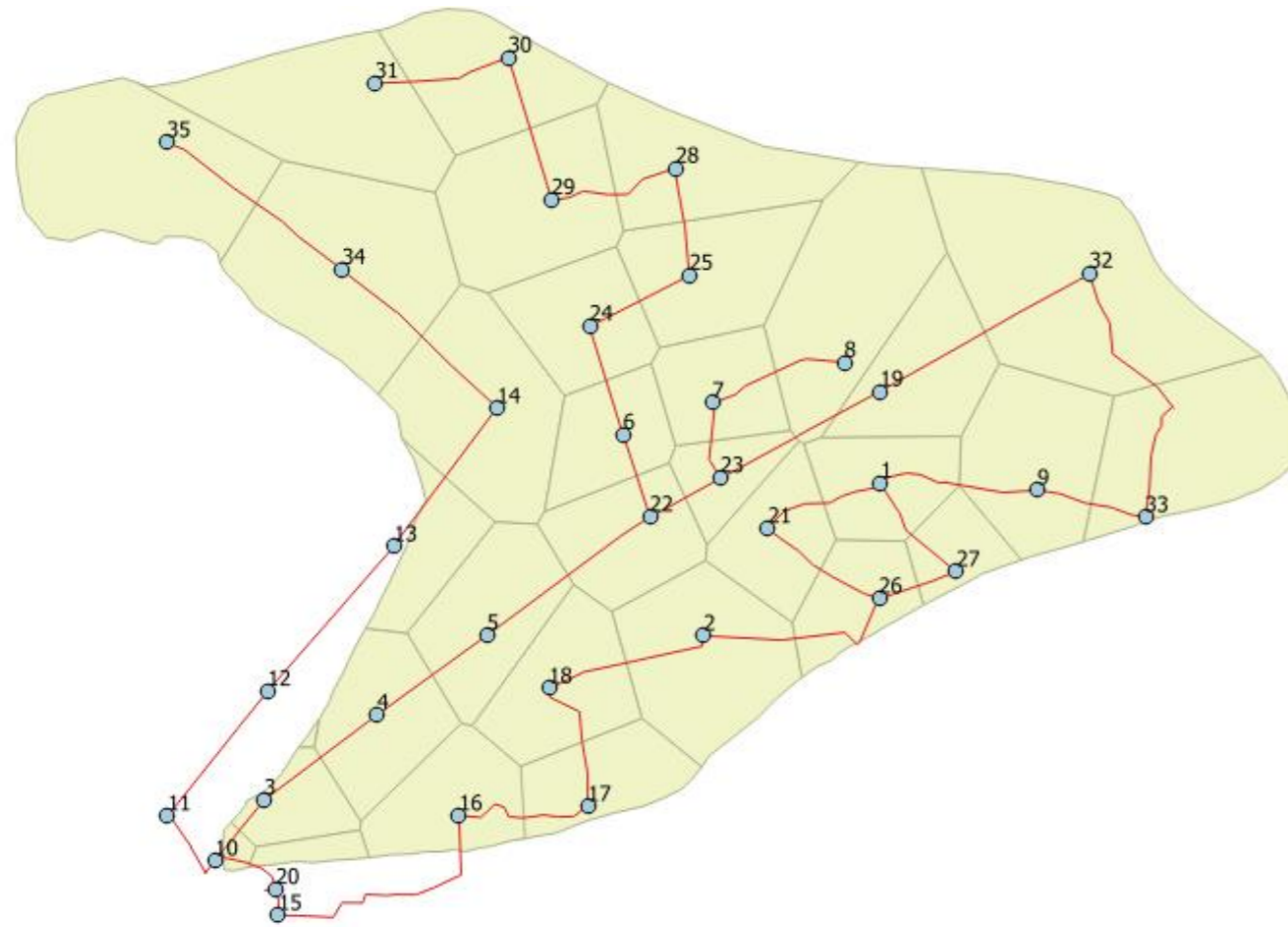
### Anexo 3 – Cálculo dos consumos na Rede de Distribuição Cenário 1 - 2033





Método de Contagem de Casas											
Pontos	Casas	Habitantes		Ligações						Demanda (l/s)	Demanda ajustada (l/s)
		2018	2033	Domiciliar		Porta-quintal		Fontanário			
				(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários		
1	21	95	104	4	4.16	41	42.64	55	57.2	0.20	0.30
2	24	108	118	9	10.62	91	107.38	0	0	0.30	0.46
3	3	14	16	4	0.64	41	6.56	55	8.8	0.03	0.05
4	17	77	84	9	7.56	91	76.44	0	0	0.22	0.32
5	16	72	79	9	7.11	91	71.89	0	0	0.20	0.31
6	10	45	50	4	2	41	20.5	55	27.5	0.10	0.14
7	23	104	114	9	10.26	91	103.74	0	0	0.29	0.44
8	27	122	134	9	12.06	91	121.94	0	0	0.35	0.51
9	41	185	202	4	8.08	41	82.82	55	111.1	0.39	0.58
10	36	162	177	2	3.54	13	23.01	85	150.45	0.28	0.42
11	0	0	0	4	0	41	0	55	0	0.00	0.00
12	0	0	0	9	0	91	0	0	0	0.00	0.00
13	0	0	0	9	0	91	0	0	0	0.00	0.00
14	4	18	20	9	1.8	91	18.2	0	0	0.05	0.08
15	22	99	108	9	9.72	91	98.28	0	0	0.28	0.42
16	0	0	0	2	0	13	0	85	0	0.00	0.00
17	9	41	45	4	1.8	41	18.45	55	24.75	0.09	0.13
18	11	50	55	2	1.1	13	7.15	85	46.75	0.09	0.13
19	12	54	59	4	2.36	41	24.19	55	32.45	0.11	0.17
20	27	122	134	9	12.06	91	121.94	0	0	0.35	0.51
21	43	194	212	2	4.24	13	27.56	85	180.2	0.33	0.50
22	6	27	30	4	1.2	41	12.3	55	16.5	0.06	0.09
23	61	275	300	2	6	13	39	85	255	0.47	0.71
24	17	77	84	9	7.56	91	76.44	0	0	0.22	0.32
25	14	63	69	9	6.21	91	62.79	0	0	0.18	0.27
26	7	32	35	9	3.15	91	31.85	0	0	0.09	0.14
27	8	36	40	2	0.8	13	5.2	85	34	0.06	0.09
28	14	63	69	4	2.76	41	28.29	55	37.95	0.13	0.20
29	16	72	79	4	3.16	41	32.39	55	43.45	0.15	0.23
30	5	23	26	2	0.52	13	3.38	85	22.1	0.04	0.06
31	28	126	138	4	5.52	41	56.58	55	75.9	0.26	0.39
32	21	95	104	2	2.08	13	13.52	85	88.4	0.16	0.25
Total	543	2451	2843	-	139	-	1335	-	1213	5.79	8.21

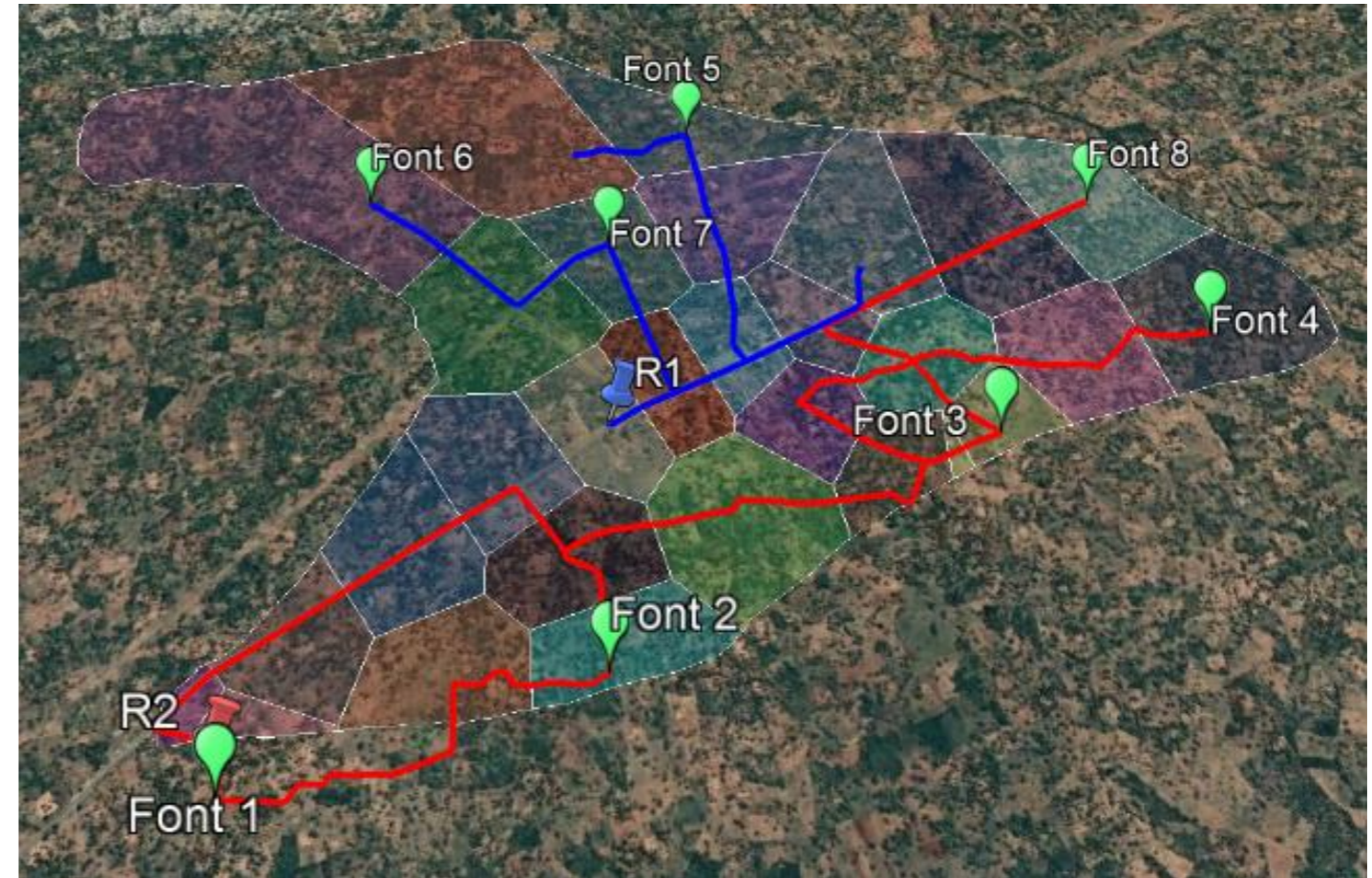
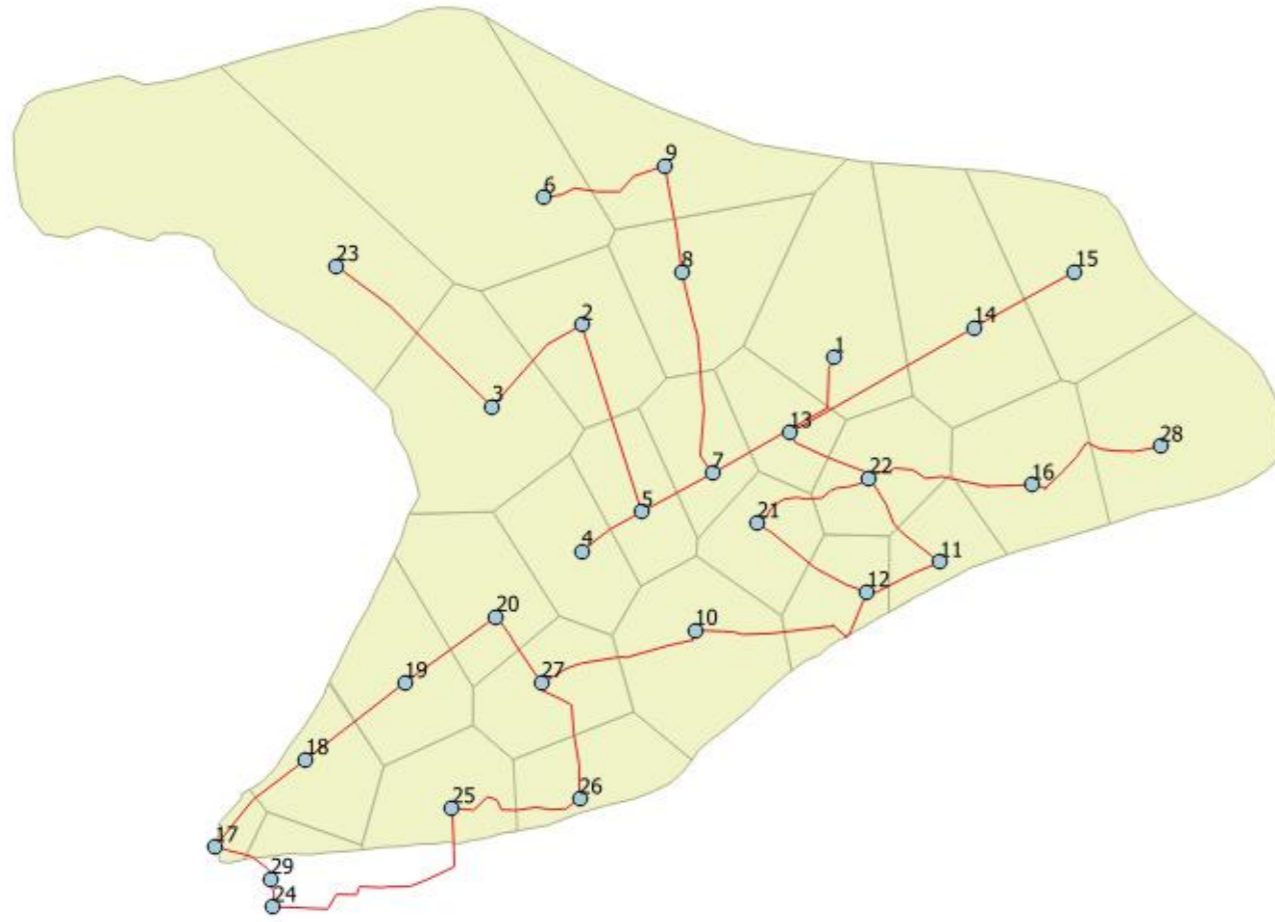
### Anexo 4 – Cálculo dos consumos na Rede de Distribuição Cenário 1 - 2043



Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela

Método de Contagem de Casas											
Pontos	Casas	Habitantes		Ligações						Demanda (l/s)	Demanda ajustada (l/s)
				Domiciliar		Porta-Quintal		Fontanário			
		2018	2043	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(l/s)	(l/s)
1	21	95	110	15	16.5	45	49.5	40	44	0.29	0.43
2	24	108	125	20	25	80	100	0	0	0.40	0.59
3	3	14	17	15	2.55	45	7.65	40	6.8	0.05	0.07
4	17	77	89	20	17.8	80	71.2	0	0	0.29	0.42
5	16	72	84	20	16.8	80	67.2	0	0	0.27	0.40
6	10	45	52	15	7.8	45	23.4	40	20.8	0.14	0.20
7	23	104	121	20	24.2	80	96.8	0	0	0.39	0.57
8	27	122	141	20	28.2	80	112.8	0	0	0.46	0.67
9	41	185	214	15	32.1	45	96.3	40	85.6	0.57	0.83
10	0	0	0	15	0	45	0	40	0	0.00	0.00
11	0	0	0	20	0	80	0	0	0	0.00	0.00
12	0	0	0	20	0	80	0	0	0	0.00	0.00
13	4	18	21	20	4.2	80	16.8	0	0	0.07	0.10
14	22	99	115	15	17.25	45	51.75	40	46	0.30	0.45
15	0	0	0	5	0	37	0	59	0	0.00	0.00
16	9	41	48	15	7.2	45	21.6	40	19.2	0.13	0.19
17	11	50	58	5	2.9	37	21.46	59	34.22	0.12	0.18
18	12	54	63	15	9.45	45	28.35	40	25.2	0.17	0.24
19	27	122	141	20	28.2	80	112.8	0	0	0.46	0.67
20	6	27	32	15	4.8	45	14.4	40	12.8	0.09	0.12
21	17	77	89	20	17.8	80	71.2	0	0	0.29	0.42
22	14	63	73	20	14.6	80	58.4	0	0	0.24	0.35
23	7	32	37	5	1.85	37	13.69	59	21.83	0.08	0.11
24	8	36	42	5	2.1	37	15.54	59	24.78	0.09	0.13
25	14	63	73	15	10.95	45	32.85	40	29.2	0.19	0.28
26	16	72	84	15	12.6	45	37.8	40	33.6	0.22	0.33
27	5	23	27	5	1.35	37	9.99	59	15.93	0.06	0.08
28	18	81	94	5	4.7	37	34.78	59	55.46	0.20	0.29
29	6	27	32	15	4.8	45	14.4	40	12.8	0.09	0.12
30	10	45	52	20	10.4	80	41.6	0	0	0.17	0.25
31	18	81	94	20	18.8	80	75.2	0	0	0.30	0.44
32	43	194	225	5	11.25	37	83.25	59	132.75	0.47	0.69
33	36	162	188	20	37.6	80	150.4	0	0	0.61	0.89
34	30	135	156	5	7.8	37	57.72	59	92.04	0.33	0.48
35	28	126	146	20	29.2	80	116.8	0	0	0.47	0.69
Total	543	2450	2843		431		1706		714	7.97	11.68

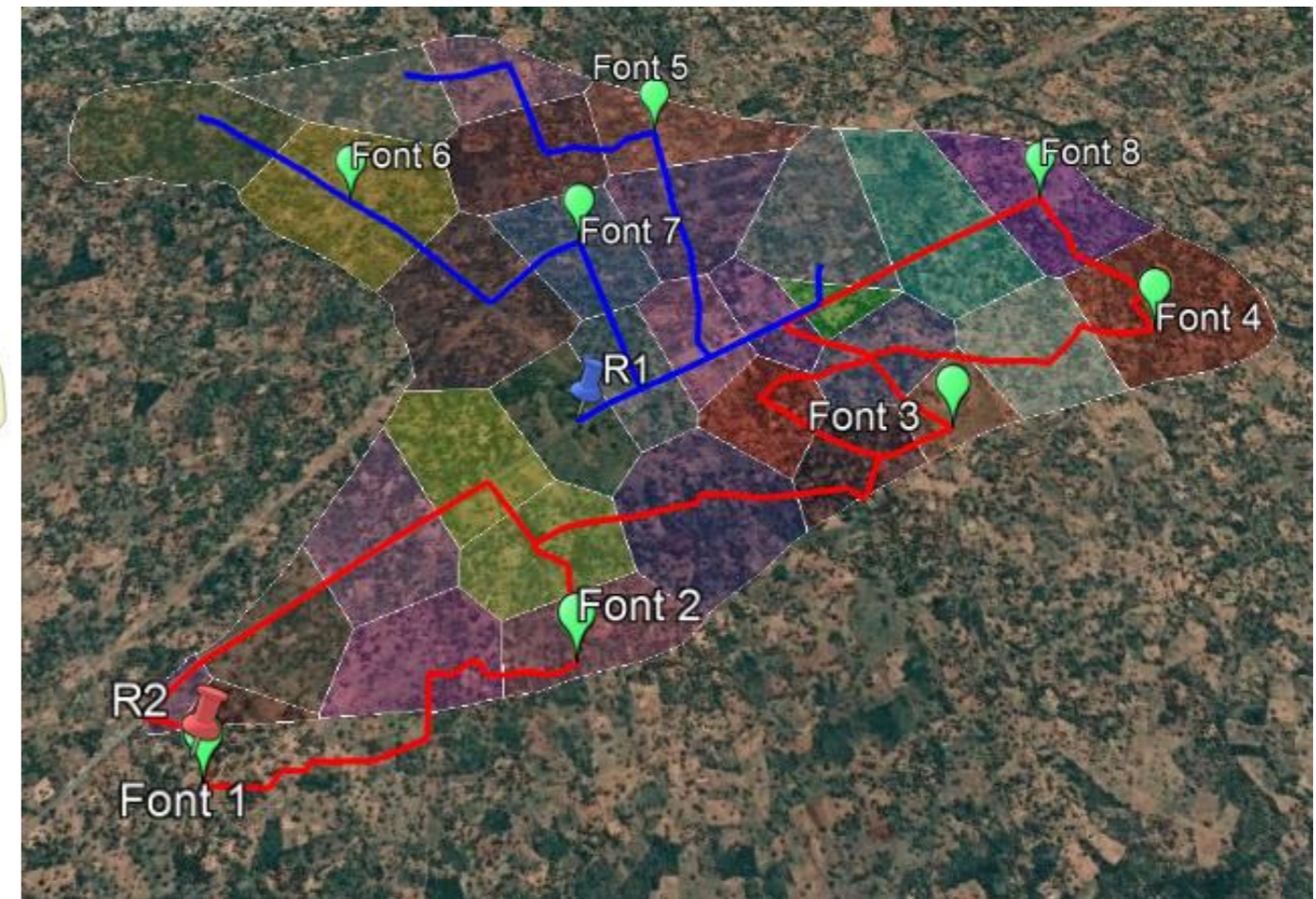
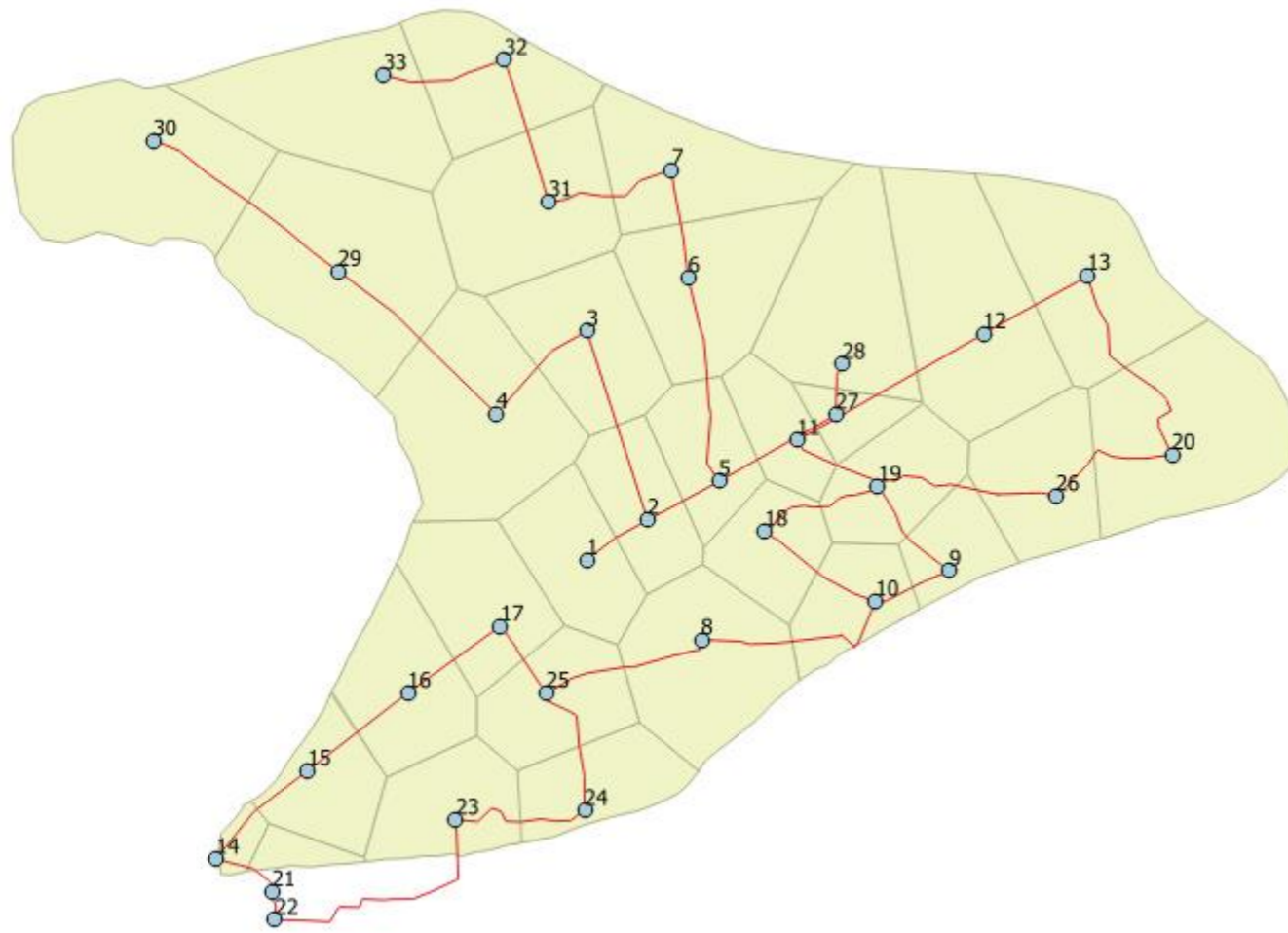
### Anexo 5 – Cálculo dos consumos na Rede de Distribuição Cenário 2 - 2033



Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela

Método de Contagem de Casas											
Pontos	Casas	Habitantes		Ligações						Demanda (l/s)	Demanda ajustada (l/s)
				Domiciliar		Porta-quintal		Fontanário			
		2018	2043	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(l/s)	(l/s)
1	32	144	158	10	15.8	90	142.2	0	0	0.41	0.61
2	11	50	55	2	1.1	23	12.65	75	41.25	0.09	0.14
3	24	108	118	4	4.72	42	49.56	54	63.72	0.23	0.34
4	14	63	69	10	6.9	90	62.1	0	0	0.18	0.27
5	7	32	35	10	3.5	90	31.5	0	0	0.09	0.14
6	32	144	158	4	6.32	42	66.36	54	85.32	0.30	0.45
7	12	54	59	10	5.9	90	53.1	0	0	0.15	0.23
8	20	90	99	4	3.96	42	41.58	54	53.46	0.19	0.28
9	21	95	104	2	2.08	23	23.92	75	78	0.17	0.26
10	24	108	118	10	11.8	90	106.2	0	0	0.31	0.46
11	6	27	30	2	0.6	23	6.9	75	22.5	0.05	0.07
12	16	72	79	4	3.16	42	33.18	54	42.66	0.15	0.23
13	20	90	99	10	9.9	90	89.1	0	0	0.26	0.39
14	34	153	167	4	6.68	42	70.14	54	90.18	0.32	0.48
15	28	126	138	2	2.76	23	31.74	75	103.5	0.23	0.34
16	37	167	183	4	7.32	42	76.86	54	98.82	0.35	0.52
17	0	0	0	4	0	42	0	54	0	0.00	0.00
18	11	50	55	10	5.5	90	49.5	0	0	0.14	0.21
19	16	72	79	10	7.9	90	71.1	0	0	0.21	0.31
20	10	45	50	10	5	90	45	0	0	0.13	0.19
21	15	68	75	10	7.5	90	67.5	0	0	0.20	0.29
22	22	99	108	4	4.32	42	45.36	54	58.32	0.21	0.31
23	59	266	291	2	5.82	23	66.93	75	218.25	0.48	0.72
24	0	0	0	2	0	23	0	75	0	0.00	0.00
25	9	41	45	4	1.8	42	18.9	54	24.3	0.09	0.13
26	11	50	55	2	1.1	23	12.65	75	41.25	0.09	0.14
27	12	54	59	4	2.36	42	24.78	54	31.86	0.11	0.17
28	41	185	202	2	4.04	23	46.46	75	151.5	0.34	0.50
29	4	18	20	4	0.8	42	8.4	54	10.8	0.04	0.06
Total	548	2471	2708		139		1354		1216	5.52	8.21

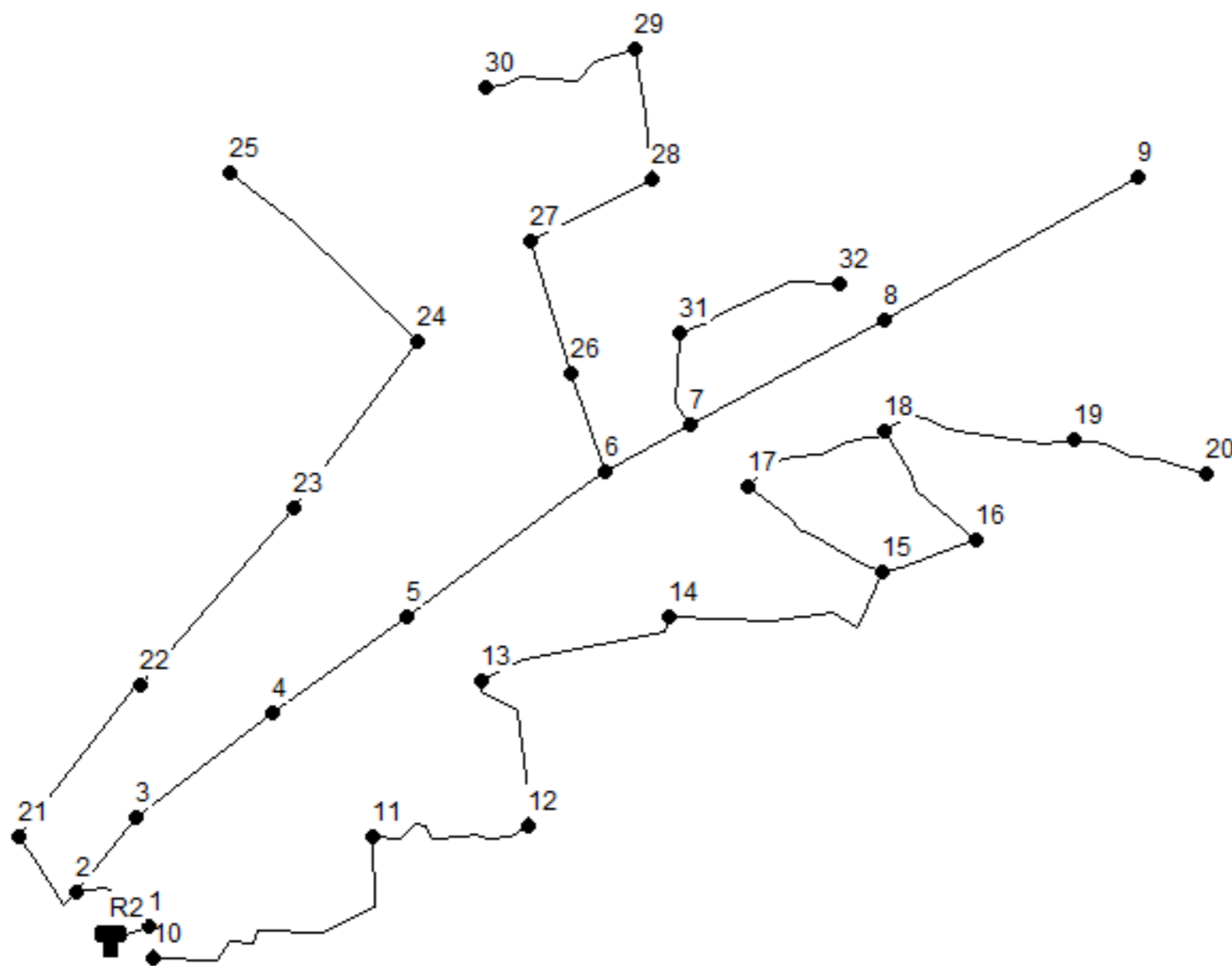
### Anexo 6 – Cálculo dos consumos na Rede de Distribuição Cenário 2 - 2043



Estudo de Viabilidade Técnico-Econômico para o Sistema de Abastecimento de Água para a Vila de Zandamela

Método de Contagem de Casas											
Pontos	Casas	Habitantes		Ligações						Demanda (l/s)	Demanda ajustada (l/s)
				Domiciliar		Porta-quintal		Fontanário			
		2018	2043	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(l/s)	(l/s)
1	14	63	73	20	14.6	80	58.4	0	0	0.24	0.34
2	7	32	37	20	7.4	80	29.6	0	0	0.12	0.17
3	11	50	58	9	5.22	34	19.72	57	33.06	0.13	0.19
4	24	108	125	15	18.75	55	68.75	30	37.5	0.34	0.50
5	12	54	63	20	12.6	80	50.4	0	0	0.20	0.30
6	20	90	104	15	15.6	55	57.2	30	31.2	0.29	0.41
7	18	81	94	9	8.46	34	31.96	57	53.58	0.21	0.31
8	24	108	125	20	25	80	100	0	0	0.40	0.59
9	6	27	32	9	2.88	34	10.88	57	18.24	0.07	0.10
10	16	72	84	15	12.6	55	46.2	30	25.2	0.23	0.34
11	19	86	100	20	20	80	80	0	0	0.32	0.47
12	36	162	188	15	28.2	55	103.4	30	56.4	0.52	0.75
13	28	126	146	9	13.14	34	49.64	57	83.22	0.33	0.48
14	0	0	0	15	0	55	0	30	0	0.00	0.00
15	11	50	58	20	11.6	80	46.4	0	0	0.19	0.27
16	16	72	84	20	16.8	80	67.2	0	0	0.27	0.39
17	10	45	52	20	10.4	80	41.6	0	0	0.17	0.24
18	15	68	79	20	15.8	80	63.2	0	0	0.26	0.37
19	21	95	110	15	16.5	55	60.5	30	33	0.30	0.44
20	40	180	208	9	18.72	34	70.72	57	118.56	0.47	0.68
21	4	18	21	15	3.15	55	11.55	30	6.3	0.06	0.08
22	0	0	0	9	0	34	0	57	0	0.00	0.00
23	9	41	48	15	7.2	55	26.4	30	14.4	0.13	0.19
24	11	50	58	9	5.22	34	19.72	57	33.06	0.13	0.19
25	12	54	63	15	9.45	55	34.65	30	18.9	0.17	0.25
26	35	158	183	15	27.45	55	100.65	30	54.9	0.50	0.73
27	11	50	58	20	11.6	80	46.4	0	0	0.19	0.27
28	23	104	121	20	24.2	80	96.8	0	0	0.39	0.57
29	31	140	162	9	14.58	34	55.08	57	92.34	0.37	0.53
30	28	126	146	20	29.2	80	116.8	0	0	0.47	0.68
31	7	32	37	15	5.55	55	20.35	30	11.1	0.10	0.15
32	9	41	48	20	9.6	80	38.4	0	0	0.16	0.23
33	19	86	100	20	20	80	80	0	0	0.32	0.47
Total	547	2469	2865	-	442	-	1703	-	721	8.05	11.69

### Anexo 7 – Análise de Pressões na rede Cenário 1 - 2033

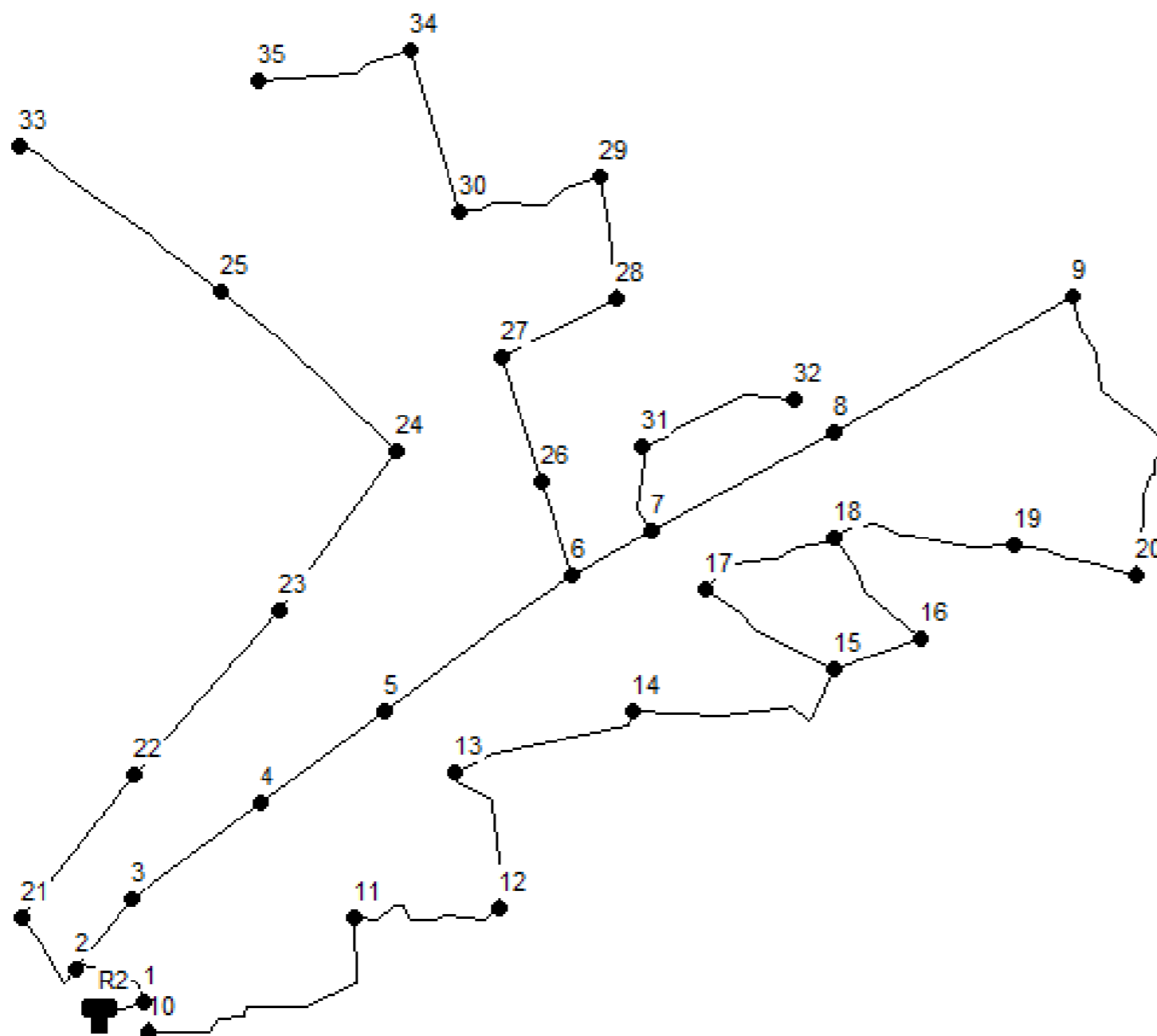


Cenário 1 - 2033				
Nós	Cotas (m)	Pressões		Flutuação Máxima Possível (m.c.a)
		Mínima (m.c.a)	Máxima (m.c.a)	
1	102.18	15.80	18.49	2.69
2	100.16	17.34	20.50	3.16
3	95.75	21.17	24.92	3.75
4	80.60	35.29	40.06	4.77
5	76.37	38.67	44.29	5.62
6	69.82	44.16	50.84	6.68
7	67.23	46.29	53.43	7.14
8	77.64	34.38	43.02	8.64
9	83.59	26.45	37.07	10.62
10	102.62	15.10	18.04	2.94
11	87.13	28.10	33.53	5.43
12	78.72	35.24	41.95	6.71
13	82.47	30.38	38.19	7.81
14	67.14	42.81	53.53	10.72
15	75.06	32.47	45.60	13.13
16	86.53	19.91	34.13	14.22
17	68.46	38.05	52.20	14.15
18	78.18	26.91	42.48	15.57
19	88.71	12.30	31.95	19.65
20	86.81	11.38	33.85	22.47
21	101.20	15.34	19.46	4.12
22	84.01	30.68	36.65	5.97
23	75.40	37.07	45.26	8.19
24	79.99	30.72	40.67	9.95
25	73.56	34.38	47.10	12.72
26	73.92	39.26	46.74	7.48
27	76.81	35.56	43.85	8.29
28	70.42	41.29	50.24	8.95
29	68.65	41.88	52.01	10.13
30	77.56	32.38	43.10	10.72
31	70.70	41.03	49.96	8.93
32	76.13	34.57	44.53	9.96
R2	117.00	1.00	3.66	2.66



### Anexo 8 – Análise de Pressões na rede

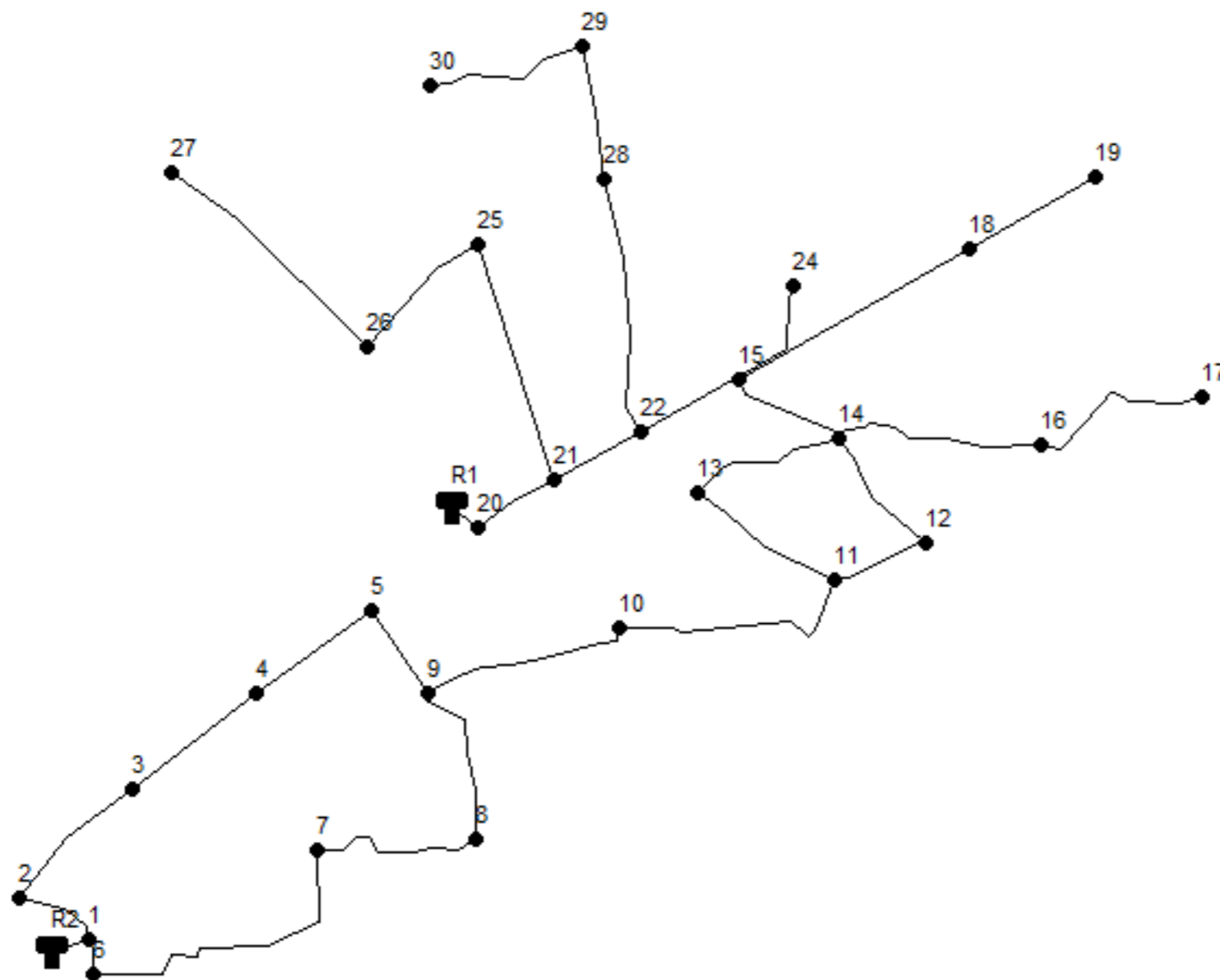
#### Cenário 1 - 2043



Cenário 1 - 2043

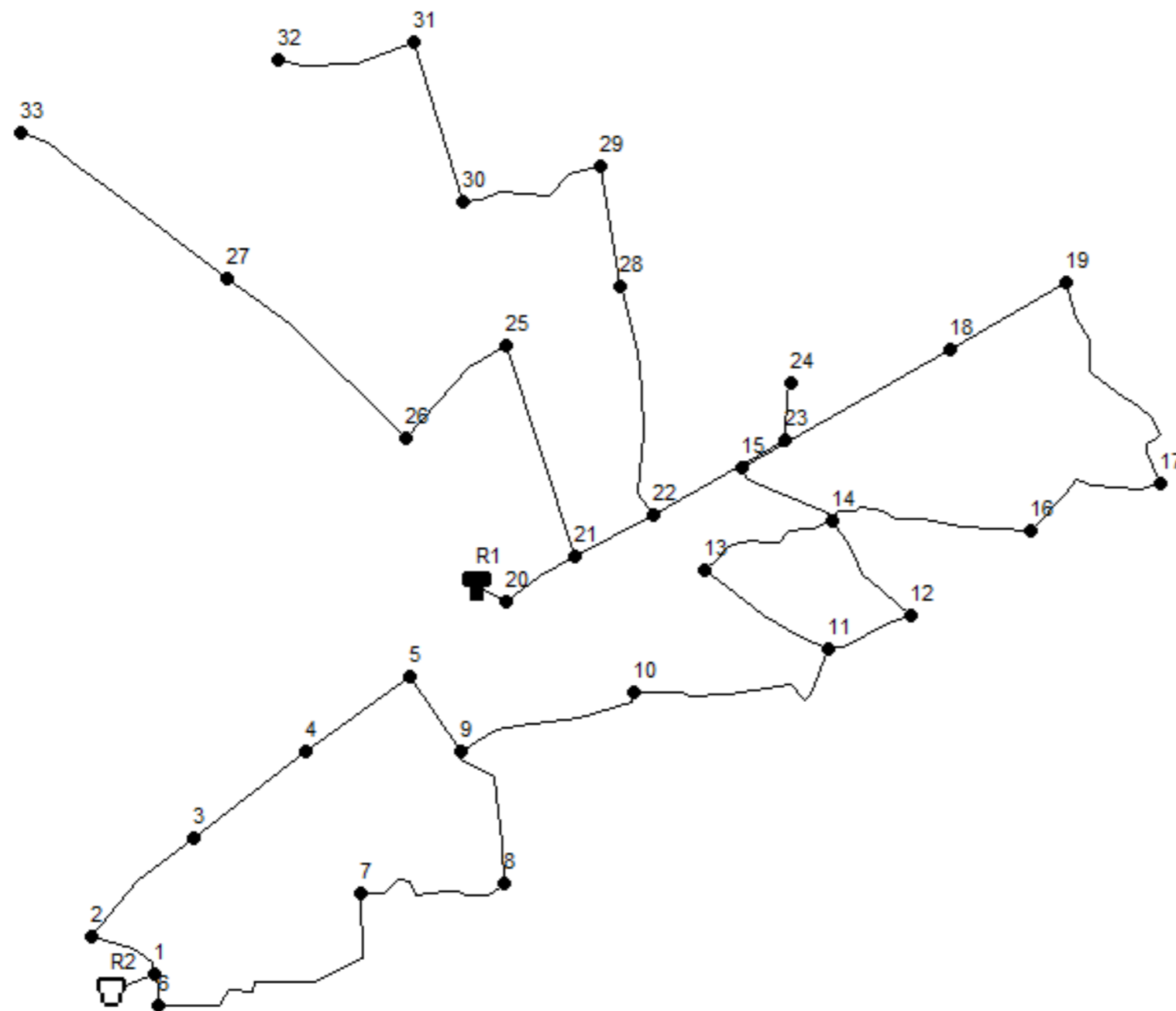
Nós	Cotas (m)	Pressões		Flutuação Máxima Possível (m.c.a)
		Mínima (m.c.a)	Máxima (m.c.a)	
1	102.18	15.78	18.49	2.71
2	100.16	16.71	20.50	3.79
3	95.75	19.81	24.92	5.11
4	80.60	32.63	40.06	7.43
5	76.37	34.89	44.29	9.40
6	69.82	38.89	50.84	11.95
7	67.23	40.33	53.43	13.10
8	77.64	24.08	43.02	18.94
9	83.52	14.39	37.15	22.76
10	102.62	14.96	18.04	3.08
11	87.13	26.81	33.53	6.72
12	78.72	33.38	41.95	8.57
13	82.47	28.07	38.19	10.12
14	67.14	39.36	53.53	14.17
15	75.06	28.22	45.60	17.38
16	86.53	15.41	34.13	18.72
17	68.46	33.50	52.20	18.70
18	78.18	22.17	42.48	20.31
19	88.71	7.74	31.95	24.21
20	86.76	7.02	33.91	26.89
21	101.20	13.81	19.46	5.65
22	84.01	27.45	36.65	9.20
23	75.40	31.80	45.26	13.46
24	79.99	23.79	40.67	16.88
25	73.60	23.19	47.06	23.87
26	73.92	32.88	46.74	13.86
27	76.81	28.01	43.85	15.84
28	70.42	32.75	50.24	17.49
29	68.65	31.30	52.01	20.71
30	77.58	20.10	43.08	22.98
31	70.70	33.92	49.96	16.04
32	76.13	26.77	44.53	17.76
33	64.18	29.87	56.48	26.61
34	70.37	25.44	50.29	24.85
35	66.74	27.32	53.92	26.60
R2	117.00	1.00	3.66	2.66

### Anexo 9 – Análise de Pressões na rede Cenário 2 - 2033



Cenário 2 - 2033				
Nós	Cotas (m)	Pressões		Flutuação Máxima Possível (m.c.a)
		Mínima (m.c.a)	Máxima (m.c.a)	
1	102.24	15.74	18.42	2.68
2	100.76	16.43	19.90	3.47
3	88.68	27.10	31.98	4.88
4	79.70	34.86	40.96	6.10
5	76.29	37.38	44.37	6.99
6	102.62	15.08	18.04	2.96
7	87.13	28.11	33.53	5.42
8	78.73	35.34	41.93	6.59
9	82.40	30.74	38.26	7.52
10	67.17	43.36	53.49	10.13
11	75.06	32.99	45.60	12.61
12	85.88	21.62	34.78	13.16
13	68.33	38.83	52.33	13.50
14	78.24	27.58	42.42	14.84
15	68.11	34.30	52.55	18.25
16	88.13	16.25	32.54	16.29
17	87.19	15.89	33.47	17.58
18	85.32	13.37	35.34	21.97
19	83.61	13.04	37.05	24.01
20	83.32	7.42	9.43	2.01
21	69.87	20.54	22.88	2.34
22	67.29	22.26	25.47	3.21
24	76.12	11.56	16.63	5.07
25	76.89	11.26	15.86	4.60
26	80.02	7.02	12.73	5.71
27	73.55	10.59	19.20	8.61
28	70.59	17.29	22.17	4.88
29	68.64	18.76	24.11	5.35
30	77.63	9.01	15.12	6.11
R2	117.00	1.00	3.66	2.66
R1	89.75	1.00	3.00	2.00

### Anexo 10 – Análise de Pressões na rede Cenário 2 - 2043

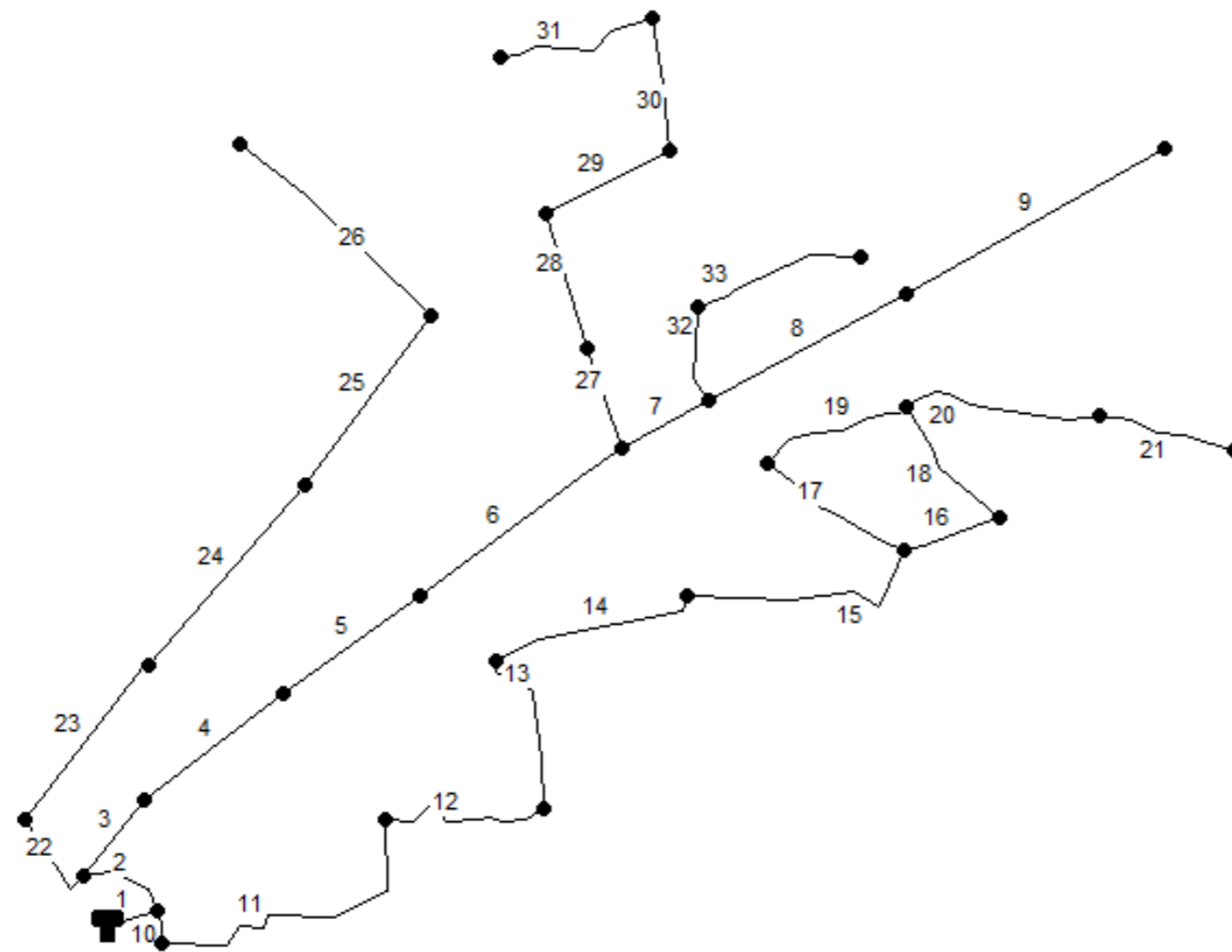


Cenário 2 - 2033

Nos	Cotas (m)	Pressões		Flutuação Máxima Possível (m.c.a)
		Mínima (m.c.a)	Máxima (m.c.a)	
1	102.25	15.71	18.41	2.70
2	100.76	15.98	19.90	3.92
3	88.68	25.84	31.98	6.14
4	79.70	32.89	40.96	8.07
5	76.29	34.86	44.37	9.51
6	102.62	14.90	18.04	3.14
7	87.13	26.48	33.53	7.05
8	78.73	32.99	41.93	8.94
9	82.40	27.86	38.26	10.40
10	67.17	38.95	53.49	14.54
11	75.06	27.01	45.60	18.59
12	85.88	15.27	34.78	19.51
13	68.33	32.32	52.33	20.01
14	78.24	20.16	42.42	22.26
15	68.11	27.29	52.55	25.26
16	86.82	7.16	33.84	26.68
17	87.21	5.44	33.45	28.01
18	85.32	7.44	35.34	27.90
19	83.51	7.78	37.15	29.37
20	83.32	7.41	9.43	2.02
21	69.78	20.32	22.97	2.65
22	67.29	21.24	25.47	4.23
23	73.06	13.33	19.69	6.36
24	76.12	9.87	16.63	6.76
25	76.89	8.58	15.86	7.28
26	80.02	3.06	12.73	9.67
27	73.55	3.84	19.20	15.36
28	70.59	14.48	22.17	7.69
29	68.64	15.40	24.11	8.71
30	77.58	4.27	15.17	10.90
31	70.60	9.56	22.15	12.59
32	67.25	11.50	25.50	14.00
33	63.63	10.31	29.12	18.81
R1	89.75	1.00	3.00	2.00
R2	117.00	1.00	3.66	2.66

**Anexo 11 – Análise de Velocidades na Rede**

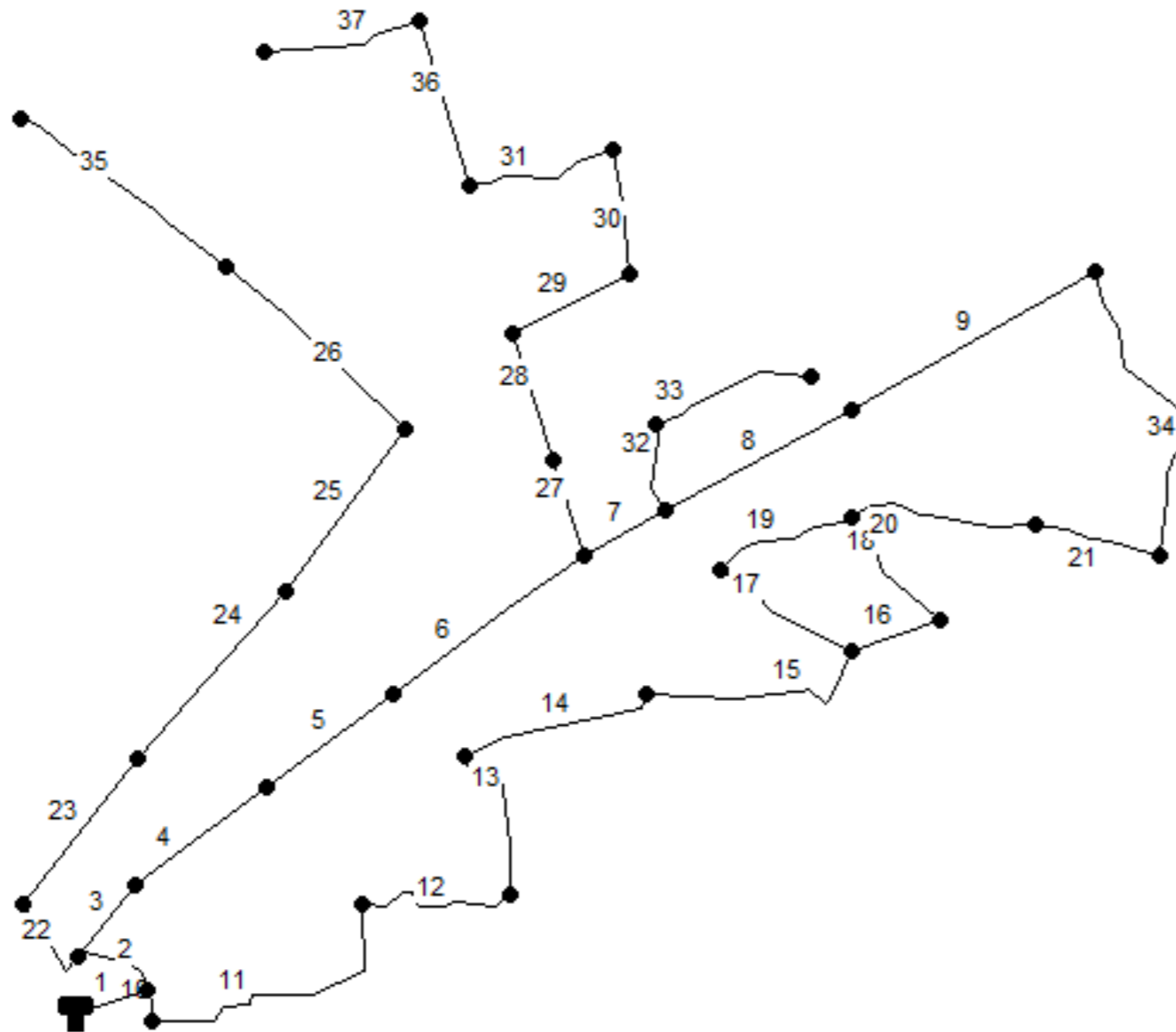
**Cenário 1 - 2033**



Cenário 1 - 2033			
Conduta	Diâmetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidade (m/s)
1	140	8.22	0.53
2	125	5.33	0.43
3	110	4.12	0.43
4	110	4.07	0.43
5	110	3.75	0.39
6	110	3.44	0.36
7	90	2.10	0.33
8	63	1.01	0.32
9	63	1.01	0.32
10	90	2.80	0.44
11	90	2.80	0.44
12	90	2.67	0.42
13	90	2.54	0.4
14	75	2.37	0.54
15	75	1.91	0.43
16	50	0.71	0.36
17	63	0.97	0.31
18	50	0.65	0.33
19	50	0.65	0.33
20	50	1.00	0.51
21	50	1.00	0.51
22	63	1.21	0.39
23	63	1.21	0.39
24	63	1.21	0.39
25	63	1.13	0.36
26	50	0.71	0.36
27	63	1.07	0.34
28	63	0.93	0.3
29	63	0.84	0.27
30	50	0.64	0.33
31	50	0.39	0.2
32	50	0.95	0.48
33	50	0.51	0.26

**Anexo 12 – Análise de Velocidades na Rede**

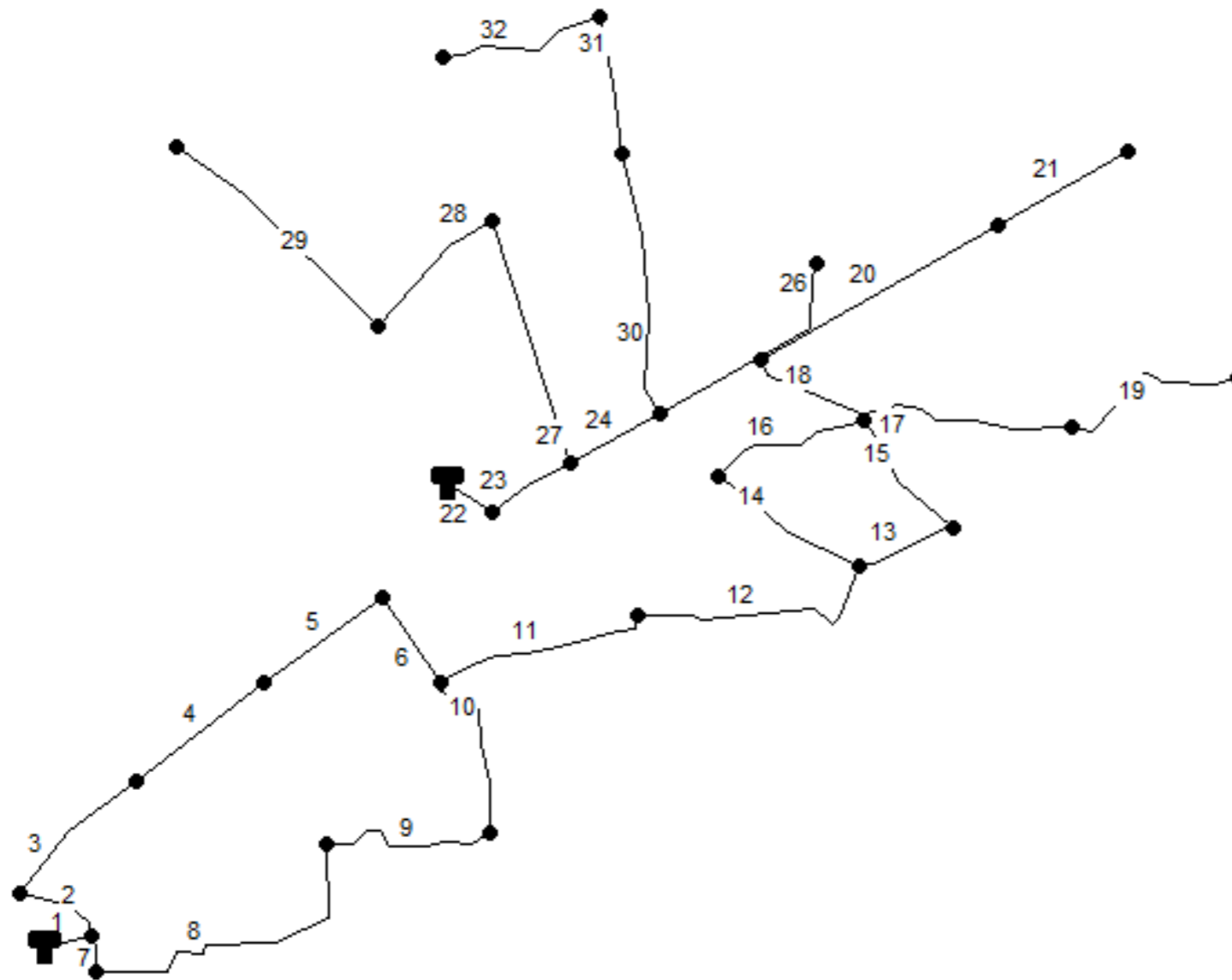
**Cenário 1 - 2043**



Cenário 1 - 2043			
Conduta	Diâmetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidade (m/s)
1	140	11.68	0.76
2	125	8.12	0.66
3	110	6.40	0.67
4	110	6.33	0.67
5	110	5.91	0.62
6	110	5.51	0.58
7	90	3.45	0.54
8	63	2.10	0.67
9	63	1.43	0.46
10	90	3.44	0.54
11	90	3.44	0.54
12	90	3.25	0.51
13	90	3.07	0.48
14	75	2.83	0.64
15	75	2.24	0.51
16	50	0.79	0.40
17	63	1.11	0.36
18	50	0.71	0.36
19	50	0.69	0.35
20	50	0.98	0.50
21	50	0.98	0.50
22	63	1.72	0.55
23	63	1.72	0.55
24	63	1.72	0.55
25	63	1.62	0.52
26	50	1.17	0.60
27	63	1.71	0.55
28	63	1.51	0.48
29	63	1.38	0.44
30	50	1.10	0.56
31	50	0.81	0.41
32	50	1.24	0.63
33	50	0.67	0.34
34	50	0.74	0.38
35	50	0.69	0.35
36	50	0.69	0.35
37	50	0.69	0.35

**Anexo 13 – Análise de Velocidades na Rede**

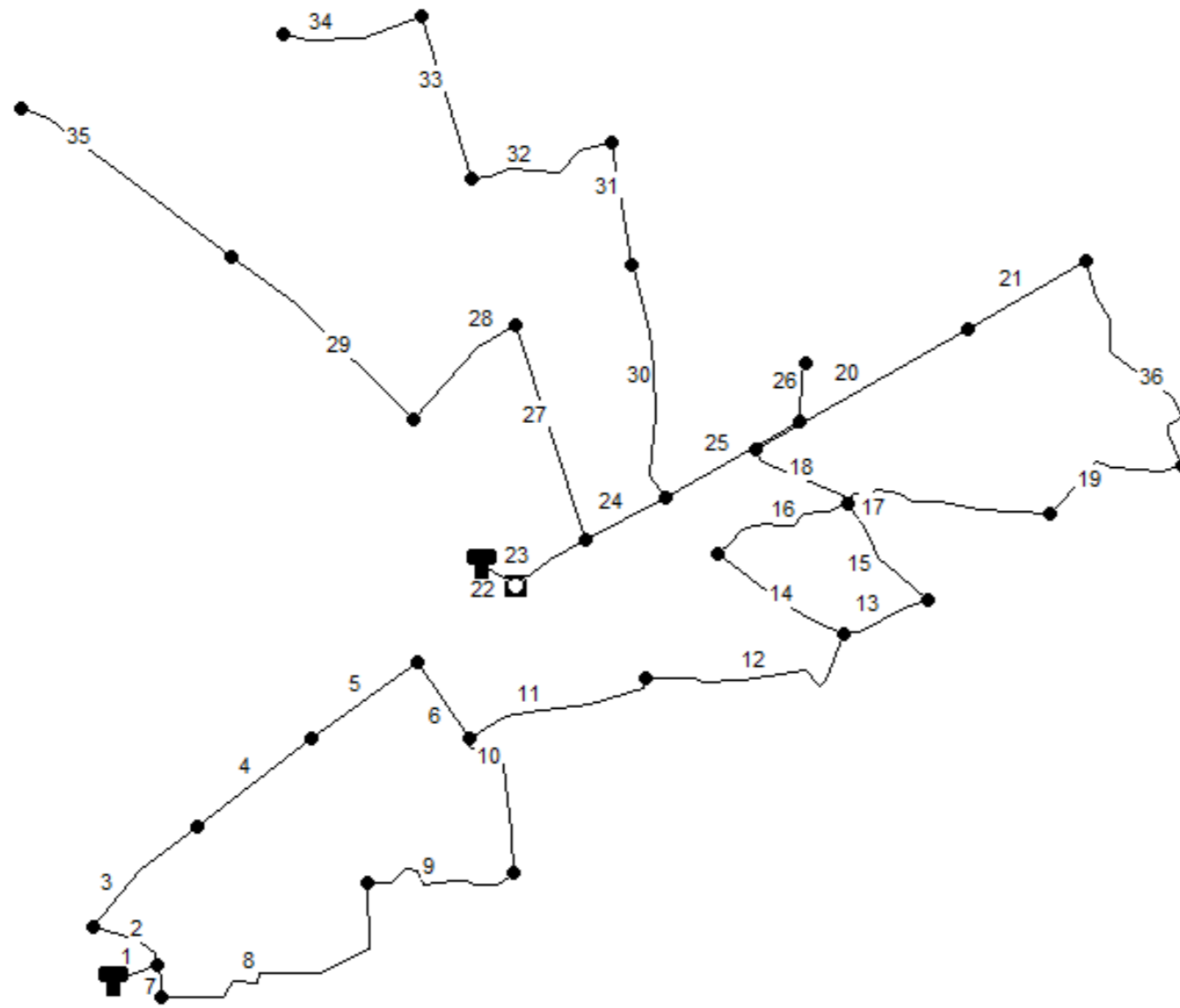
**Cenário 2 - 2033**



Cenário 2 - 2033			
Conduta	Diâmetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidade (m/s)
1	110	4.79	0.5
2	90	3.01	0.47
3	90	3.01	0.47
4	90	2.80	0.44
5	90	2.49	0.39
6	90	2.30	0.36
7	75	1.72	0.39
8	75	1.72	0.39
9	75	1.59	0.36
10	75	1.45	0.33
11	90	3.58	0.56
12	90	3.12	0.49
13	75	1.46	0.33
14	75	1.43	0.32
15	63	1.39	0.45
16	63	1.14	0.37
17	63	1.02	0.33
18	50	1.20	0.61
19	63	1.02	0.33
20	50	0.82	0.42
21	50	0.82	0.42
22	110	3.44	0.36
23	110	3.17	0.33
24	75	1.83	0.41
26	50	0.61	0.31
27	63	1.20	0.38
28	63	1.06	0.34
29	50	0.72	0.37
30	63	0.99	0.32
31	63	0.71	0.23
32	50	0.45	0.23

**Anexo 15 – Análise de Velocidades na Rede**

**Cenário 2 – 2043**



Cenario 2 - 2043			
Conduta	Diametro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidade (m/s)
1	110	6.56	0.69
2	90	4.13	0.65
3	90	4.13	0.65
4	90	3.86	0.61
5	90	3.47	0.54
6	90	3.23	0.51
7	75	2.35	0.53
8	75	2.35	0.53
9	75	2.16	0.49
10	75	1.97	0.45
11	90	4.95	0.78
12	90	4.36	0.69
13	75	2.04	0.46
14	75	1.98	0.45
15	63	1.94	0.62
16	63	1.61	0.52
17	63	1.91	0.61
18	50	1.20	0.61
19	63	1.18	0.38
20	50	0.73	0.37
21	50	0.73	0.37
22	110	5.12	0.54
23	110	4.78	0.50
24	75	2.71	0.61
25	50	0.84	0.43
26	50	0.57	0.29
27	63	1.90	0.61
28	63	1.71	0.55
29	50	1.21	0.62
30	63	1.57	0.50
31	63	1.16	0.37
32	50	0.85	0.43
33	50	0.70	0.36
34	50	0.70	0.36
35	50	0.68	0.35
36	50	0.50	0.25

**ANEXO 24 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENÁRIO 1****CAPÍTULO 1 – TRABALHOS GERAIS**

<b>MAPA DE QUANTIDADES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>UND</b>	<b>QTD</b>	<b>PREÇO/UND (Mt)</b>	<b>Valor Total (Mt)</b>
1	TRABALHOS GERAIS				
1.1	Mobilização e desmobilização de meios humanos e materiais, equipamentos, incluindo montagem e desmontagem de Estaleiro de Obra, limpeza da zona e remoção de lixos e entulhos produzidos durante o período da empreitada <i>(Nota: limitado a um valor entre 10% do valor total da obra)</i>	v.g.	1	1,230,630.8	1,230,630.84
1.2	Fornecimento e assentamento de sinalização da obra em placa metálica e de madeira para identificação da obra com dimensões aproximadas a 2,0m x 2,0m - de acordo com o desenho apresentado, suportada por postes metálicos de fixação, com os respectivos dizeres, sendo posicionadas à entrada da vila, uma do lado de Norte e outro lado Sul, bem como a remoção no final da obra.	und	2	45,000.00	90,000.00
1.3	Escritório para a fiscalização composto por um compartimento de no mínimo de 12 m <sup>2</sup> de área, outro compartimento destinado a instalações sanitárias (sanita e lavatório) e ainda outro para sala de reuniões com o mínimo de 25 m <sup>2</sup> - instalações essas em boas condições, com electricidade, devidamente ventiladas com ar-condicionado, com acessos seguros, 2 tomadas por compartimento (220V) incluindo o seguinte mobiliário e equipamento: 1 estante, 1 secretária com 3 gavetas, 2 cadeira de escritório, uma mesa para reuniões para 10 pessoas, 10 cadeiras para mesa de reuniões, 1 geleira pequena, um conjunto de 6 copos de vidro, 6 chávenas de chá e 6 chávenas de café, chaleira eléctrica, consumíveis	mês	12	75,000.00	900,000.00



	<p>bem como uma linha de internet.  <i>(nota: este equipamento fica na posse do futuro gestor do sistema, com exceção da linha de internet)</i></p>				
1.5	<p>Custo fixo para combustível destinado à viatura da fiscalização, no máximo até 120 litros por mês, <i>(Nota: Pagamentos a fazer mediante apresentação das facturas)</i></p>	Mês	12	22,500.00	270,000.00
1.6	<p>Fornecimento de computador laptop e respectivos acessórios, para uso da Fiscalização, durante o período da obra, incluindo os sistemas operativos (Microsoft Office, AutoCAD, Microsoft Project, Power Point, Excel, Acrobat Reader) - Processador: Intel Core i7-4510U 2.0GHz (5M Cache, up to 3.10 GHz) Disco Duro: 1TB SATA 5400 rpm Memória Ram: 8GB (2x4GB) DDR3L 1600MHz (4GB on board), Leitor Optico: DVD±RW Super Multi drive, Gráfica: Integrated Intel® HD Graphics 4400, Ecrã: 15.6" LED <i>(Nota: este equipamento reverte a favor do dono-da-obra no final da obra)</i>.</p>	und	1	92,000.00	92,000.00
1.7	<p>Fornecimento e instalação de impressora HP a cores, para impressão de folhas A3 com estabilizador de corrente e materiais consumíveis <i>(Nota: este equipamento reverte a favor do dono-da-obra no final da obra)</i></p>	und	1	82,000.00	82,000.00
1.8	<p>Fornecimento Câmara Digital para uso exclusivo do fiscal da obra 4,0 Mega Pixels, zoom 4x, visor 1,6" <i>(Nota: este equipamento reverte a favor do dono-da-obra no final da obra)</i></p>	und	2	32,000.00	64,000.00
1.9	<p>Custos de Formação dos futuros técnicos do Operador do Sistema, durante 1 semana, num total de 4 pessoas.</p>	v.g.	1	110,000.00	110,000.00
1.10	<p>Fornecimento do Manual de Operação e Manutenção do equipamento instalado, devendo constar em anexos catálogos dos equipamentos instalados.</p>	v.g.	1	55,000.00	55,000.00

1.11	Elaboração e entrega dos Desenhos Finais ("as built drawings"), dentro dos prazos previstos no contrato, depois de revisados pela Fiscalização	v.g.	1	185,000.00	185,000.00
1.12	Fornecimento e assentamento de placas de lançamento da primeira pedra e da inauguração do sistema em mármore com dizeres a serem fornecidos pelo dono da obra com dimensões aproximadas de 80x60cm <sup>2</sup> , incluindo fixação em parede ou em pedestal de alvenaria, devidamente pintado	und	2	135,000.00	270,000.00
<b>Subtotal 1</b>					<b>3,348,630.84</b>

**ANEXO 24 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENÁRIO 1****CAPÍTULO 2 – CAPTAÇÃO**

<b>MAPA DE QUANTIDADES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>UND</b>	<b>QTD</b>	<b>PREÇO/UND (Mt)</b>	<b>TOTAL (Mt)</b>
2	Trabalhos de construção de furo de captação de água no Subsistema				
2.1	Abertura de novos furos de água no subsistema				
2.1.1	Limpeza e desenvolvimento do furo com cerca de 120m de profundidade, durante 12 horas efectivas, com compressor, registo de dados, recolha e análise in situ de água, incluindo a remoção da bomba actual, antes da colocação da bomba nova	und	1.00	450,000.00	450,000.00
2.1.2	Ensaio de caudal do furo, incluindo a medição e registo de toda a informação de acordo com a ficha respectiva que consta no Caderno de Encargos, devendo esse teste não se desenvolver em período inferior a 12 horas (Nota: O empreiteiro deverá mobilizar o equipamento de ensaio que vier a ser necessário para poder ter um caudal de exploração de cada furo)	und	1.00	470,000.00	470,000.00
2.1.3	Ensaio de qualidade de água para caracterização química e bacteriológica por furo, usando garrafas esterilizadas, em Laboratório credenciado para o efeito (2 amostras/furo)	und	2.00	15,000.00	30,000.00
2.1.4	Desinfecção do furo	und	1.00	12,000.00	12,000.00
2.1.5	Fornecimento e assentamento de tubo BORELINE de recalque com pressão nominal de 15 bars, de 102mm de diâmetro interior, no interior do furo, desde a bomba à parte exterior do mesmo, incluindo e todos acessórios de ligação e suporte (corda Nylon) bem como acessórios de redução de 110mmx4"	ml	120.00	5,775.00	693,000.00

2.1.6	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de $\varnothing$ 3", incluindo todos os acessórios de ligação, curvas, tês, uniões, para assentar a jusante da electrobomba SP bem como na ligação dos depósitos elevado, e um adaptador de ligação de 4"x 110mm	ml	12.00	8,250.00	99,000.00
2.1.7	Fornecimento e assentamento de electrobomba submersível com ponto de funcionamento Q= 13,6 m <sup>3</sup> /h e H=189m, incluindo todos os acessórios de ligação e fixação da mesma na conduta de Adução, bem como sensores de controlo telemétricos no quadro e com todos equipamentos de protecção	und	1.00	1,050,000.00	1,050,000.00
2.1.8	Fornecimento e assentamento de caudalímetro de água à saída do furo, para aplicar em tubo galvanizado de 3" de acordo com o Caderno de Encargos	und	1.00	62,500.00	62,500.00
2.1.9	Fornecimento e assentamento de manómetro de pressão 10 bars, ligado na conduta a saída do furo no tubo de 4" incluindo todos acessórios de ligação e suporte de acordo com o Caderno de Encargos	und	1.00	74,250.00	74,250.00
2.1.10	Fornecimento e assentamento de válvula de corte à saída do furo, para aplicar em tubo galvanizado de 4" de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	1.00	88,250.00	88,250.00
2.1.11	Fornecimento e assentamento de válvula de retenção à saída do furo, para aplicar em tubo galvanizado de 3" de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	1.00	88,250.00	88,250.00
2.1.12	Vedação para o furo numa extensão de 4mx4m em rede tubarão galvanizada e postes metálicos de forma quadrangular, de 50x50 mm <sup>2</sup> ou tubo redondo de 2", com uma altura de 1.8 m, duas fiadas de arame farpado no topo esticada com ajuda de três fiadas de arames galvanizado, assente em duas fiadas de alvenaria de 15, rebocada e pintada com um portão para peões bem como sarrisca de 10 cm no recinto interior	ml	16.00	3,742.00	59,872.00

2.1.13	Fornecimento e assentamento de casota para colocação do doseador de cloro	und	1.00	120,000.00	120,000.00
<b>Subtotal 2</b>					<b>3,297,122.00</b>

**ANEXO 24 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENÁRIO 1****CAPÍTULO 3 – CONDUTA ADUTORA**

<b>MAPA DE QUANTIDADES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>UND</b>	<b>QTD</b>	<b>PREÇO/UND (Mt)</b>	<b>Valor Total (Mt)</b>
3	Fornecimento e assentamento de novas condutas adutoras entre os furos e os reservatórios				
3.1	Escavação em solos brandos em abertura de vala para assentamento das condutas adutoras e cabos de electricidade, com cerca de 1,00 m de profundidade por 0,80 m de largura, incluindo entivações se necessário	m <sup>3</sup>	1,480.00	225.00	333,000.00
3.2	Aterros com solos retirados da escavação devidamente compactados	m <sup>3</sup>	1,072.40	112.00	120,108.80
3.3	Espalhamento das terras sobranes da escavação, nas proximidades da vala, devidamente compactadas e remoção para vazadouro aquelas que sobrem	m <sup>3</sup>	407.60	112.00	45,651.20
3.4	Fornecimento e colocação de areia grossa do rio para envolver o tubo uPVC, 10cm tanto por baixo como por cima.	m <sup>3</sup>	399.33	875.00	349,413.54
3.5	Fornecimento e assentamento de tubo mPVC de classe 10 incluindo testes de pressão de acordo com o regulamento, incluindo fita luminosa ao longo do perfil da conduta, bem como todos os acessórios necessários para o correcto funcionamento do sistema, assente de acordo com as peças desenhadas e especificações do Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros;				0.00
3.5.1	Ø75mm	ml	1,850.00	330.00	610,500.00
3.5.2	Ø50mm	ml	20.00	200.00	4,000.00
3.6	Fornecimento e assentamento de válvula de descarga de 75 mm tal como especificado no Caderno de Encargos, incluindo um té de redução do mesmo diâmetro de acordo com os desenhos	und	5.00	35,000.00	175,000.00

3.7	Fornecimento e assentamento de ventosas de 3" incluindo tê, ao longo do perfil da adutora onde definido nas peças desenhadas e como especificado no Caderno de Encargos	und	3.00	37,000.00	111,000.00
3.8	Construção de blocos de ancoragem para curvas, de acordo com as peças desenhadas, incluindo todos os trabalhos de fixação das tubagens às mesmas, assim como escavação e aterros devidamente compactados	und	15.00	12,000.00	180,000.00
3.9	Fornecimento e assentamento de válvulas de corte de encaixe junto à caixa de ligação das condutas, incluindo todos os acessórios de fixação e ligação, de acordo com o especificado no Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros:				
3.9.1	75mm	und	3.00	37,000.00	111,000.00
3.9.2	50mm	und	1.00	33,600.00	33,600.00
3.10	Fornecimento e assentamento de válvula de corte flangeada junto do colector do Centro Distribuidor 2, de 3", incluindo todos os acessórios de fixação e ligação, de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	3.00	82,000.00	246,000.00
3.11	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de $\varnothing=2"$ no interior do recinto do Centro Distribuidor 1, até à parte superior do reservatório elevado de 30 m <sup>3</sup> , incluindo todos os acessórios de ligação, aterros e escavação onde necessário ou suportes metálicos quando à vista	ml	20.00	20,000.00	400,000.00
3.12	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de $\varnothing=3"$ no interior do recinto do Centro Distribuidor 2, até à parte superior do reservatório elevado, incluindo todos os acessórios de ligação, aterros e escavação onde necessário ou suportes metálicos quando à vista	ml	20.00	20,000.00	400,000.00
3.13	Construção de caixas de alvenaria nos locais onde ficam instaladas as válvulas de seccionamento e descarga (ver os desenhos), com largura aproximada de 70x70 e altura média de 0,90 m, incl. tampas de betão	und	12.00	20000	240,000.00
<b>Subtotal 3</b>					<b>3,359,273.54</b>

**ANEXO 24 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENÁRIO 1**  
**CAPÍTULO 4 – INFRAESTRUTURAS NO CENTRO DISTRIBUIDOR**

<b>MAPA DE QUANTIDADES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>UND</b>	<b>QTD</b>	<b>PREÇO/UND (Mt)</b>	<b>Valor Total (Mt)</b>
4.1	Construção de Infra-estruturas no Centro Distribuidor				-
4.1.1	Limpeza e nivelamento da área onde será construído o novo reservatório, junto ao Depósito elevado existente, mais 5 m para cada lado, incluindo remoção de solos não utilizados e vegetação retirada de todo material para vazadouro	m <sup>2</sup>	100.00	125.00	12,500.00
4.1.2	Fornecimento e assentamento de um reservatório elevado de aço galvanizado, pré-fabricado, com a torre de 14 m de altura e 90 m <sup>3</sup> de capacidade, de acordo com as peças desenhadas considerando as seguintes actividades:		1.00	7,500,000.00	7,500,000.00
4.1.2.1	Escavação em solos brandos incluindo entivações se necessário	m <sup>3</sup>	1.15	300.00	345.60
4.1.2.2	Compactação e preparação da fundação para receber o betão de limpeza	m <sup>2</sup>	1.44	225.00	324.00
4.1.2.3	Aterro com solos sobrantes, devidamente compactado e espalhamento dos solos sobrantes	m <sup>3</sup>	0.65	250.00	162.00
4.1.2.4	Fornecimento e colocação de betão de limpeza de classe B15 no fundo das fundações isoladas, de 1,2X1,2X0.3 m.	m <sup>3</sup>	0.07	13,000.00	936.00
4.1.2.5	Fornecimento e colocação de betão estrutural de classe B35 em elementos estruturais, incluindo cofragens e aço	m <sup>3</sup>	0.43	19,980.00	8,631.36



4.1.2.6	Marcador de indicador nível de água exterior, metálico, fixo à estrutura do reservatório de acordo com a parte desenhada	und	1.00	31,000.00	31,000.00
4.1.3	Caixa para colocação de válvula de corte para a limpeza/descarga do reservatório, assim como de corte do abastecimento de água e para instalação dos caudalímetros, feita em alvenaria, de 1,0x1,0m <sup>2</sup> , com cerca de 1,00 m de altura, rebocada interiormente e tampa de betão.	und	1.00	20,000.00	20,000.00
4.1.4	Fornecimento e assentamento de válvula de descarga de água do reservatório, de flange, de secção 4" de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	1.00	38,000.00	38,000.00
4.1.5	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de ø 3", flangeado, incluindo todos os acessórios de ligação tais como curvas, tês e uniões para assentar a jusante e montante do grupo de bombagem bem como na ligação dos depósitos semi-enterrados e tubo ladrão, à vista.	ml	20.00	9,600.00	192,000.00
4.1.6	Fornecimento e assentamento de válvula de corte a saída do depósito elevado, de 6 ½" incluindo todos os acessórios de fixação de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	vg	1.00	82,000.00	82,000.00
4.1.7	Fornecimento e assentamento de caudalímetro à entrada do reservatório elevado, bem como outro à saída, a instalar em tubo galvanizado de 3" com as especificações que constam no Caderno de encargos	und	1.00	87,500.00	87,500.00
<b>Subtotal 4</b>					<b>7,973,398.96</b>

**ANEXO 24 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENÁRIO 1****CAPÍTULO 5 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

<b>MAPA DE QUANTIDADES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>UND</b>	<b>QTD</b>	<b>PREÇO/UND (Mt)</b>	<b>Valor Total (Mt)</b>
5	Fornecimento e assentamento de condutas para a rede de distribuição, com diferentes diâmetros nos dois sub-sistemas				
5.1	Movimentos de terra				
5.1.1	Escavação em solos brandos em abertura de vala para assentamento das condutas adutoras e cabos de electricidade, com cerca de 1,00 m de profundidade por 0,80 m de largura, incluindo entivações se necessário	m <sup>3</sup>	12,949.60	225.00	2,913,660.00
5.1.2	Aterros com solos retirados da escavação devidamente compactados	m <sup>3</sup>	9,436.26	112.00	1,056,861.12
5.1.3	Fornecimento e colocação de areia grossa do rio para envolver o tubo mPVC, 10cm tanto por baixo como por cima.	m <sup>3</sup>	3,442.98	875.00	3,012,607.77
5.1.4	Espalhamento das terras sobrantes da escavação, nas proximidades da vala, devidamente compactadas e remoção para vazadouro aquelas que sobrarem	m <sup>3</sup>	3,513.34	112.00	393,494.08
5.1.5	Reposição dos revestimentos em passeios, no local escavado para assentamento de conduta bem como transporte de entulho e terras sobrantes	ml	20.00	1,000.00	20,000.00

	para vazadouro (valor estimado).				
5.1.6	Cortes da estrada com largura máxima de 1m no topo incluindo demolição de pavimento, escavação de vala, aterro devidamente compactado, remoção do material demolido e reposição do asfalto ou pavet na zona da passagem de tubagem da rede de distribuição (Nota: o <i>empreiteiro será responsável por coordenar esta actividade com as entidades competentes, nomeadamente o município ou a ANE</i> )	m <sup>2</sup>	14.00	4,200.00	58,800.00
5.1.7	Trabalho de atravessamento de tubagem por baixo da EN1, considerando trabalho de perfuração horizontal por pressão de água, para assentar tubo galvanizado (incluindo este de diâmetro 8"), por onde passará a tubagem de PVC, incluindo todos os trabalhos e equipamento necessários para a realização desta actividade, nos pontos indicados nos desenhos.	ml	14.00	20,000.00	280,000.00
5.2	Fornecimento e assentamento de tubo mPVC de classe 6 incluindo testes de pressão de acordo com o regulamento, fita luminosa ao longo dos perfis das condutas, todos os acessórios necessários nomeadamente uniões, tês, curvas, assente de acordo com as peças desenhadas e especificações do Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros;				0.00

5.2.1	Ø140mm	ml	10.00	750.00	7,500.00
5.2.2	Ø125mm	ml	286.00	650.00	185,900.00
5.2.3	Ø110mm	ml	2,042.00	550.00	1,123,100.00
5.2.4	Ø90mm	ml	2,376.00	450.00	1,069,200.00
5.2.5	Ø75 mm	ml	1,390.00	250.00	347,500.00
5.2.6	Ø63mm	ml	5,405.00	225.00	1,216,125.00
5.2.7	Ø50mm	ml	4,678.00	200.00	935,600.00
5.3	Fornecimento e assentamento de válvulas de corte, de encaixe rápido, com referência de acordo com o especificado no Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros:				
5.3.1	140mm	un	1.00	75000	75,000.00
5.3.2	125mm	un	3.00	60000	180,000.00
5.3.3	110mm	un	3.00	40000	120,000.00
5.3.4	90 mm	un	4.00	35000	140,000.00
5.3.5	75mm	un	5.00	30000	150,000.00
5.3.6	63mm	un	9.00	30000	270,000.00
5.3.7	50mm	un	5.00	25000	125,000.00
5.4	Fornecimento e assentamento de válvula de descarga de 75 mm tal como especificado no Caderno de Encargos, incluindo um tee de redução em função do diâmetro da tubagem onde será instalado, de acordo com as peças desenhadas	un	13.00	35000	455,000.00
5.5	Fornecimento e assentamento de ventosas para aplicar em tubo PVC, incluindo todos os acessórios de ligação, tipo VENT-O-MAT, modelo 050 RC 1611 com abraçadeiras para aplicação em tubagem de diferentes diâmetros	un	19.00	37500	712,500.00

5.6	Fornecimento e assentamento de balizas em tubo galvanizado para ligações de água aos consumidores, incluindo contadores de água 3/4" especificados no caderno de encargos, bem como válvula de corte e torneira de jardim de igual diâmetro, incluindo assentamento de tubo, tubo PEAD de classe 9 para cada ligação domiciliar até o máximo de 50m, escavação e aterros incluídos.	und	417.00	11250	4,691,250.00
5.13	Construção de caixas de alvenaria nos locais onde ficam instaladas as válvulas de seccionamento e descarga (ver os desenhos), com largura aproximada de 70x70 e altura média de 0,90 m, incl. tampas de betão e de acordo com os desenhos	und	25.00	20000	500,000.00
5.14	Construção de fontanários tipo DNA incluindo montagem de todos acessórios, dreno no fim da descarga, torneiras, contador de água de acordo com o especificado no Caderno de Encargos de 3/4", pronto a funcionar, segundo as partes desenhadas.	und	8.00	95,745.00	765,960.00
<b>Subtotal 5</b>					<b>20,805,057.97</b>

## ANEXO 24 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENARIO 2

## CAPÍTULO 1 – TRABALHOS GERAIS

MAPA DE QUANTIDADES					
Item	Descrição	UND	QTD	PREÇO/UND (Mt)	Valor Total (Mt)
1	TRABALHOS GERAIS				
1.1	Mobilização e desmobilização de meios humanos e materiais, equipamentos, incluindo montagem e desmontagem de Estaleiro de Obra, limpeza da zona e remoção de lixos e entulhos produzidos durante o período da empreitada <u>(Nota: limitado a um valor entre 10% do valor total da obra)</u>	v.g.	1	1,230,630.8	1,230,630.84
1.2	Fornecimento e assentamento de sinalização da obra em placa metálica e de madeira para identificação da obra com dimensões aproximadas a 2,0m x 2,0m - de acordo com o desenho apresentado, suportada por postes metálicos de fixação, com os respectivos dizeres, sendo posicionadas à entrada da vila, uma do lado de Norte e outro lado Sul, bem como a remoção no final da obra.	und	2	45,000.00	90,000.00
1.3	Escritório para a fiscalização composto por um compartimento de no mínimo de 12 m <sup>2</sup> de área, outro compartimento destinado a instalações sanitárias (sanita e lavatório) e ainda outro para sala de reuniões com o mínimo de 25 m <sup>2</sup> - instalações essas em boas condições, com electricidade, devidamente ventiladas com ar-condicionado, com acessos seguros, 2 tomadas por compartimento (220V) incluindo o seguinte mobiliário e equipamento: 1 estante, 1 secretária com 3 gavetas, 2 cadeira de escritório, uma mesa para reuniões para 10 pessoas, 10 cadeiras para mesa de reuniões, 1 geleira pequena, um conjunto de 6 copos de vidro, 6 chávenas de chá e 6 chávenas de café, chaleira eléctrica, consumíveis bem como uma linha de internet. <u>(nota:</u>	mês	12	75,000.00	900,000.00

	<u>este equipamento fica na posse do futuro gestor do sistema, com excepção da linha de internet)</u>				
1.5	Custo fixo para combustível destinado à viatura da fiscalização, no máximo até 120 litros por mês, ( <u>Nota: Pagamentos a fazer mediante apresentação das facturas</u> )	Mês	12	22,500.00	270,000.00
1.6	Fornecimento de computador laptop e respectivos acessórios, para uso da Fiscalização, durante o período da obra, incluindo os sistemas operativos (Microsoft Office, AutoCAD, Microsoft Project, Power Point, Excel, Acrobat Reader) - Processador: Intel Core i7-4510U 2.0GHz (5M Cache, up to 3.10 GHz) Disco Duro: 1TB SATA 5400 rpm Memória Ram: 8GB (2x4GB) DDR3L 1600MHz (4GB on board), Leitor Optico: DVD±RW Super Multi drive, Gráfica: Integrated Intel® HD Graphics 4400, Ecrã: 15.6" LED ( <u>Nota: este equipamento reverte a favor do dono-da-obra no final da obra</u> ).	und	1	92,000.00	92,000.00
1.7	Fornecimento e instalação de impressora HP a cores, para impressão de folhas A3 com estabilizador de corrente e materiais consumíveis ( <u>Nota: este equipamento reverte a favor do dono-da-obra no final da obra</u> )	und	1	82,000.00	82,000.00
1.8	Fornecimento Câmara Digital para uso exclusivo do fiscal da obra 4,0 Mega Pixels, zoom 4x, visor 1,6" ( <u>Nota: este equipamento reverte a favor do dono-da-obra no final da obra</u> )	und	2	32,000.00	64,000.00
1.9	Custos de Formação dos futuros técnicos do Operador do Sistema, durante 1 semana, num total de 4 pessoas.	v.g.	1	110,000.00	110,000.00
1.10	Fornecimento do Manual de Operação e Manutenção do equipamento instalado, devendo constar em anexo os catálogos dos equipamentos instalados.	v.g.	1	55,000.00	55,000.00

1.11	Elaboração e entrega dos Desenhos Finais ("as built drawings"), dentro dos prazos previstos no contrato, depois de revisados pela Fiscalização	v.g.	1	185,000.00	185,000.00
1.12	Fornecimento e assentamento de placas de lançamento da primeira pedra e da inauguração do sistema em mármore com dizeres a serem fornecidos pelo dono da obra com dimensões aproximadas de 80x60cm <sup>2</sup> , incluindo fixação em parede ou em pedestal de alvenaria, devidamente pintado	und	2	135,000.00	270,000.00
<b>Subtotal 1</b>					<b>3,348,630.84</b>



**ANEXO 25 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENARIO 2****CAPÍTULO 2 – CAPTAÇÃO**

<b>MAPA DE QUANTIDADES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>UND</b>	<b>QTD</b>	<b>PREÇO/UND (Mt)</b>	<b>TOTAL (Mt)</b>
2	Trabalhos de construção de furo de captação de água no Subsistema				
2.1	Abertura de novos furos de água no subsistema				
2.1.1	Limpeza e desenvolvimento do furo com cerca de 120 m de profundidade, durante 12 horas efectivas, com compressor, registo de dados, recolha e análise in situ de água, incluindo a remoção da bomba actual, antes da colocação da bomba nova	und	1.00	450,000.00	450,000.00
2.1.2	Ensaio de caudal do furo, incluindo a medição e registo de toda a informação de acordo com a ficha respectiva que consta no Caderno de Encargos, devendo esse teste não se desenvolver em período inferior a 12 horas (Nota: O empreiteiro deverá mobilizar o equipamento de ensaio que vier a ser necessário para poder ter um caudal de exploração de cada furo)	und	1.00	470,000.00	470,000.00
2.1.3	Ensaio de qualidade de água para caracterização química e bacteriológica por furo, usando garrafas esterilizadas, em Laboratório credenciado para o efeito (2 amostras/furo)	und	2.00	15,000.00	30,000.00
2.1.4	Desinfecção do furo	und	1.00	12,000.00	12,000.00
2.1.5	Fornecimento e assentamento de tubo BORELINE de recalque com pressão nominal de 15 bars, de 102mm de diâmetro interior, no interior do furo, desde a bomba à parte exterior do mesmo, incluindo e todos acessórios de ligação e suporte (corda Nylon) bem como acessórios de redução de 110mmx4"	ml	120.00	5,775.00	693,000.00

2.1.6	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de $\varnothing$ 3 1/2", incluindo todos os acessórios de ligação, curvas, tês, uniões, para assentar a jusante da electrobomba SP bem como na ligação dos depósitos elevado, e um adaptador de ligação de 4"x 110mm	ml	12.00	8,250.00	99,000.00
2.1.7	Fornecimento e assentamento de electrobomba submersível com ponto de funcionamento Q= 13,6 m <sup>3</sup> /h e H= 189m, incluindo todos os acessórios de ligação e fixação da mesma na conduta de Adução, bem como sensores de controlo telemétricos no quadro e com todos equipamentos de protecção	und	1.00	1,050,000.00	1,050,000.00
2.1.8	Fornecimento e assentamento de caudalímetro de água à saída do furo, para aplicar em tubo galvanizado de 3 1/2" de acordo com o Caderno de Encargos	und	1.00	62,500.00	62,500.00
2.1.9	Fornecimento e assentamento de manómetro de pressão 10 bars, ligado na conduta a saída do furo no tubo de 3 1/2" incluindo todos acessórios de ligação e suporte de acordo com o Caderno de Encargos	und	1.00	74,250.00	74,250.00
2.1.10	Fornecimento e assentamento de válvula de corte à saída do furo, para aplicar em tubo galvanizado de 3 1/2" de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	1.00	88,250.00	88,250.00
2.1.11	Fornecimento e assentamento de válvula de retenção à saída do furo, para aplicar em tubo galvanizado de 3 1/2" de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	1.00	88,250.00	88,250.00
2.1.12	Vedação para o furo numa extensão de 4mx4m em rede tubarão galvanizada e postes metálicos de forma quadrangular, de 50x50 mm <sup>2</sup> ou tubo redondo de 2", com uma altura de 1.8 m, duas fiadas de arame farpado no topo esticada com ajuda de três fiadas de arames galvanizado, assente em duas fiadas de alvenaria de 15, rebocada e pintada com um portão para peões	ml	16.00	3,742.00	59,872.00

	bem como sarrisca de 10 cm no recinto interior				
2.1.13	Fornecimento e assentamento de casota para colocação do doseador de cloro	und	1.00	120,000.00	120,000.00
<b>Subtotal 2</b>					<b>3,297,122.00</b>

**ANEXO 25 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENARIO 2****CAPÍTULO 3 – CONDUTA ADUTORA**

<b>MAPA DE QUANTIDADES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>UND</b>	<b>QTD</b>	<b>PREÇO/UND (Mt)</b>	<b>Valor Total (Mt)</b>
3	Fornecimento e assentamento de novas condutas adutoras entre os furos e os reservatórios				
3.1	Escavação em solos brandos em abertura de vala para assentamento das condutas adutoras e cabos de electricidade, com cerca de 1,00 m de profundidade por 0,80 m de largura, incluindo entivações se necessário	m <sup>3</sup>	1,480.00	225.00	333,000.00
3.2	Aterros com solos retirados da escavação devidamente compactados	m <sup>3</sup>	1,072.40	112.00	120,108.80
3.3	Espalhamento das terras sobranes da escavação, nas proximidades da vala, devidamente compactadas e remoção para vazadouro aquelas que sobrem	m <sup>3</sup>	407.60	112.00	45,651.20
3.4	Fornecimento e colocação de areia grossa do rio para envolver o tubo uPVC, 10cm tanto por baixo como por cima.	m <sup>3</sup>	399.33	875.00	349,413.54
3.5	Fornecimento e assentamento de tubo mPVC de classe 10 incluindo testes de pressão de acordo com o regulamento, incluindo fita luminosa ao longo do perfil da conduta, bem como todos os acessórios necessários para o correcto funcionamento do sistema, assente de acordo com as peças desenhadas e especificações do Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros;				0.00
3.5.1	Ø90mm	ml	50.00	577.50	28,875.00
3.5.2	Ø75mm	ml	1,820.00	330.00	600,600.00

3.6	Fornecimento e assentamento de válvula de descarga de 75 mm tal como especificado no Caderno de Encargos, incluindo um té de redução do mesmo diâmetro de acordo com os desenhos	und	5.00	35,000.00	175,000.00
3.7	Fornecimento e assentamento de ventosas de 3" incluindo tê, ao longo do perfil da adutora onde definido nas peças desenhadas e como especificado no Caderno de Encargos	und	3.00	37,000.00	111,000.00
3.8	Construção de blocos de ancoragem para curvas, de acordo com as peças desenhadas, incluindo todos os trabalhos de fixação das tubagens às mesmas, assim como escavação e aterros devidamente compactados	und	15.00	12,000.00	180,000.00
3.9	Fornecimento e assentamento de válvulas de corte de encaixe junto à caixa de ligação das condutas, incluindo todos os acessórios de fixação e ligação, de acordo com o especificado no Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros:				
3.9.1	90mm	und	1.00	42,000.00	42,000.00
3.9.2	75mm	und	3.00	37,000.00	111,000.00
3.10	Fornecimento e assentamento de válvula de corte flangeada junto do colector do Centro Distribuidor, de 3", incluindo todos os acessórios de fixação e ligação, de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	3.00	82,000.00	246,000.00
3.11	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de $\varnothing=3"$ no interior do recinto do Centro Distribuidor 1, até à parte superior do reservatório semi-apoiados, incluindo todos os acessórios de ligação, aterros e escavação onde	ml	20.00	20,000.00	400,000.00

	necessário ou suportes metálicos quando à vista				
3.12	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de $\varnothing=3"$ no interior do recinto do Centro Distribuidor 2, até à parte superior do reservatório elevado, incluindo todos os acessórios de ligação, aterros e escavação onde necessário ou suportes metálicos quando à vista	ml	20.00	20,000.00	400,000.00
3.13	Construção de caixas de alvenaria nos locais onde ficam instaladas as válvulas de seccionamento e descarga (ver os desenhos), com largura aproximada de 70x70 e altura média de 0,90 m,incl. tampas de betão	und	12.00	20000	240,000.00
<b>Subtotal 3</b>					<b>3,382,648.54</b>

**ANEXO 25 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENARIO 2****CAPÍTULO 4 – INFRAESTRUTURAS NO CENTRO DISTRIBUIDOR**

MAPA DE QUANTIDADES					
Item	Descrição	UND	QTD	PREÇO/UND (Mt)	Valor Total (Mt)
4.1	Construção de Infraestruturas no Centro Distribuidor nº 1				-
4.1.1	Limpeza e nivelamento da área onde será construído o novo reservatório, junto ao Depósito elevado existente, mais 5 m para cada lado, incluindo remoção de solos não utilizados e vegetação retirada de todo material para vazadouro	m <sup>2</sup>	100.00	125.00	12,500.00
4.1.2	Fornecimento e assentamento de um depósito apoiado, de aço galvanizado, pré-fabricado de acordo com os catálogos, com dimensões 6,10x3,66 m <sup>2</sup> , com capacidade 54,5 m <sup>3</sup> , de acordo com as peças desenhadas considerando as seguintes actividades:	und	1.00	7,500,000.00	7,500,000.00
4.1.2.1	Escavação em solos brandos incluindo entivações se necessário	m <sup>3</sup>	2.81	300.00	844.20
4.1.2.2	Compactação e preparação da fundação para receber o betão de limpeza	m <sup>2</sup>	28.14	225.00	6,331.50
4.1.2.3	Aterro com solos sobrantes, devidamente compactado e espalhamento dos solos sobrantes	m <sup>3</sup>	0.00	250.00	-
4.1.2.4	Fornecimento e colocação de betão de limpeza de classe B15 no fundo das fundações.	m <sup>3</sup>	1.41	13,000.00	18,291.00
4.1.2.5	Fornecimento e colocação de betão estrutural de classe B35 em elementos estruturais, incluindo cofragens e aço	m <sup>3</sup>	5.63	19,980.00	112,447.44

4.1.2.6	Marcador de indicador nível de água exterior, metálico, fixo à estrutura do reservatório de acordo com a parte desenhada	und	1.00	31,000.00	31,000.00
4.1.3	Caixa para colocação de válvula de corte para a limpeza/descarga do reservatório, assim como de corte do abastecimento de água e para instalação dos caudalímetros, feita em alvenaria, de 1,0x1,0m <sup>2</sup> , com cerca de 1,00 m de altura, rebocada interiormente e tampa de betão.	und	1.00	20,000.00	20,000.00
4.1.4	Fornecimento e assentamento de válvula de descarga de água do reservatório, de flange, de secção 4" de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	1.00	38,000.00	38,000.00
4.1.5	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de ø 3", flangeado, incluindo todos os acessórios de ligação tais como curvas, tês e uniões para assentar a jusante e montante do grupo de bombagem bem como na ligação dos depósitos semienterrados e tubo ladrão, à vista.	ml	1.00	9,600.00	9,600.00
4.1.6	Fornecimento e assentamento de válvula de corte a saída do depósito elevado, de 4 ½" incluindo todos os acessórios de fixação de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	vg	1.00	82,000.00	82,000.00



4.1.7	Fornecimento e assentamento de caudalímetro à entrada do reservatório elevado, bem como outro à saída, a instalar em tubo galvanizado de 3" com as especificações que constam no Caderno de encargos	und	1.00	87,500.00	87,500.00
4.1.8	Fornecimento e assentamento de grupo de elevação do reservatório apoiado para o reservatório elevado, composto por um conjunto de duas bombas que funcionarão de forma alternada, tendo cada uma delas o seguinte ponto de funcionamento: Q= 10 m <sup>3</sup> /h e H= 15 m, incluindo todos os acessórios, válvulas de corte antes e depois das bombas, válvula de retenção, e tubagens de entrada e saída e respectivo quadro eléctrico	V.G	1.00	1,050,000.00	1,050,000.00
4.1.9	Fornecimento e assentamento de válvula de pé e crivo de 6" a (chupador com retenção a instalar no interior dos tanques) incluindo acessórios de ligação	und	1.00	70,000.00	70,000.00
4.1.10	Fornecimento e assentamento de lancil de 150mm de espessura, assente em base bem compactada e fixa com betão lateralmente, com juntas devidamente acabadas	ml	170.00	3,500.00	595,000.00
4.1	Construção de Infraestruturas no Centro Distribuidor nº 2				-
4.1.1	Limpeza e nivelamento da área onde será construído o novo reservatório elevado, incluindo remoção de solos não utilizados e vegetação retirada de todo material para vazadouro	m <sup>2</sup>	3,752.00	125.00	469,000.00

4.1.2	Fornecimento e assentamento de um reservatório elevado de aço galvanizado, pré-fabricado, com a torre de 14 m de altura e 65,71 m <sup>3</sup> de capacidade, de acordo com as peças desenhadas considerando as seguintes actividades:	und	1.00	7,500,000.00	7,500,000.00
4.1.2.1	Escavação em solos brandos incluindo entivações se necessário	m <sup>3</sup>	0.80	300.00	240.00
4.1.2.2	Compactação e preparação da fundação para receber o betão de limpaza	m <sup>2</sup>	1.00	225.00	225.00
4.1.2.3	Fornecimento e colocação de betão de limpeza de classe B15 no fundo das fundações.	m <sup>3</sup>	0.05	13,000.00	650.00
4.1.2.4	Fornecimento e colocação de betão estrutural de classe B35 em elementos estruturais, incluindo cofragens e aço	m <sup>3</sup>	0.25	19,980.00	4,995.00
4.1.2.5	Marcador de indicador nível de água exterior, metálico, fixo à estrutura do reservatório de acordo com a parte desenhada	und	1.00	31,000.00	31,000.00
4.1.3	Caixa para colocação de válvula de corte para a limpeza/descarga do reservatório, assim como de corte do abastecimento de água e para instalação dos caudalímetros, feita em alvenaria, de 1,0x1,0m <sup>2</sup> , com cerca de 1,00 m de altura, rebocada interiormente e tampa de betão.	und	1.00	20,000.00	20,000.00
4.1.4	Fornecimento e assentamento de válvula de descarga de água do reservatório, de flange, de secção 4" de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	1.00	38,000.00	38,000.00

4.1.5	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de $\varnothing$ 6", flangeado, incluindo todos os acessórios de ligação tais como curvas, tês e uniões para assentar a jusante e montante do grupo de bombagem bem como na ligação dos depósitos semienterrados e tubo ladrão, à vista.	ml	20.00	9,600.00	192,000.00
4.1.7	Fornecimento e assentamento de válvula de corte a saída do depósito elevado, de 4 1/2" incluindo todos os acessórios de fixação de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	vg	1.00	82,000.00	82,000.00
4.1.8	Fornecimento e assentamento de caudalímetro à entrada do reservatório elevado, a instalar em tubo galvanizado de 3" co as especificações que constam no Caderno de encargos	und	1.00	82,000.00	82,000.00
<b>Subtotal 4</b>					<b>18,053,624.14</b>

**ANEXO 25 – MAPA DE QUANTIDADES DO CENÁRIO 2****CAPÍTULO 5 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO**

<b>MAPA DE QUANTIDADES</b>					
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>UND</b>	<b>QTD</b>	<b>PREÇO/UND (Mt)</b>	<b>Valor Total (Mt)</b>
5	Fornecimento e assentamento de condutas para a rede de distribuição, com diferentes diâmetros nos dois sub-sistemas				
5.1	Movimentos de terra				
5.1.1	Escavação em solos brandos em abertura de vala para assentamento das condutas adutoras e cabos de electricidade, com cerca de 1,00 m de profundidade por 0,80 m de largura, incluindo entivações se necessário	m <sup>3</sup>	11,779.20	225.00	2,650,320.00
5.1.2	Aterros com solos retirados da escavação devidamente compactados	m <sup>3</sup>	8,605.08	112.00	963,768.96
5.1.3	Fornecimento e colocação de areia grossa do rio para envolver o tubo mPVC, 10cm tanto por baixo como por cima.	m <sup>3</sup>	3,115.57	875.00	2,726,127.34
5.1.4	Espalhamento das terras sobranes da escavação, nas proximidades da vala, devidamente compactadas e remoção para vazadouro aquelas que sobrem	m <sup>3</sup>	3,174.12	112.00	355,501.44
5.1.5	Reposição do revestimento em passeios, no local escavado para assentamento de conduta bem como transporte de entulho e terras sobranes para vazadouro (valor estimado).	ml	0.00	1,000.00	0.00

5.1.6	Cortes da estrada com largura maxima de 1m no topo incluindo demolição de pavimento, escavação de vala, aterro devidamente compactado, remoção do material demolido e reposição do asfalto ou pavet na zona da passagem de tubagem da rede de distribuição (Nota: o <i>empreiteiro será responsável por coordenar esta actividade com as entidades competentes, nomeadamente o município ou a ANE</i> )	m <sup>2</sup>	7.00	4,200.00	29,400.00
5.1.7	Trabalho de atravessamento de tubagem por baixo da EN1, considerando trabalho de perfuração horizontal por pressão de água, para assentar tubo galvanizado (incluindo este de diâmetro 8"), por onde passará a tubagem de PVC, incluindo todos os trabalhos e equipamento necessários para a realização desta actividade, nos pontos indicados nos desenhos.	ml	7.00	20,000.00	140,000.00
5.2	Fornecimento e assentamento de tubo mPVC de classe 6 incluindo testes de pressão de acordo com o regulamento, fita luminosa ao longo dos perfis das condutas, todos os acessórios necessários nomeadamente uniões, tês, curvas, assente de acordo com as peças desenhadas e especificações do Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros;				0.00
5.2.3	Ø110mm	ml	290.00	550.00	159,500.00

5.2.4	Ø90mm	ml	3,305.00	450.00	1,487,250.00
5.2.5	Ø75 mm	ml	3,181.00	250.00	795,250.00
5.2.6	Ø63mm	ml	4,425.00	225.00	995,625.00
5.2.7	Ø50mm	ml	3,523.00	200.00	704,600.00
5.3	Fornecimento e assentamento de válvulas de corte, de encaixe rápido, com referência de acordo com o especificado no Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros:				
5.3.1	110mm	un	3.00	40000	120,000.00
5.3.2	90 mm	un	4.00	35000	140,000.00
5.3.3	75mm	un	6.00	30000	180,000.00
5.3.4	63mm	und	8.00	30000	240,000.00
5.3.5	50mm	un	22.00	25000	550,000.00
5.4	Fornecimento e assentamento de válvula de descarga de 75 mm tal como especificado no Caderno de Encargos, incluindo um té de redução em função do diâmetro da tubagem onde será instalado, de acordo com as peças desenhadas	un	29.00	35000	1,015,000.00
5.5	Fornecimento e assentamento de ventosas para aplicar em tubo PVC, incluindo todos os acessórios de ligação, tipo VENT-O-MAT, modelo 050 RC 1611 com abraçadeiras para aplicação em tubagem de diferentes diâmetros	un	22.00	37500	825,000.00

5.6	Fornecimento e assentamento de balizas em tubo galvanizado para ligações de água aos consumidores, incluindo contadores de água 3/4" especificados no caderno de encargos, bem como válvula de corte e torneira de jardim de igual diâmetro, incluindo assentamento de tubo, tubo PEAD de classe 9 para cada ligação domiciliária até o máximo de 50m, escavação e aterros incluídos.	und	371.00	11250	4,173,750.00
5.13	Construção de caixas de alvenaria nos locais onde ficam instaladas as válvulas de seccionamento e descarga (ver os desenhos), com largura aproximada de 70x70 e altura média de 0,90 m, incl. tampas de betão e de acordo com os desenhos	und	33.00	20000	660,000.00
5.14	Construção de fontanários tipo DNA incluindo montagem de todos acessórios, dreno no fim da descarga, torneiras, contador de água de acordo com o especificado no Caderno de Encargos de 3/4", pronto a funcionar, segundo as partes desenhadas.	und	8.00	95,745.00	765,960.00
<b>Subtotal 5</b>					<b>19,677,052.74</b>