



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
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 Maluvane
Volume I**

Autor:

Ayilton Tchinhon Chen Mota

Supervisão:

Eng. Carlos Caupers

Maputo, Março de 2022



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Faculdade de Engenharia

Curso de Engenharia Civil

Estudo de viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de Abastecimento de água para a Vila de Maluvane

Volume I

Autor:

Ayilton Tchin-hon Chen Mota

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

Supervisão:

Eng. Carlos Caupers

Maputo, Março de 2022

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:

(Ayilton Tchinhon Chen Mota)

Supervisor:

(Eng. Carlos Caupers)



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante Ayilton Tchinhon Chen Mota entregou no dia 29 de Março de 2022 as 02 cópias do relatório do seu Estágio Profissional intitulado: **Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de Abastecimento de água para a Vila de Maluvane.**

Maputo, Março de 2022

(A Chefe da Secretaria)

I. Dedicatória

Todo trabalho desafiador precisa de esforços, bem como de orientação, especialmente daqueles que estavam muito próximos de seu coração.

Meu humilde esforço dedico aos meus pais que sempre acreditaram em mim.

Cujo carinho, amor, incentivo e orações de dia e noite fizeram de mim a pessoa que sou hoje.

II. Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Deus, pelas infinitas bênçãos e oportunidade que me concedeu ao longo do percurso.

Sou eternamente grato aos meus pais, Afonso Augusto Mota e Rosália Chen Mota, a minha irmã, amigos e familiares, pelo carinho, confiança e apoio incondicional, tornando todo o meu projecto académico e pessoal possível.

Ao meu supervisor, Eng. Carlos Caupers, pela oportunidade que me concebeu, pelos ensinamentos que me soube ministrar, sempre com a maior disponibilidade e dedicação, pela paciência e constante incentivo.

Ao pessoal da CONSULTEC, em especial ao departamento de Águas, pela colaboração das mais diversas formas, cujos ensinamentos serviram de força motriz na materialização deste relatório.

Aos meus amigos e colegas da faculdade, pelo apoio e compreensão prestados, pelo companheirismo e ajuda muitas vezes prestada. Agradeço em especial aos meus colegas de carteira, Anisah Sucá, Gabriel Comé, Tarekh Impuia, Selmo Piargy, Muhammad Givá, Erik Ferreira, Claudio Venâncio e Victorino Xavier pelo tempo comigo partilhado, proporcionando muitos dos melhores momentos por mim vividos.

À todos, meus sinceros agradecimentos

Ayilton Mota

III. 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), pretende realizar um Estudo de Viabilidade Técnica e Económica para os Sistemas de Abastecimento de Água de 6 pequenas Vilas na Província de Inhambane.

Este estudo de Viabilidade Técnica e Económica divide-se em 2 volumes, volume I (parte técnica) e o volume II (parte económica), assim o presente trabalho apresenta o volume I do estudo de Viabilidade para o Sistema de Abastecimento da vila de Maluvane, uma das 6 pequenas vilas em Inhambane, pertencente ao Distrito de Govuro. Este que corresponde a actividade desenvolvida durante o período de estágio, no intuito de adquirir o grau de Licenciado em Engenharia Civil pela UEM. O estágio profissional foi realizado na empresa CONSULTEC Lda., no escritório da sua Sede em Maputo, especificamente no Departamento de Águas.

IV. Descrição geral 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, electricistas, 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.

V. Índice

I.	Dedicatória.....	i
II.	Agradecimentos.....	ii
III.	Resumo	iii
IV.	Descrição geral da empresa.....	iv
VI.	Lista de abreviaturas	vii
VII.	Índice de Figuras	viii
VIII.	Índice de Tabelas	ix
IX.	Índice de Gráficos.....	ix
1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJECTIVOS.....	2
2.1	Objectivos Gerais	2
2.2	Objectivos Específicos	2
3.	METODOLOGIA.....	3
3.1	Softwares Utilizados	3
4.	Apresentação do projecto.....	4
4.1	Descrição da Vila em estudo.....	4
4.1.1	Infraestruturas, Actividade Económica e Industrial	5
4.1.2	População e divisão administrativa	7
4.2	SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE	8
4.2.1	Sistema público	8
4.2.2	Sistema privado.....	9
4.2.3	Fontes alternativas	10
4.3	CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA	10
4.3.1	Horizonte das Infraestruturas a usar	10
4.4	Critérios Técnicos	12
4.4.1	Regulamentos a utilizar	12
4.4.2	Critérios de Água Potável.....	12

4.4.3	Factores de pico a considerar	13
4.4.4	Cálculo hidráulico, redes de distribuição e adutora.....	13
4.5	SISTEMA PROPOSTO	14
4.5.1	População a servir.....	14
4.5.2	Níveis de Serviços Propostos.....	15
4.5.3	Necessidade de água para o horizonte do projecto.....	16
4.6	Descrição do sistema proposto	20
4.6.1	Captação	21
4.6.2	Adução.....	24
4.6.3	Análise ao Choque Hidráulico	29
4.6.4	Armazenamento	31
4.6.5	Redes de Distribuição	35
4.6.6	Trabalhos a realizar.....	44
4.6.7	Análise de custos.....	46
5.	Considerações finais	47
6.	Conclusão.....	48
7.	Bibliografia	49
8.	Anexos.....	50

VI. Lista de abreviaturas

EVCP	–	Estudo de vontade e capacidade de pagar;
TdR	–	Termos de Referencia;
INE	–	Instituto nacional de estatística;
km	–	Quilómetros;
km ² .	–	Quilómetros quadrados;
m	–	Metros;
m/s	–	Metros por Segundo;
m ³ /s	–	Metros Cúbicos por Segundo;
Kpa	–	Quilo Pascal;
m.c.a	–	Metros de coluna de água;
DEM	–	Modelo de elevação digital.

VII. Índice de Figuras

Figura 1: Mapa da província de Inhambane - Localização do posto administrativo do Save (Distrito de Govuro).....	4
Figura 2: Localização da vila de Maluvane.	5
Figura 3: População por Sector de Actividade no Distrito de Govuro.	6
Figura 4: Localização do furo do sistema de abastecimento público.	8
Figura 5: Localização dos furos dos sistemas privados de abastecimento de água.	9
Figura 6: Localização das bombas manuais.	10
Figura 7: Foto de quiosque de água.....	18
Figura 8: Corte em planta de um quiosque de água.....	18
Figura 9: Rede de abastecimento para o ano de 2033.	20
Figura 10: Rede de abastecimento para o ano de 2043.	21
Figura 11: Possível localização dos furos, incluído o traçado da adutora.....	26
Figura 12: Esquema altimétrico do sistema de adução para o ano de 2033.	27
Figura 13: Esquema planimétrico do sistema de adução para o ano de 2033.....	27
Figura 14: Esquema altimétrico do sistema de adução para o ano de 2043.	28
Figura 15: Esquema planimétrico do sistema de adução para o ano de 2043.....	28
Figura 16: Imagens do tipo de reservatórios metálicos a usar.	31
Figura 17: Imagens da área de influência dos pontos da rede para o ano de 2033 pelo Polígono de Thiessen.	36
Figura 18: Imagens da área de influência dos pontos da rede para o ano de 2043 pelo Polígono de Thiessen.	37
Figura 19: Representação da rede de abastecimento proposta para o ano de 2033.	40
Figura 20: Representação da rede de abastecimento proposta para o ano de 2043.	40
Figura 21: Região de validade para a Formula de Hazen-Williams	41
Figura 22: Curva de nível para a Vila Maluvane.	43

VIII. Índice de Tabelas

Tabela 1: População da vila de 2017 (Autoridades locais).....	7
Tabela 2: Coordenadas dos furos do sistema privado.....	9
Tabela 3: Coordenadas das bombas manuais.	10
Tabela 4: Projecção da população da Vila de Maluvane para o horizonte do projecto.	15
Tabela 5: Distribuição de serviços da rede ao longo do horizonte do projecto.	16
Tabela 6: Consumos domésticos estimados nos anos horizonte do projecto.	16
Tabela 7: Calculo dos consumos médios nos anos horizonte do projecto.	17
Tabela 8: Cálculo do número de ligações para servir a população nos anos horizontes em função do tipo de serviço.	19
Tabela 9: Tempo de funcionamento das bombas nos furos para o ano de 2023.....	22
Tabela 10: Tempo de funcionamento das bombas nos furos para o ano de 2033.....	23
Tabela 11: Tempo de funcionamento das bombas nos furos para o ano de 2043.....	23
Tabela 12: Dimensionamento do diâmetro da adutora.	28
Tabela 13: Verificação do diâmetro da adutora, e cálculo das perdas.	29
Tabela 14: Processo de verificação do tipo de manobra existente.	30
Tabela 15: Valores máximos e mínimos de pressões na adutora.	30
Tabela 16: Dimensionamento do volume do reservatório para o ano de 2033.	33
Tabela 17: Dimensionamento do volume do reservatório para o ano de 2043.	34
Tabela 18: Diâmetros e comprimentos das condutas da rede para os anos 2033 e 2043.	41
Tabela 19: Tabela resumida do custo das actividades a realizar ate ao ano 2033.	46

IX. Índice de Gráficos

Gráfico 1:Distribuição da capacidade de pagar com base nos serviços propostos.....	15
Gráfico 2: Distribuição horaria de consumo de agua das 4h as 19h	32
Gráfico 3: Comparação das demandas base para o ano de 2033.	38
Gráfico 4: Comparação das demandas base para o ano de 2043.	38
Gráfico 5: Comparação dos valores de pressão para os métodos de Hazen-Williams X Darcy-Weisbach....	42

1. INTRODUÇÃO

O estágio profissional é a fase de exercício pré-profissional, em que permite ao estudante uma aplicação globalizante dos conhecimentos adquiridos durante o curso através da sua integração no ambiente de trabalho.

Nesta etapa, o estudante tem a oportunidade de adquirir experiência profissional e conhecimentos científicos a todos os níveis, pela participação na resolução de problemas presentes na engenharia, dando uma perspectiva geral ao estudante deste ofício no quotidiano.

O relatório de estágio é um documento que regista a(s) actividade(s) desenvolvidas pelo estudante durante o estágio permitindo assim ter uma visão dos trabalhos feitos, experiência e conhecimentos adquiridos.

O presente relatório apresenta a actividade desenvolvida e pelo estagiário Ayilton Mota, em específico o estudo de viabilidade técnico-económico para o sistema de abastecimento de água para a vila de Maluvane.

2. OBJECTIVOS

2.1 Objectivo Geral

Concepção de um novo Sistema de Abastecimento para a Vila de Maluvane que possa suprir a necessidade de água da população, considerando as condições actuais da vila e o EVCP.

2.2 Objectivos Específicos

- Avaliar a fonte de captação de água para o sistema;
- Dimensionar o sistema de adução;
- Dimensionar o reservatório para o armazenamento de 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 supervisor (da empresa e da UEM) e ao pessoal da empresa;
- Consulta aos relatórios da CONSULTEC;
- Pesquisas e Consultas à *internet*;
- Medições com recurso a imagens de Satélite;
- Recolha de dados referentes a zona em estudo no Instituto Nacional de Estatística (INE);
- Análise e tratamento dos resultados para produção do relatório.

3.1 Softwares Utilizados

- Microsoft Word 2016 – utilizado para organizar e compilar informações em relatórios;
- Microsoft Excel 2016 – para a análise e processamento dos dados e produção gráficos;
- Quantum GIS Wien 2.8.2 – para elaboração de DEM's da área em estudo e determinação das áreas de influência dos pontos de consumo na rede traçada;
- Google Earth PRO – para a localização geográfica da área em estudo, medição, visualização e elaboração do traçado da rede;
- EPANET 2.0 – para simulação das redes (análise das pressões e velocidades);
- AutoCAD 2017 – para a elaboração dos desenhos.
- ArcMap 10.0 – para a elaboração de Mapas 3D.

4. Apresentação do projecto

4.1 Descrição da Vila em estudo

O distrito de Govuro situa-se no extremo norte da província de Inhambane e tem a sua sede localizada a 431km da capital provincial – a cidade de Inhambane. Faz limite a Sul com o distrito de Inhassoro, a Oeste com o distrito de Mabote, a Este com o Oceano Índico e a Norte com o distrito de Machanga da província de Sofala através do rio Save. O distrito está dividido em dois postos administrativos: Save e Nova-Mambone.



Figura 1: Mapa da província de Inhambane - Localização do posto administrativo do Save (Distrito de Govuro).

O posto administrativo do Save é onde encontra-se inserida a vila de Maluvane distando cerca de 170 km da Maxixe. Esta pequena vila está localizada em uma área plana, e situa-se junto a EN1, compreendendo uma área de cerca de 9.83 Km².

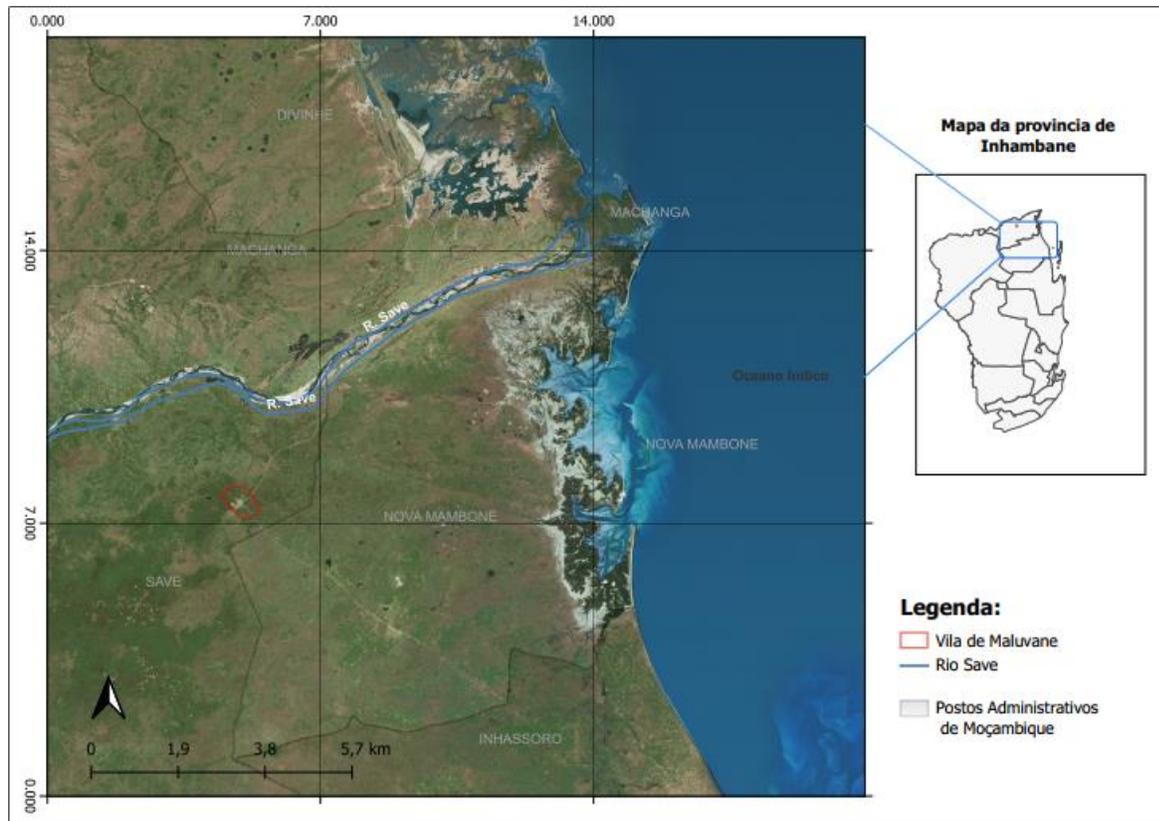


Figura 2: Localização da vila de Maluvane.

A vila é atravessada pela rede de energia eléctrica nacional, de média tensão, como também energia eléctrica fornecida pelo projecto de exploração de gás em Pande, esta sendo de boa qualidade e o seu regime de funcionamento é de 24 horas por dia. Segundo autoridades locais, a vila foi criada para acolher pessoas deslocadas dos seus locais de origem, devidas as cheias de 2000 que assolaram o país.

4.1.1 Infraestruturas, Actividade Económica e Industrial

A visita ao campo apurou os seguintes edifícios de que a vila beneficia:

- Uma escola primária e secundária;
- Esquadra;
- Centro de saúde;
- Mercado público;
- Casas de pasto locais.

A visita ao campo não conseguiu fornecer todos os dados que pudessem auxiliar na caracterização da Vila, para estes em falta, fez-se uma aproximação dos dados ao nível do distrito.

Segundo o perfil do Distrito de Govuro (2012), a agricultura é uma das actividades principais praticadas pela população. Tal como no resto do País, a agricultura predominante é a de sequeiro. A agricultura praticada é orientada para a subsistência devido a existência de solos pobres e de escassa precipitação na região.

No distrito de Govuro, a agricultura é orientada para a subsistência devido a existência de solos pobres e de escassa precipitação. É importante referir que neste distrito existem pequenos sistemas de regadio que foram estabelecidos nesta área devido às fracas condições ambientais para a agricultura. É comum o uso dos solos aluviais ao longo do Rio Save e de outros rios e estuários que se apresentam propícios às práticas agrícolas e pastorícias (CONSULTEC, 2006).

A segunda maior actividade é a pecuária. A população desenvolve a criação de animais de grande porte como de pequenos ruminantes e aves. Estes animais criados em regime familiar, para além de constituírem fonte de alimentação são também fonte de acumulação de riqueza e de rendimento para as famílias.

O fomento pecuário no distrito de Govuro é fraco, mas existem boas áreas naturais de pastagem e uma tradição de criação de animais (MAE, 2005).

Actividades Económicas	População Dedicada a Actividade	
	Número	Percentagem
Agricultura/Silvicultura/Pesca	9.603	75,1
Comércio e Finanças	1.006	7,9
Indústria Manufactureira	705	5,5
Outros Serviços	514	4,0
Extracção Mineira	307	2,4
Construção	282	2,2
Serviços Administrativos	175	1,4
Energia	90	0,7
Transportes e Comunicações	76	0,6
Desconhecido	23	0,2
Total	12.781	100

Figura 3: População por Sector de Actividade no Distrito de Govuro. (Fonte: INE 2010)

Observando na figura acima, nota-se que mais de 70% da população do distrito dedica-se actividade do sector primário. É seguro afirmar que para uma Vila pequena como Maluvane, as actividades desenvolvidas serão na sua maioria do sector primário.

A visita ao campo apurou que não há nenhuma indústria instalada na vila sede.

4.1.2 População e divisão administrativa

A vila de Maluvane é composta por 6 bairros, nomeadamente bairros 1, 2, 3, 4, 5 e 6 (ver tabela 1). Infelizmente não foi possível obter dados relativos a localização de cada um dos bairros. De acordo com as autoridades locais, um levantamento da população feito em 2017 revelou que a vila tinha nessa altura 4.791 habitantes, distribuídos pelos bairros conforme a tabela a seguir:

Bairro	Habitantes
1	1.106
2	1.010
3	895
4	850
5	645
6	285
Total	4.791

Tabela 1: População da vila de 2017 (Autoridades locais).

No entanto, este valor verificado no local difere bastante da população mencionada nos TdR (3.760 habitantes).

Tratando-se de uma vila relativamente pequena, contando as casas da vila com recurso ao Google Earth Pro e multiplicando pelo número de agregados familiares da vila (5,61 hab/casa segundo o EVCP de Maluvane), pôde assim estimar o número de habitantes na vila para o ano de 2013, que foi de 4.468, uma vez que as imagens fornecidas pelo Google Earth Pro da vila de Maluvane foram para este ano. Tendo sido feita a projecção para o ano de 2017, foi possível comparar o número da população obtida pela contagem de casas com o número de habitantes dado pelas autoridades locais para o ano de 2017. Esta comparação demonstrou que o número de habitantes fornecido pelas autoridades locais é maior em comparação ao número obtido na contagem de casas, apresentando um desvio de 286 habitantes, o que equivale a 51 famílias.

Opta-se pelo número da população dada pelas autoridades locais, sendo o mais desfavorável, abrangendo maior parte da população na vila.

Não existe índice de crescimento populacional para a vila. Contudo, foi possível determinar a taxa de crescimento da população para o Distrito de Govuro 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 35.371 habitantes no Distrito de Govuro, e 36.094 habitantes no ano de 2017. A taxa de crescimento anual calculada foi de 0,20%, e foi obtida através da equação do método geométrico. Este é o valor que será usado para as projecções da população da vila de Maluvane.

4.2 SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

4.2.1 Sistema público

Actualmente a vila de Maluvane dispõe de um sistema público de abastecimento de água inoperacional. A água era captada em um furo e bombada para um depósito situado numa torre com 4m de altura. Este depósito é de PVC e com uma capacidade de 2.500 litros.

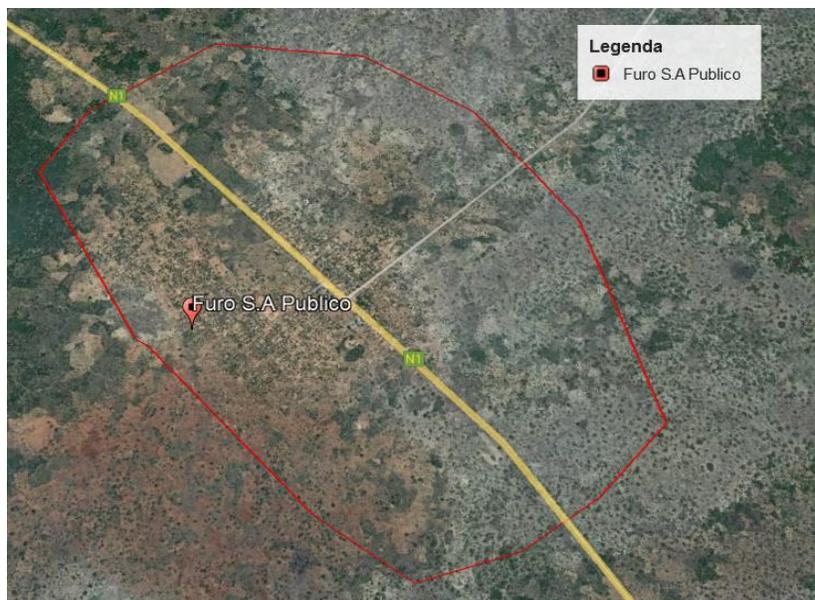


Figura 4: Localização do furo do sistema de abastecimento público.

O furo tem as seguintes coordenadas:

S - 21 14'12.8''

E - 34 41'24.9''

Segundo os TdR a profundidade deste furo é de 80m, e o seu caudal de exploração é desconhecido.

4.2.2 Sistema privado

A vila de Maluvane conta com 3 sistemas privados de abastecimento de água, onde cada um é composto por 1 furo, que abastece 1 fontanário. Estes 3 sistemas contam com cerca de 200 ligações do tipo torneira no quintal. As torres que pertencem a estes sistemas variam de 4 a 5 metros de altura com depósitos de 2.500 litros de capacidade e abastecem os Bairros 1, 2, 3 e 4 da vila e o seu fornecimento de água é de 24 horas. Segundo informações colhidas no local, as taxas de água nas ligações domésticas são elevadas, onde uma família de 6 pessoas paga por exemplo 600 meticais por mês. Destes operadores não foi possível obter nenhuma informação sobre a fonte e rede de distribuição.

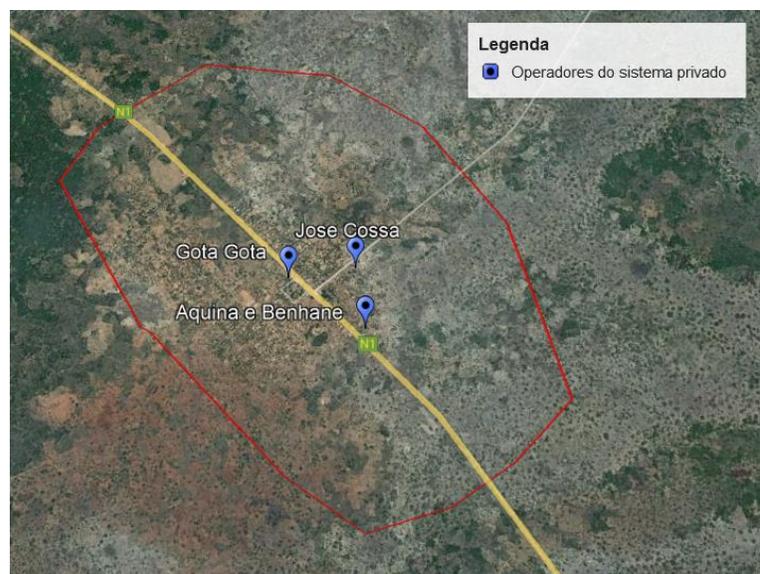


Figura 5: Localização dos furos dos sistemas privados de abastecimento de água.

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

		Nome do Furo do sistema		
		José Cossa	Aquina e Benhane	Gota Gota
Coordenadas do furo	S	21° 13' 57.2"	21° 14' 13.3"	21° 14' 00.6"
	E	34° 42' 09.1"	34° 42' 12.4"	34° 41' 51.1"
Profundidade do furo		65 m	-	-

Tabela 2: Coordenadas dos furos do sistema privado.

4.2.3 Fontes alternativas

Mais de metade da população recorre a fontes alternativas para obter água. Existe na vila de Maluvane 3 furos equipados com bombas manuais que estão a ser utilizados pela população. As coordenadas destes furos são as seguintes:

		Fontes comunitárias		
		Bomba manual 1	Bomba manual 2	Bomba manual 3
Coordenadas	S	21° 13' 44.5"	21° 13' 50.5"	21° 14' 02.7"
	E	34° 41' 11.3"	34° 41' 14.6"	34° 41' 37.3"

Tabela 3: Coordenadas das bombas manuais.

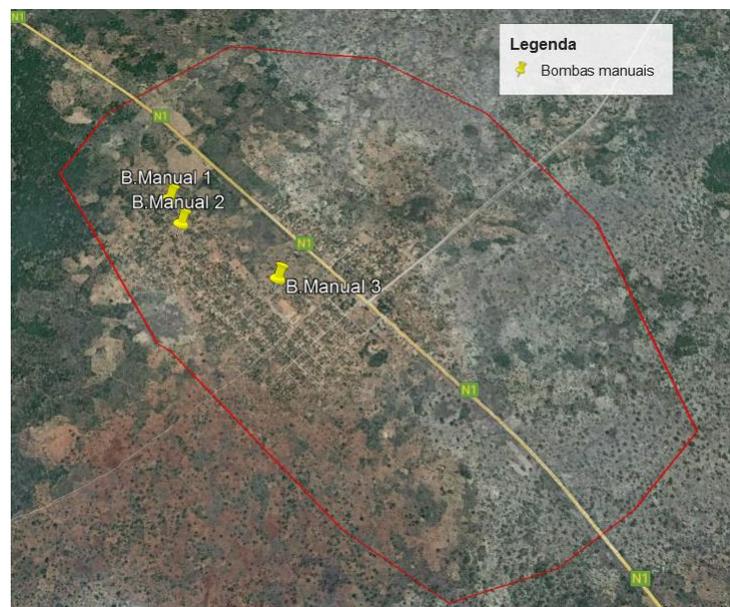


Figura 6: Localização das bombas manuais.

4.3 CONSIDERAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

4.3.1 Horizonte das Infraestruturas a usar

Propõe-se 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;

Adutoras – 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. 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 ser aumentado 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. Considera-se que o tempo de funcionamento do equipamento por dia deverá ser de, no máximo, 18 horas, isto para o período de 10 anos.

4.4 Critérios Técnicos

4.4.1 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). 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.

4.4.2 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 Maluvane, deverão respeitar o estipulado no Regulamento em causa.

4.4.3 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, bem como do pico diário.

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 utilizado 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:

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

Equação 4-1

Onde: **P** corresponde à população que deverá ser servida.

Para o presente projecto, o factor de pico horário foi de 3.0.

4.4.4 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 50 kPa.

4.5 SISTEMA PROPOSTO

4.5.1 População a servir

Tratando-se de uma vila pequena e com poucas fontes alternativas de obtenção de água, considerou-se 100% da população a ser abastecida pelo novo sistema a conceber.

Uma vez que o presente estudo é referente ao estudo de viabilidade económica, prevê-se 2.5 anos para a elaboração do projecto executivo e execução das obras, razão pela qual levou considerou-se 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 feita 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 Govuro onde pertence a vila de Maluvane, foi de 0,20%.

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

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

Equação 4-2

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:

Projecção da População no horizonte de Projecto			
Ano	2023	2033	2043
População	4.850	4.949	5.050

Tabela 4: Projecção da população da Vila de Maluvane para o horizonte do projecto.

4.5.2 Níveis de Serviços Propostos

Em paralelo ao Estudo de Viabilidade, um Estudo de Vontade e Capacidade de Pagar decorria, onde é feita uma visita ao local para a realização de inquéritos sobre condições de vida da população e da vontade de pagamento por serviços de abastecimento de água. Com base no relatório do EVCP é possível ter uma maior sensibilidade na determinação das percentagens de ligações dos serviços propostos.

Segundo o relatório do EVCP da Vila de Maluvane, foi constado que para uma amostra de 287 casas:

- 40.4 % ou 116 casas não tem capacidade de pagar para nenhum dos serviços propostos devido a baixa renda. Apesar disso, o EVCP sugeriu que esta percentagem fosse contabilizada como sendo abastecida por fontanários públicos.
- 38% ou 109 casas tem capacidade de aderir aos fontanários públicos.
- 21.6% ou 62 tem capacidade de aderir a ligação de torneira no quintal ou a ligação domiciliar.

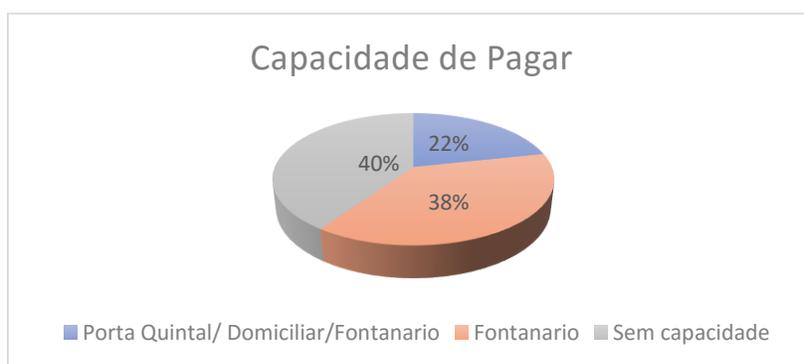


Gráfico 1: Distribuição da capacidade de pagar com base nos serviços propostos. (Fonte: EVCP Vila de Maluvane, 2021).

De acordo também com o EVCP para a mesma amostra, 36.59% das famílias são fornecidas água por uma torneira no quintal, 7.67% por bombas manuais, 18.82% pela torneira do vizinho, e 36.92% por outras fontes. As ligações torneiras no quintal são

provenientes dos Operadores privados, onde segundo os TdR estes pagam uma taxa alta de 600 MT/mês para uma família de 6 pessoas, as famílias pagam um valor maior ao que o EVCP propôs para as ligações torneira no quintal.

Tendo em conta o relatório do EVCP e a análise efetuada anteriormente, os níveis de serviço considerados para o futuro serviço de abastecimento de água à população da vila de Maluvane, serão os seguintes:

Ano	Fontanário (%)	Quintal (%)	Domiciliar (%)
2023	71	28	1
2033	50	45	5
2043	35	55	10

Tabela 5: 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.

4.5.3 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 ³ /dia)
	Cobertura (%)	Beneficiários	Cobertura (%)	Beneficiários	Cobertura (%)	Beneficiários	
2023	71	3.444	28	1.358	1	49	177,27
2033	50	2.475	45	2.227	5	247	216,52
2043	35	1.768	55	2.778	10	505	255,03

Tabela 6: 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 Maluvane, espera-se que a vila possa impulsionar o sector económico, deixando de ter uma agricultura mais orientada para a subsistência e ficando mais voltada para a comercialização, podendo fazer a comercialização de produtos em pequena escala.

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. Não se descarta a possibilidade de instalação de indústrias durante os próximos anos.

O caudal útil é a soma dos caudais doméstico, público-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 efectuadas devidamente, bem como a existência de ligações não contabilizadas (ligações clandestinas).

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

Ano	Q. doméstico (m ³ /dia)	Q. p/c (m ³ /dia)	Q industrial (m ³ /dia)	Q. útil (m ³ /dia)	Perdas (m ³ /dia)	Q medio (m ³ /dia)
2023	177,27	17,73	0,00	194,99	19,50	214,49
2033	217,52	21,65	6,50	244,67	36,70	281,37
2043	255,03	38,25	12,75	306,03	61,21	367,24

Tabela 7: Calculo 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 o EVCP é 5,61 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 projecto em várias partes do continente africano. Em Inhambane, projecto em Jangamo, Morrumbene por exemplo foram já implementados este tipo de infraestruturas no projecto de reabilitação e que estão em funcionamento.



Figura 7: Foto de quiosque de água.

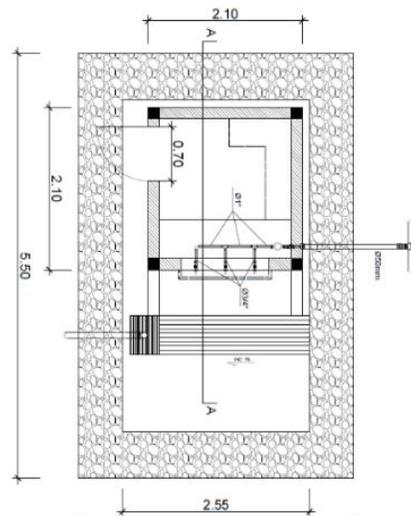


Figura 8: Corte em planta de um quiosque de água.

O Operador do futuro sistema reabilitado poderá semanalmente ou mensalmente recolher o valor de água vendido, pois terão sempre o controlo das quantidades devido à existência de um contador de água. Quem explora, terá também por missão manter limpa a zona à

volta e garantirá que não sejam criadas poças de água que poderão perigar a saúde pública.

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 considera-se os fontanários e na fase do projecto executivo se necessário, pode se 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	Torneira no quintal	Domiciliar
2023	9	242	9
2033	9	397	44
2043	9	495	90

Tabela 8: Cálculo do número de ligações para servir a população nos anos horizontes em função do tipo de serviço.

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

4.6 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 possibilidade de captar água subterrânea. A captação superficial não será considerada como hipótese, pois a lagoa existente dista a cerca de 3 km do centro da vila, e não existem dados de escoamento da mesma.

Apesar de já existir na vila um antigo sistema público de abastecimento (inoperacional), decidiu-se não aproveitar este sistema, uma vez que não existem dados relativos a rede de distribuição existente, o caudal de exploração do furo que abastecia o sistema, e o que levou com que o mesmo ficasse inoperacional.

Por esse motivo, propõe-se a construção de um reservatório elevado com altura de 13 m, localizado num ponto alto da vila, a uma distância de 400 m do centro da mesma. Esse reservatório deverá ser capaz de abastecer toda a vila, por gravidade, com boas pressões em todos os seus pontos, respondendo as demandas para os horizontes e 2033 e 2043. O reservatório deverá ser alimentado a partir de dois furos ainda por se abrir.

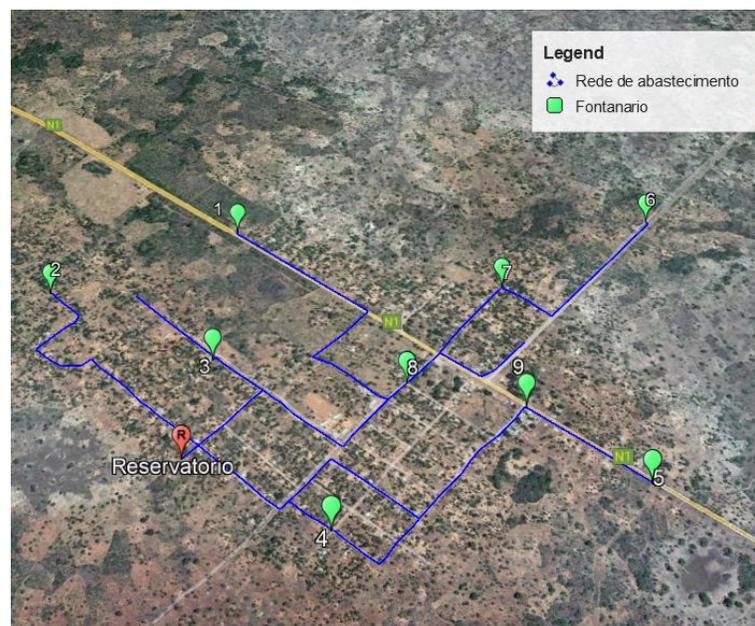


Figura 9: Rede de abastecimento para o ano de 2033.

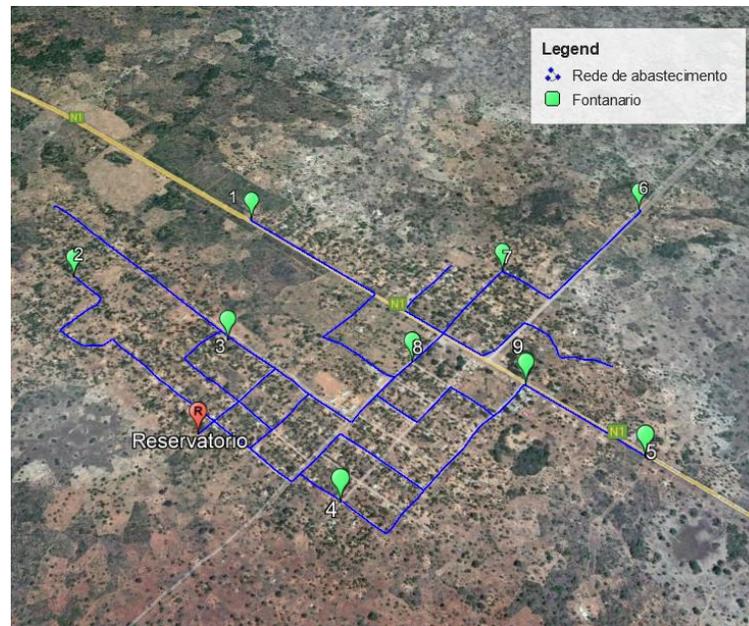


Figura 10: Rede de abastecimento para o ano de 2043.

4.6.1 Captação

Como já foi referido, o sistema proposto foi concebido tendo em conta a possibilidade de captação de água subterrânea. Sabe-se que a água captada em furos dos sistemas privados e bombas manuais não passa por nenhum tratamento antes de ser consumida pela população. Na fase do projecto executivo e como forma de melhor analisar se há necessidade de fazer um tratamento, serão recolhidas amostras.

Como foi antes dito, a captação superficial não foi considerada como hipótese, pois o local mais próximo de captação seria no Lago Oconole que se encontra a cerca de 3.0 km do centro da vila e, não se conhecendo os seus dados do escoamento e a qualidade da água, e pelas fotos históricas do software Google Earth Pro, foi possível observar que o lago é de regime temporário.

Tendo em conta que em 2033 o consumo médio é de cerca de 281,37 m³/dia e 367,24 m³/dia em 2043 e não sendo possível estimar o caudal de exploração dos furos a abrir, considera-se que será necessária a abertura de 2 furos para que haja disponibilidade de água até o ano de 2033. Foi considerado para efeitos de cálculo que cada furo produza um caudal na ordem dos 10 m³/h, e que as bombas trabalhem por aproximadamente 14 horas nos primeiros 10 anos, e que nos segundos 10 anos do projecto, com o consumo medio aumentando as horas de bombagem passam para aproximadamente 18h.

As tabelas a seguir mostram, para os anos 2023, 2033 e 2043, como varia o tempo de funcionamento das bombas nos furos a abrir, tendo em conta o caudal considerado para efeitos de cálculo, de forma que consiga responder a demanda media diária da população a abastecer. Com apenas um furo de 10 m³/h, em 24 horas de bombagem não seria possível verificar as demandas para os anos de 2023 e 2033.

Horas de bombagem	Demanda Media diária (m ³ /dia)	Caudal aduzido (m ³ /h)
10	214,49	21,49
10,72		20,00
11		19,50
12		17,87
13		16,50
14		15,32
15		14,30
16		13,40
17		12,61
18		11,92
19		11.29

Tabela 9: Tempo de funcionamento das bombas nos furos para o ano de 2023.

A partir da tabela 9, nota-se que no início da exploração do projecto, em 2023, as bombas não deveram funcionar menos de 10 horas, de modo a não exceder o caudal de exploração de 20 m³/h, tendo em conta que serão abertos dois furos com o caudal de exploração de 10m³/h.

Como pode-se notar a partir da tabela 10, de modo que os furos consigam responder às demandas e não excedendo o caudal de exploração de 20 m³/h, as bombas destes furos não deveram funcionar menos de 14 horas por dia no ano 2033.

De igual modo, nota-se a partir da tabela 11 que no ano 2043, o mesmo deve trabalhar no mínimo 18 horas por dia para não exceder o caudal de exploração.

Horas de bombagem	Demanda Media diária (m ³ /dia)	Caudal aduzido (m ³ /h)
10	281.37	28,14
11		25,58
12		23,45
13		21,64
14		20,10
14.07		20,00
15		18,76
16		17,59
17		16,55
18		15,63
19		14,81

Tabela 10: Tempo de funcionamento das bombas nos furos para o ano de 2033.

Horas de bombagem	Demanda Media diária (m ³ /dia)	Caudal aduzido (m ³ /h)
10	367.24	36,72
11		33,39
12		30,60
13		28,25
14		26,23
15		24,48
16		22,95
17		21,60
18		20,40
18.36		20,00
19		19,33

Tabela 11: Tempo de funcionamento das bombas nos furos para o ano de 2043.

Sendo assim, propõe-se a abertura de 2 furos num raio de até 500 metros do ponto onde se propõe a construção do reservatório, estimando-se que o caudal de exploração deverá ter no mínimo, cada um deles, o valor de 10m³/h. No entanto, na fase de construção, deverão ser feitos estudos geofísicos para apurar os sítios mais recomendados para abertura de furos nessa região. Só depois do ensaio de caudal, se conhecerá o caudal de exploração, e por consequência a solução a adoptar em função desse caudal. Considera-se que para que a(s) bomba(s) não funcione(m) mais do que 18h no ano de 2033, o caudal a aduzir total para o sistema, não deverá ser inferior a 20m³/h.

Segundo os TdR o furo do antigo sistema de abastecimento público, possui uma profundidade de cerca de 80 m. E este encontra-se junto a região onde propõe-se a construção do reservatório. Uma vez que este é o único dado de profundidade de furos na região, assume-se este valor de profundidade. Durante a fase de construção deverão ser conhecidos os caudais de exploração do(s) furo(s) aberto(s), bem como a qualidade da água por forma a se definir o tipo de tratamento mais adequado para o seu consumo. O número de furos a abrir dependerá dos caudais de exploração que se vai obtendo à medida que se vai abrindo os furos.

De salientar, que este valor de profundidade é estimado como provável, não sendo rigorosamente exacto, cabendo a equipa de perfuração e da fiscalização decidirem consoante o material encontrado no local.

4.6.2 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-se o caudal previsto para as fugas, para o horizonte considerado. A localização dos furos é importante, pois deverá haver um trecho comum, que recebe água dos dois furos, variando por isso as perdas de carga. Poderá igualmente haver trechos independentes para cada um dos furos. 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:

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

Equação 4-3

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

Q_{pd} – é o caudal de ponta diário;

Caso o valor do caudal de dimensionamento seja superior ao caudal de exploração do furo, opta-se por considerar o caudal de dimensionamento igual ao caudal de exploração do furo, sendo este o máximo caudal possível de bombear de acordo com o estudo do caudal efectuado nesse furo e determina-se o número de horas que a bomba(s) funciona(m) diariamente.

A bomba do furo deverá ser dimensionada para o caudal de 10.0 m³/h e a altura de elevação de 115 m, correspondente a:

$$H_e = H_g + \Delta H$$

Equação 4-4

A altura de elevação é conhecida 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:

Onde: **H_e** – corresponde a altura de elevação (m);
H_g – é o desnível geométrico;
ΔH – corresponde as perdas de cargas totais.

Conhecendo os caudais, considerou-se que velocidade de escoamento na(s) conduta(s) adutora(s) 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 mesma:

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

Equação 4-5

Para a determinação da perda de carga contínua em todos os trechos da adutora, foi utilizada a equação de Hazen-Williams. As perdas de cargas localizadas foram tomadas como sendo 20% das perdas localizadas.

$$\Delta H = \frac{10.65.L.Q^{1.85}}{C^{1.85}.D^{4.87}}$$

Equação 4-6

Onde: **Q** – corresponde ao caudal (m³/s);
D – é o diâmetro (mm);
C – coeficiente de rugosidade;
L – é o comprimento (m);

As condutas adutoras são de material uPVC da classe 10, de maneira a resistir os efeitos do choque hidráulico (ver subcapítulo 4.6.3). Estas 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 trechos ascendentes ou descendentes respectivamente.

Para evitar a presença de ar nas condutas, estas deverão ser dotadas de válvulas ventosas. As ventosas são acessórios que permitem 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 trechos ascendentes ou descendentes, respectivamente;
- A montante de reduções de diâmetro;
- No início e no fim de trechos horizontais

No nosso caso considera-se que a adutora terá trechos distintos, sendo dois deles isolados e que transportam apenas o caudal de cada um dos furos e outro trecho comum, tal como os esquemas abaixo mostram:



Figura 11: Possível localização dos furos, incluído o traçado da adutora.

As figuras abaixo demonstram como está disposto o sistema da adução, e os seus respectivos diâmetros, dimensionados para um ano horizonte de 20 anos.

Esquema altimétrico

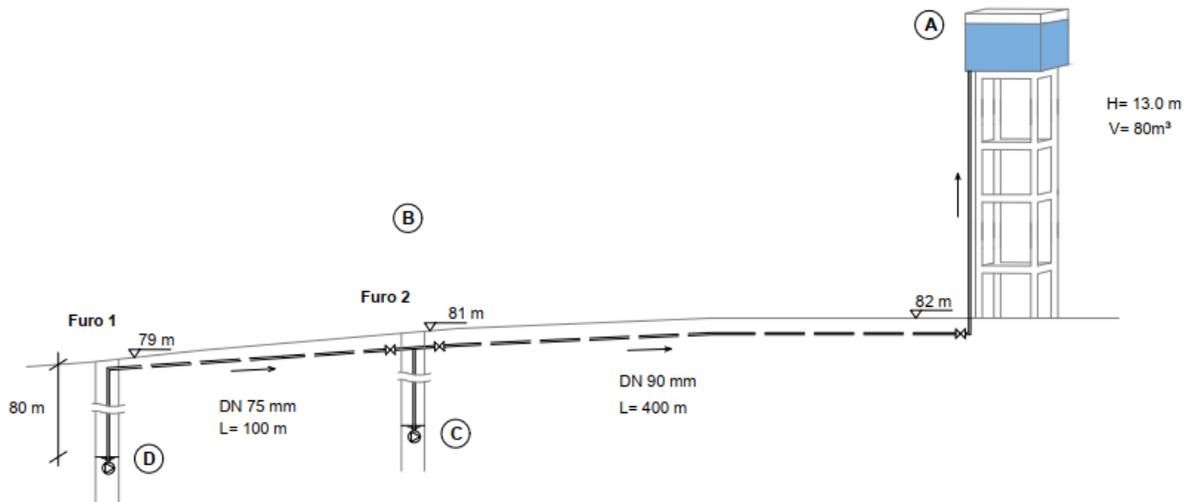


Figura 12: Esquema altimétrico do sistema de adução para o ano de 2033.

Esquema planimétrico

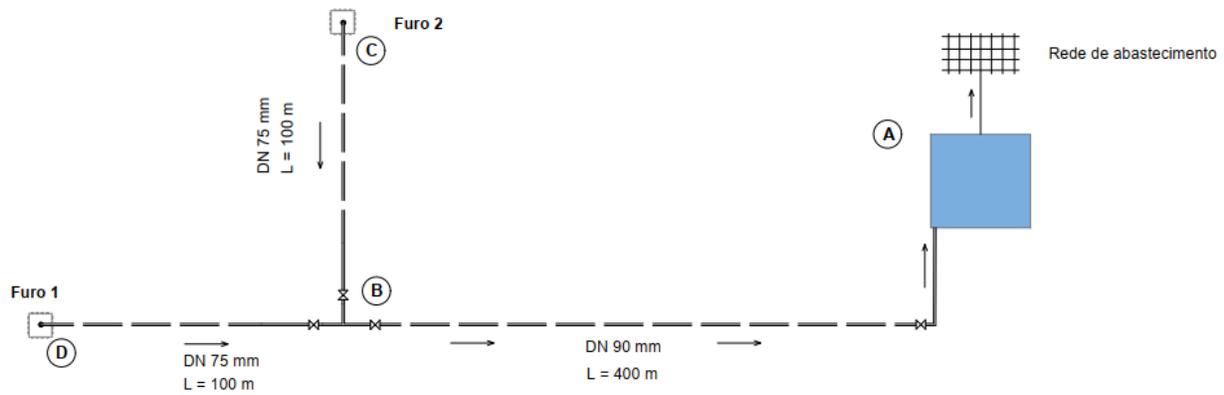


Figura 13: Esquema planimétrico do sistema de adução para o ano de 2033.

Esquema altimétrico

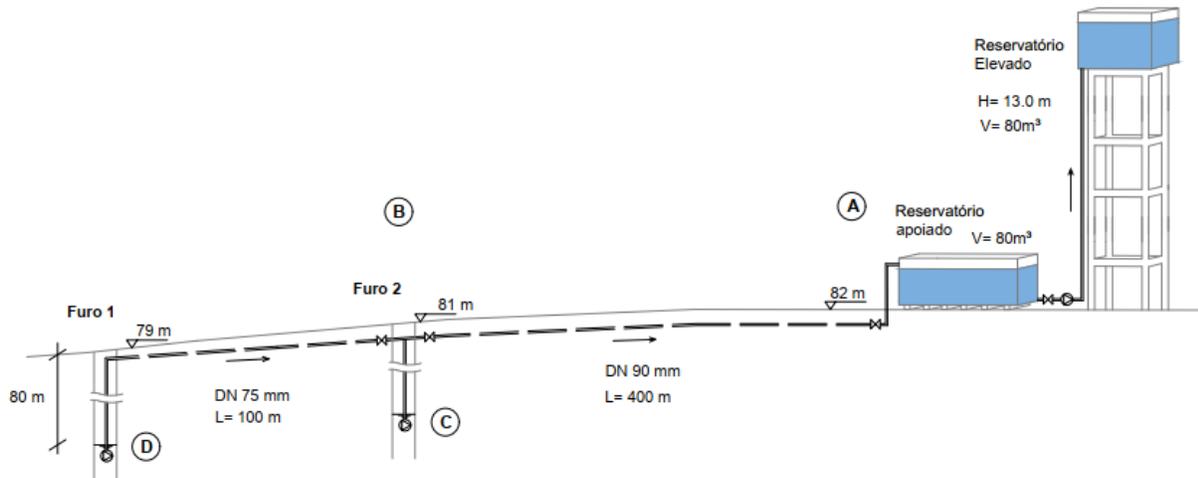


Figura 14: Esquema altimétrico do sistema de adução para o ano de 2043.

Esquema planimétrico

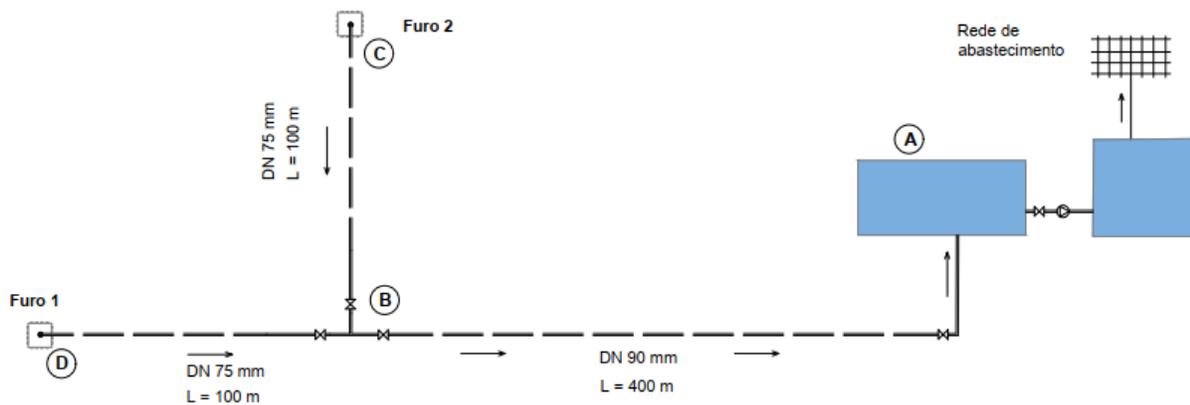


Figura 15: Esquema planimétrico do sistema de adução para o ano de 2043.

A tabela abaixo, resume o processo de dimensionamento das adutoras:

Troço	Ano	Q.útil (m³/dia)	Perdas (m³/dia)	Horas de bombagem (h)	Caudal de ponta diário + perdas (m³/h)	Caudal de dimensionamento (m³/h)	Diâmetro calculado (mm)
A-B	2023	194,99	19,50	10,72	29,10	20	118,97
	2043	306,30	61,21	18,36	28,36		68,69
B-C	2023	194,99	19,50	10,72	29,10	10	84,13
	2043	306,30	61,21	18,36	28,36		48,57
B-D	2023	194,99	19,50	10,72	29,10	10	84,13
	2043	306,30	61,21	18,36	28,36		48,57

Tabela 12: Dimensionamento do diâmetro da adutora.

Troço	Ano	Diâmetro comercial (mm)	Diâmetro interno (mm)	Velocidades (m/s)	Comprimento (m)	Perda Unitária (m/m)	Perdas totais (m)
A-B	2023 2043	90	81,4	1,07	400	0,0155	7,449
B-C	2023 2043	75	67,8	0,77	100	0,0105	1,258
B-D	2023 2043	75	67,8	0,77	100	0,0105	1,258

Tabela 13: Verificação do diâmetro da adutora, e cálculo das perdas.

A conduta principal (troço A-B), possui 90mm de diâmetro e cerca de 400 m de comprimento, foi dimensionada de modo a alimentar o reservatório, ao longo dos 20 anos de horizonte de projecto, com um caudal de 20 m³/h provenientes de 2 furos.

As condutas adutoras dos troços B-C e B-D, tem 75mm de diâmetro com um comprimento de 100m, as adutoras funcionam em paralelo, e são alimentadas cada por um furo com caudal de 10 m³/h, juntando-se no troço A-B conseguindo alimentar o reservatório ao longo dos 20 anos de horizonte de projecto.

4.6.3 Análise ao Choque Hidráulico

O efeito de súbitas alterações de pressão (choques de pressão) em tubagens, podem causar serias deformações ou mesmo a sua ruptura. A análise ao choque hidráulico foi feita para o **trecho B-D**, 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. 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:

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

Equação 4-7

Em que:

C – variável em função do declive da conduta; **L** – comprimento da conduta em análise;

U – velocidade do escoamento; **g** – gravidade;

K – variação em função do comprimento;

H_{man} – altura manométrica.

Troço B-D	
C (celeridade) (m/s)	380,92
$\frac{2L}{c}$ (s)	0,53
Ta (s)	0,95
$\frac{2L}{c} < Ta$ Manobra lenta	

Tabela 14: Processo de verificação do tipo de manobra existente.

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

$$\Delta H_m = \pm \frac{2 \cdot L \cdot U}{g \cdot t}$$

Equação 4-8

Onde:

L – comprimento da conduta;

U – velocidade do escoamento;

t – tempo de anulação.

g - aceleração da gravidade

Pressão inicial (m)	35
Acréscimo de pressão (m)	16,54
Pressão max. (m)	51,44
Pressão min. (m)	18,46

Tabela 15: Valores máximos e mínimos de pressões na adutora.

A partir das tabelas acima, verifica-se que há no máximo um acréscimo de 16,54 m.c.a na adutora caso ocorra o choque hidráulico, totalizando uma pressão de 51,44 m.c.a para as sobrepressões, e para as subpressões 18,46 m.c.a. A adutora com material da classe 6 poderia verificar os efeitos de sobrepressões e subpressões, mas devido a incerteza da

localização exata dos furos e profundidade adota-se material de classe 10 permanecendo no lado da segurança.

4.6.4 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, como também é garantida a qualidade da água e estanquidade do reservatório e custos muito reduzidos de manutenção.



Figura 16: Imagens do tipo de reservatórios metálicos a usar.

Para calcular o volume necessário do reservatório ao funcionamento normal do sistema, é necessário conhecer o período de funcionamento da bomba 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 mais a realidade.

Uma vez tratando-se de uma vila em que, segundo o perfil do Distrito de Govuro (2012), a agricultura é a base económica da maior parte 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).

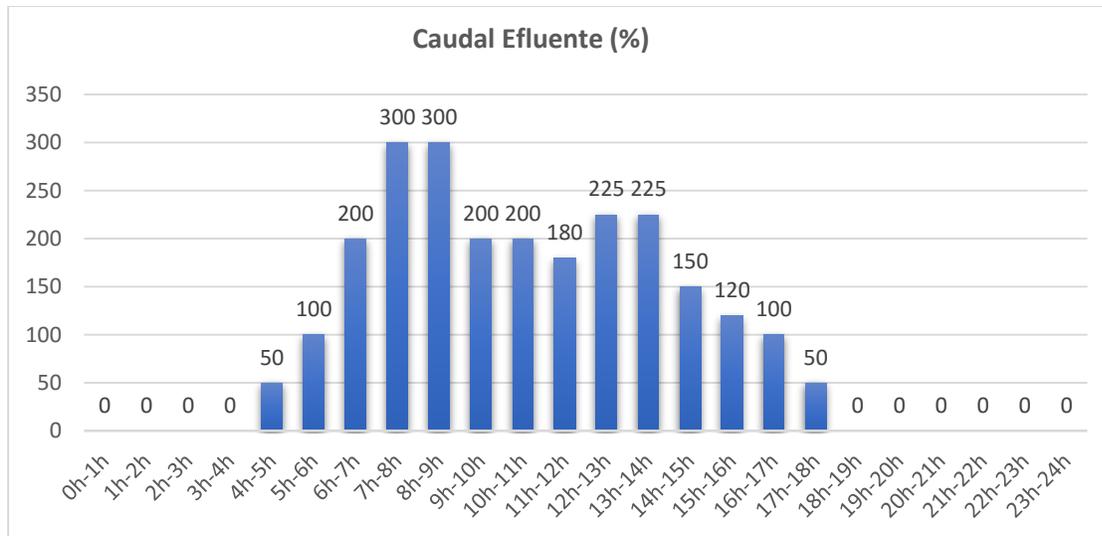


Gráfico 2: Distribuição horaria de consumo de agua das 4h as 19h (factor de pico 3.0)

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 reservatório, a quantidade de água necessária para alimentar a vila durante as horas de consumo, tendo em cota o factor de pico e sem nunca faltar água no reservatório 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 a captação da água a partir dos 2 furos considerados, com um caudal de exploração $10 \text{ m}^3/\text{h}$ cada, efectuou-se diversas análises de modo a conhecer o volume do reservatório e como variava este para os anos de horizonte do projecto, no caso de o caudal aduzido corresponda ao caudal máximo possível de bombar nos dois furos.

Nos primeiros 10 anos do projecto, o volume necessário para responder as demandas é de 80 m^3 , sendo necessário fazer a construção de um reservatório elevado em uma torre com cerca de 13 m de altura até a base do reservatório.

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário a armazenar (m ³)	Situação no reservatório (m ³)
	Funcionamento da bomba	Volume Afluyente	Varição de consumos	Volume Efluyente	Volume Afluyente	Volume Efluyente		
		(m ³)	(%)	(m ³)	(m ³)	(m ³)		
0h-1h	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00
1h-2h	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00
2h-3h	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00
3h-4h	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00
4h-5h	1	4,00	50	5,86	4,00	5,86	-1,86	78,14
5h-6h	1	8,00	100	11,72	12,00	17,59	-5,59	74,41
6h-7h	1	20,00	200	23,45	32,00	41,03	-9,03	70,97
7h-8h	1	20,00	300	35,17	52,00	76,20	-24,20	55,80
8h-9h	1	20,00	300	35,17	72,00	111,37	-39,37	40,63
9h-10h	1	20,00	200	23,45	92,00	134,82	-42,82	37,18
10h-11h	1	20,00	200	23,45	112,00	158,27	-46,27	33,73
11h-12h	1	20,00	180	21,10	132,00	179,37	-47,37	32,63
12h-13h	1	20,00	225	26,38	152,00	205,75	-53,75	26,25
13h-14h	1	20,00	225	26,38	172,00	232,13	-60,13	19,87
14h-15h	1	20,00	150	17,59	192,00	249,71	-57,71	22,29
15h-16h	1	20,00	120	14,07	212,00	263,78	-51,78	28,22
16h-17h	1	20,00	100	11,72	232,00	275,50	-43,50	36,50
17h-18h	1	20,00	50	5,86	252,00	281,37	-29,37	50,63
18h-19h	1	20,00	0	0,00	272,00	281,37	-9,37	70,63
19h-20h	1	9,37	0	0,00	281,37	281,37	0,00	80,00
20h-21h	0	0,00	0	0,00	281,37	281,37	0,00	80,00
21h-22h	0	0,00	0	0,00	281,37	281,37	0,00	80,00
22h-23h	0	0,00	0	0,00	281,37	281,37	0,00	80,00
23h-24h	0	0,00	0	0,00	281,37	281,37	0,00	80,00
	14,07 h	281,37	2400	281,37				
		(m ³ /dia)		(m ³ /dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-60,13	Reserva (m ³)
Capacidade de Mínima	60,13	19,87

Tabela 16: Dimensionamento do volume do reservatório para o ano de 2033.

A partir da tabela 16, verifica-se que até ao ano de 2033, para um período de bombagem de 14,07 horas, com o caudal máximo aduzido de 20 m³/h, a capacidade mínima que o reservatório deve ter é de 60,13 m³, com uma reserva de 22,29 m³.

Horas	Dados				Acumulados		Volume necessário a armazenar (m ³)	Situação no reservatório (m ³)
	Funcionamento da bomba	Volume Afluyente	Varição de consumos	Volume Efluyente	Volume Afluyente	Volume Efluyente		
		(m ³)	(%)	(m ³)	(m ³)	(m ³)		
0h-1h	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	160,00
1h-2h	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	160,00
2h-3h	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	160,00
3h-4h	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	160,00
4h-5h	1	6,00	50	7,65	6,00	7,65	-1,65	158,35
5h-6h	1	12,00	100	15,30	18,00	22,95	-4,95	155,05
6h-7h	1	20,00	200	30,60	38,00	53,56	-15,56	144,44
7h-8h	1	20,00	300	45,90	58,00	99,46	-41,46	118,54
8h-9h	1	20,00	300	45,90	78,00	145,36	-67,36	92,64
9h-10h	1	20,00	200	30,60	98,00	175,97	-77,97	82,03
10h-11h	1	20,00	200	30,60	118,00	206,57	-88,57	71,43
11h-12h	1	20,00	180	27,54	138,00	234,11	-96,11	63,89
12h-13h	1	20,00	225	34,43	158,00	268,54	-110,54	49,46
13h-14h	1	20,00	225	34,43	178,00	302,97	-124,97	35,03
14h-15h	1	20,00	150	22,95	198,00	325,92	-127,92	32,08
15h-16h	1	20,00	120	18,36	218,00	344,28	-126,28	33,72
16h-17h	1	20,00	100	15,30	238,00	359,59	-121,59	38,41
17h-18h	1	20,00	50	7,65	258,00	367,24	-109,24	50,76
18h-19h	1	20,00	0	0,00	278,00	367,24	-89,24	70,76
19h-20h	1	20,00	0	0,00	298,00	367,24	-69,24	90,76
20h-21h	1	20,00	0	0,00	318,00	367,24	-49,24	110,76
21h-22h	1	20,00	0	0,00	338,00	367,24	-29,24	130,76
22h-23h	1	20,00	0	0,00	358,00	367,24	-9,24	150,76
23h-24h	1	9,24	0	0,00	367,24	367,24	0,00	160,00
	18,36 h	367,24 (m ³ /dia)	2400	367,24 (m ³ /dia)				

Máximo	0	
Mínimo	-127,92	Reserva (m ³)
Capacidade Mínima	127,92	32,08

Tabela 17: Dimensionamento do volume do reservatório para o ano de 2043.

Para os últimos 10 anos do projecto, o volume do reservatório aumenta para 160 m³. Como já foi demonstrado, na primeira fase é necessário apenas um reservatório elevado com 80 m³ para responder a demanda da rede durante esta fase. Para os últimos 10 anos do projecto, o volume necessário a armazenar passa para 160 m³, sendo necessária a construção de um reservatório apoiado com uma capacidade de 80 m³ para auxiliar o elevado, perfazendo um volume total de 160 m³.

4.6.5 Redes de Distribuição

4.6.5.1 Concepção e Simulação

As redes de distribuição aqui apresentadas, 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. Não tendo conseguido essa informação através das autoridades locais, a partir das imagens do Google Earth Pro da vila, foi possível verificar durante vários anos como foi crescendo para poder considerar a futura rede nas zonas onde se considera que será continuada a expansão.

É de referir que de início, se consideraram as redes com um maior número de condutas. No entanto, após diversas simulações tendo em conta os caudais nos nós, notou-se a necessidade de suprimir alguns ramais, devido ao facto de nessas condutas, com o diâmetro mínimo regulamentado de 50 mm, estas apresentarem velocidades muito baixas, inferiores a velocidade regulamentar, próximas das velocidades nulas.

Isso demonstrava que, o investimento que seria efectuado 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 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 o esvaziamento 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.

4.6.5.2 Demanda Base

Para se iniciar o cálculo hidráulico em rede de distribuição é necessário efectuar a distribuição 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 respectivamente o método da contagem das 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

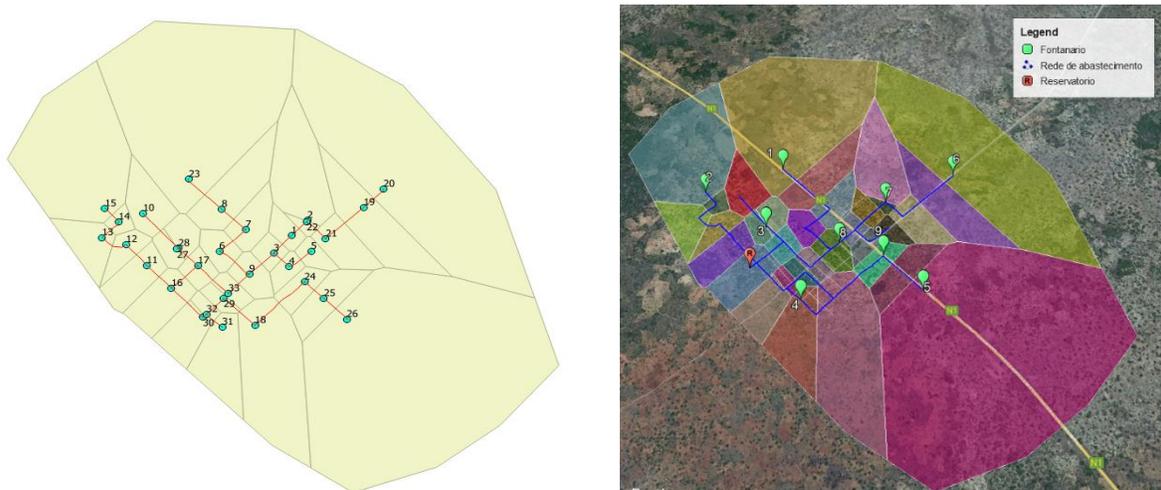


Figura 17: Imagens da área de influência dos pontos da rede para o ano de 2033 pelo Polígono de Thiessen.

software Quantum Gis 2.8.1, através da função VORONOI (Polígonos de Thiessen).

Para definir de uma forma rápida e fácil as áreas de serviço dos nós de demanda, os polígonos de Thiessen são bastante eficazes. Uma vez que cada cliente dentro de um polígono Thiessen para um nó está mais próximo desse nó do que qualquer outro nó, presume-se que os clientes dentro de um polígono Thiessen particular são fornecidos pelo mesmo nó de demanda.

Apesar disso, a função dos polígonos de Thiessen, apresentam 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.

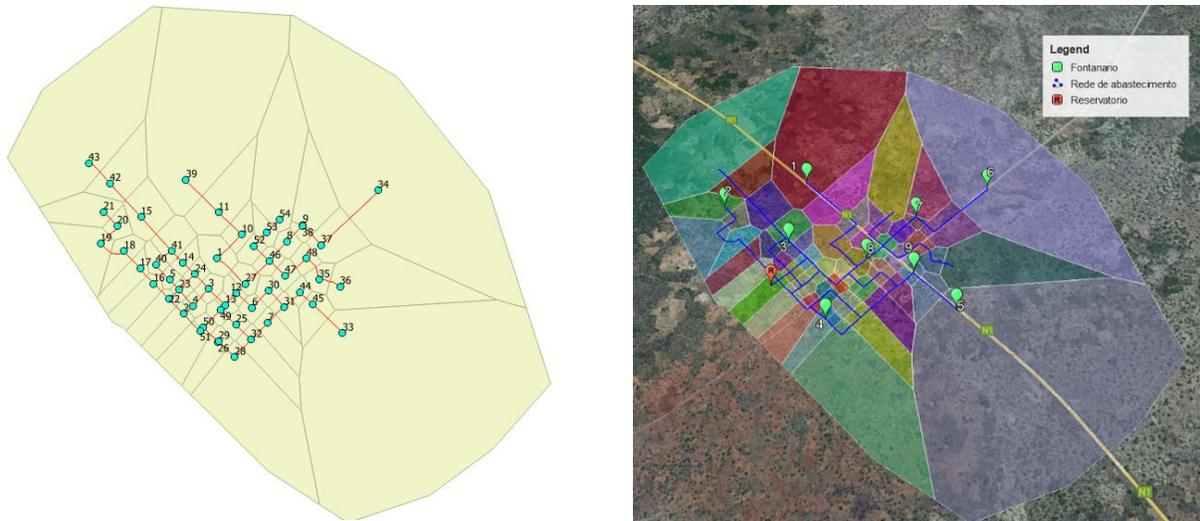


Figura 18: Imagens da área de influência dos pontos da rede para o ano de 2043 pelo Polígono de Thiessen.

1) Método 1: Contagem de Casas

O primeiro método consiste na contagem de casas, a partir do software Google Earth Pro, em cada uma das áreas de influência, que multiplicado com o número de agregado familiar da vila (5,61 hab/casa), consegue-se conhecer o número de habitantes em cada uma da área. 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

No segundo método, multiplica-se a 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 está 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:

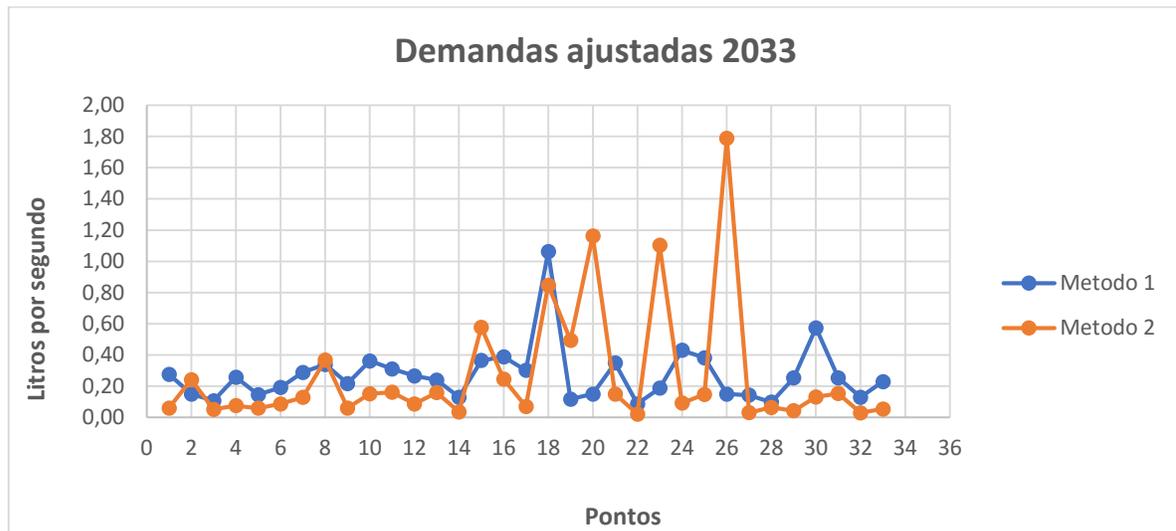


Gráfico 3: Comparação das demandas base para o ano de 2033.

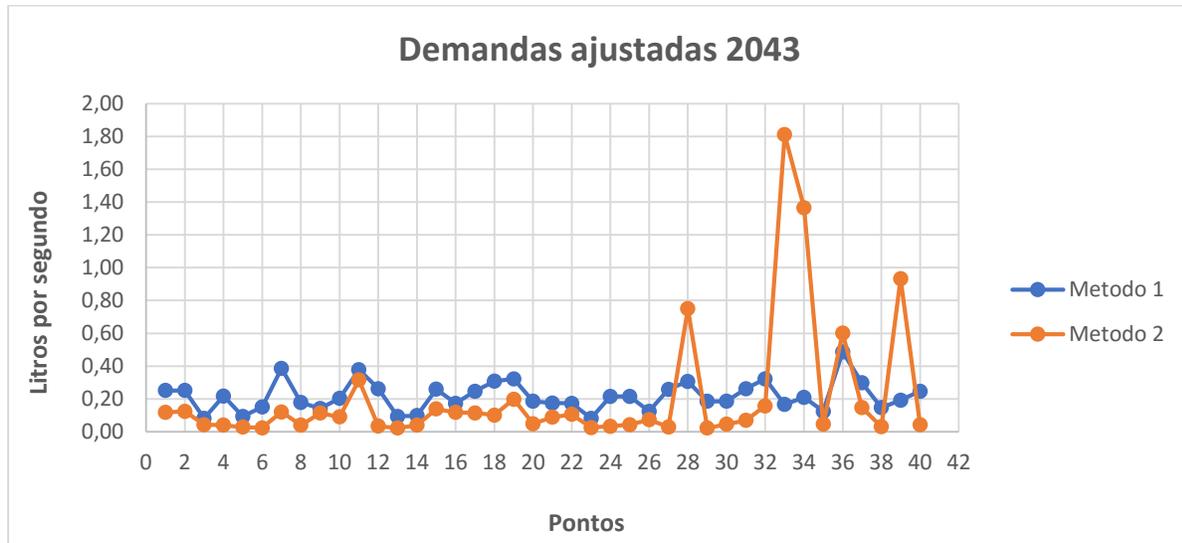


Gráfico 4: Comparação das demandas base para o ano de 2043.

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 a área.

Na vila de Maluvane, uma parte da população se encontra dispersa em áreas grandes, e a outra concentrada no centro da vila, a densidade populacional não se mostra uniforme em todas as partes da vila, por essa razão opta-se pelo uso do método 1, onde este apresenta um maior nível de precisão que o método 2. Como é possível notar nos pontos 28, 31, 33, 39 (ano de 2043), a área de abrangência pelo polígono de Thiessen é grande para cada, o que quando multiplicado a área de abrangência com a densidade da vila acaba por dar uma demanda muito maior da encontrada no método de contagem de casas, onde é possível observar que nessa área não existem muitos habitantes como o método 2 sugere.

4.6.5.3 Rede de distribuição

Como foi referido, o reservatório elevado deverá abastecer toda a vila através da sua rede de distribuição, não se aproveitando nada da rede actual do sistema público. A rede proposta deverá abranger cerca 4.850 habitantes no início da exploração, em 2023, e, 5050 habitantes em 2043.

O número de fontanários previstos nesta nova rede é de 9 unidades.

O material da tubagem da rede de distribuição será uPVC, da classe 6.

A rede foi dimensionada para um caudal de cálculo de 979,30 m³/dia, em 2043, o que corresponde 11,33 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 3.0.

Em relação ao local onde se propõe a construção do reservatório metálico de 13 m de altura, terá a cota de 82 m. Este não corresponde ao ponto mais alto da vila (cota 86 m), pois esta região encontra-se já ocupada pela população, apesar de existirem alguns espaços vazios. No entanto, uma vez que as imagens fornecidas pelo Google Earth Pro para a vila de

Maluvane são para o ano de 2013, há uma grande probabilidade desses locais já terem sido ocupados pela população.

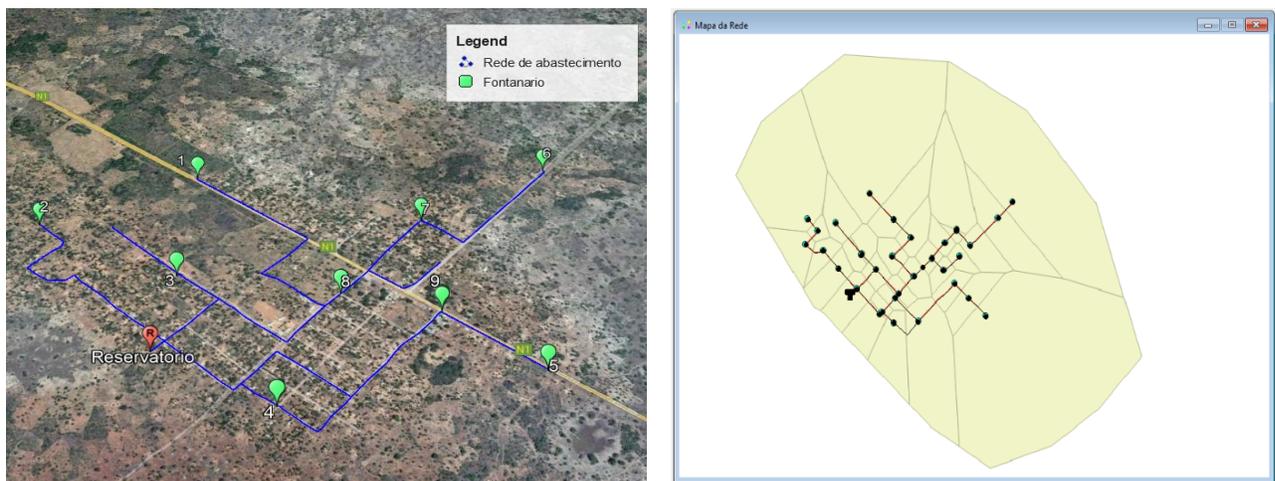


Figura 20: Representação da rede de abastecimento proposta para o ano de 2033.

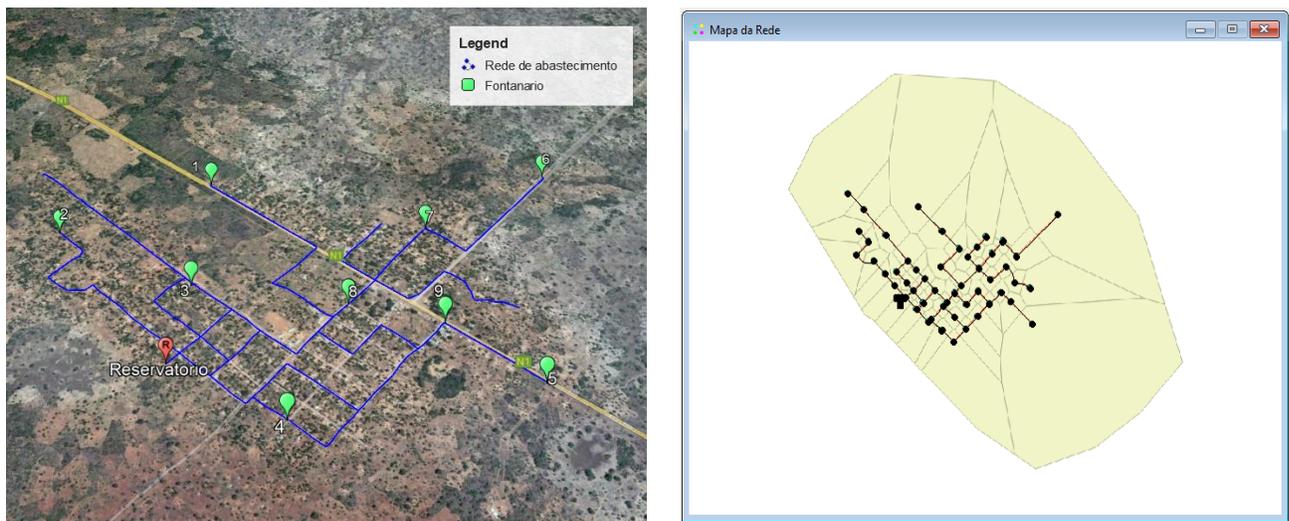


Figura 19: Representação da rede de abastecimento proposta para o ano de 2043.

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 8,40 km, em 2033, e de 10,44 km, em 2043.

2033		2043	
Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
50	5.950	50	8.025
63	940	63	940
75	250	75	250
90	1.075	90	1.075
110	105	110	105
140	70	140	70
Total	8.400	Total	10.465

Tabela 18: Diâmetros e comprimentos das condutas da rede para os anos 2033 e 2043.

4.6.5.4 Análise das pressões nas redes simuladas

Foi escolhido utilizar a o método de Hazen-Williams (ver equação 4-9) para o processo de cálculo por ser um método mais simples, apesar de que se comparada ao método de Darcy-Weisbach apresenta desvantagens por não considerar a temperatura e viscosidade do fluido.

Segundo Christensen (2000), a precisão do método de Hazen-Williams está restrita a algumas condições:

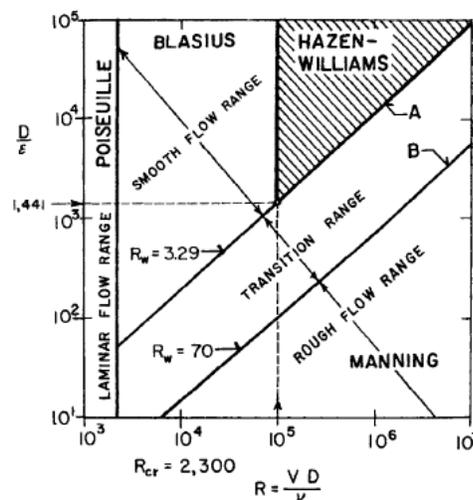


Figura 21: Região de validade para a Formula de Hazen-Williams (Christensen, 2000)

Para a análise das pressões na rede, o software utilizado no auxílio do estudo foi Epanet 2.0, pois é bastante flexível com relação às mudanças de funcionamento, alteração de consumo, mudanças de níveis no reservatório, etc.

Foi feita uma breve comparação dos valores de pressão obtidos pelos 2 métodos para verificar se os valores fornecidos pelo método de Hazen-Williams aproximavam aos do Darcy-Weisbach nas mesmas condições.

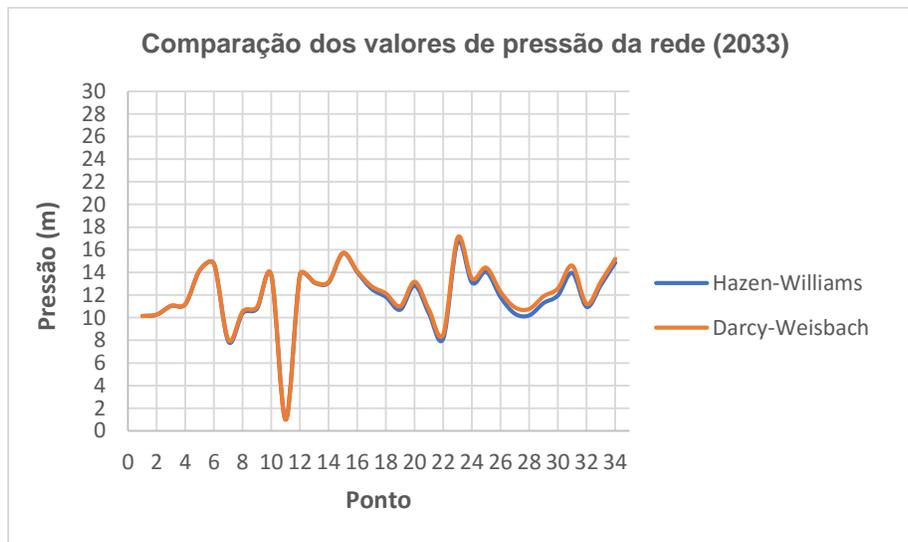


Gráfico 5: Comparação dos valores de pressão para os métodos de Hazen-Williams X Darcy-Weisbach

Como é possível notar no gráfico acima, o método de Hazen-William apresentou uma concordância com o método de Darcy-Weisbach, com valores de pressões iguais em quase todos pontos exceto os que se encontravam mais distantes na rede, que apresentaram uma diferença máxima de 0,6 m.c.a.

Sendo assim, foram feitas simulações na rede para os anos de 2033 e 2043 de modo a obter os valores de pressões, a pressão mínima encontrada na rede foi no ano de 2043 com o valor de 5 m.c.a e a pressão máxima encontrada de 27,72 m.c.a para o ano de 2033, como é melhor explicado nos capítulos a seguir.

1. Coleta de dados

Estas simulações são realizadas a partir de dados da rede, tais como demandas e cotas topográficas nos nós, nível do reservatório, comprimentos, diâmetros e rugosidade das tubulações e outras informações.

As figuras mostram a localização dos nós no traçado da rede para os anos 2033 e 2043, referente a área de estudo, e a tabelas, trazem dados específicos como as cotas nos nós. (ver anexo III, IV,V)



Figura 22: Curva de nível para a Vila Maluvane (Reserv é a designação para reservatório).

2. Resultados obtidos

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

Nas tabelas (ver anexo III) foi possível avaliar as pressões que actuam na rede na hora de pico. Observou-se que as pressões verificam com os valores mínimos regulamentados (ligação porta no quintal, e fontanário). Para as ligações domiciliarees o regulamento diz que a pressão mínima tem de ser de 15 m.c.a (suficiente para abastecer um edifício de 3 pisos), para conseguir essa pressão a torre do reservatório deve ter uma altura de 23 m, o que para uma vila pequena como Maluvane onde a existência de um edifício de mais de um piso é pequena, acabaria por ser uma solução economicamente não viável. Como a maior parte dos edifícios existentes em Maluvane são de um piso, a pressão mínima que a rede deve ter é de 5 m.c.a em qualquer ponto onde faz-se a ligação domiciliar.

A partir da simulação dinâmica no software Epanet, foi constatado que para as primeiras horas de consumo onde o factor de ponta instantâneo é de 0,5, e o nível de água no reservatório é de 4,38 m (quase cheio), a rede possui os maiores valores de pressão. Observou-se que as pressões em qualquer ponto na rede estão dentro da regulamentada, variando de 10 a 27 m.c.a em qualquer ponto.

4.6.6 Trabalhos a realizar

Uma vez que a captação da água do sistema a propor será subterrânea e dada a disponibilidade de rede elétrica de media tensão, a alimentação do sistema é feita pela energia de media tensão, estando considerando também o assentamento de um grupo gerador de emergência para funcionar em períodos de oscilação da corrente.

A rede de distribuição tem cerca de 8,4 km de extensão e uma cobertura para o ano de 2033 de 4.949 habitantes.

Deverão ser realizadas as seguintes actividades:

Captação

- Abertura de 2 furos de água, 8” de diâmetro, incluindo movimentação do equipamento, estudo geofísico, revestimento com tubo de 200 mm, incluído filtro, tubo saco, areão calibrado, limpeza e desenvolvimento do furo, ensaio de caudal, análise de água.
- Assentamento de bomba submersível, incluindo tubagem boreline, válvula de corte, válvula de retenção, manómetro e caudalímetro;
- Construção de caixas de proteção dos furos com 2,6 m x 1,5 m x 1,0 m, executadas em alvenaria devidamente rebocada exterior e interiormente com cobertura (tampa) em chapa lisa galvanizada ;
- Vedação para os furos numa extensão de 6 m x 4 m em rede tubarão galvanizada e portão para peões.

Casa do Operador

- Construção de um edifício para servir de armazém e abrigo de material, instalações sanitárias e escritório de operador para atendimento ao público e gestão do sistema;
- Construção de uma pequena guarita com sanitário no recinto, para manter segurança 24h/dia;
- Vedação do recinto do centro distribuidor, numa extensão de 40 m x 30 m em rede tubarão galvanizada, incluindo no espaço um portão para peões e outro para viaturas;
- Fornecimento e assentamento postes de energia para iluminação exterior.

Aduoras

- Assentamento de condutas uPVC de 75 mm de diâmetro, classe 10, entre cada um dos furos e de adutora principal de 90 mm de classe 10, incluindo válvulas e ventosas onde necessário;

Centro distribuidor

- Fornecimento e assentamento de reservatório metálico galvanizado, incluindo fundação e todos os acessórios de tubagem com 13 m de altura com 80 m³ de capacidade, incluindo válvulas de corte, contadores de água, tubagem ascendente e descendente galvanizada;
- Construção de um compartimento para colocar a bomba doseadora de cloro, junto do reservatório elevado (CD);
- Vedação do recinto do centro distribuidor, numa extensão aproximada de 20 m x 20 m em rede de tubarão galvanizada, incluindo no espaço um portão para peões e outro para viaturas.

Rede de distribuição

- Assentamento de rede de distribuição com comprimento total de 8,4 km, com tubagem a variar de 50 mm a 140 mm, de classe 6. O número de fontanários a construir será de 9. Na rede serão assentes válvulas de corte, ventosas e válvulas de descarga em caixa de alvenaria para proteger o equipamento.

4.6.7 Análise de custos

Uma análise da estimativa de custos do sistema tomando foi feita tomando em consideração as actividades na tabela (ver anexo XV), que resume-se na tabela abaixo:

ITEM	ACTIVIDADES	Valor (MT)
1	TRABALHOS GERAIS	3.348.630,84
2	CAPTAÇÃO	5.892.244,00
3	CONDUTAS ADUTORAS	2.055.485,00
4	INFRAESTRUTURAS A CONSTRUIR NO CD	8.846.621,94
5	REDE DE DISTRIBUIÇÃO	16.144.188,00
Total:		36.287.169,78

Tabela 19: Tabela resumida do custo das actividades a realizar até ao ano 2033.

Na actividade nr.4 temos como um dos itens a construção de um depósito elevado, com um custo de 7.500.000 MT sendo o item mais caro de todas actividades correspondendo a 20,7 % do valor total. Para o ano horizonte de 2043 prevê-se 2 reservatórios (um elevado e um apoiado), a análise do projecto para um ano intermedio neste caso 2033, permitu ter uma modulação das infraestruturas a construir, ou seja poupa-se no valor do reservatório para os primeiros 10 anos não construindo um reservatório apoiado imediatamente.

O mesmo detalhe é aplicado para a actividade nr.5 que também poupa-se pela modulação do trabalho, para o ano de 2033 a rede tem um comprimento de 8,4 km equivalente a um valor total de 16.144.188 MT, ou seja 1.921.927 MT/km, até o ano de 2043 tem-se um aumento de 2,065 km, poupando 3.945.242 MT nos primeiros 10 anos.

A actividade menos custosa é a nr.3, isto deve-se pelo local escolhido para fazer a captação estar relativamente próximo do centro distribuidor, que acaba por influenciar no comprimento da adutora e dos volumes de escavação para a implantação da mesma. Apesar disto, este valor pode ainda vir a aumentar, se durante a fase da empreitada for constatado que o local para a captação esta mais distante do assumido. O mesmo pode ser afirmado para a actividade nr.2 que é suscetível a alteração de custos.

Até o ano intermedio de 2033 prevê-se 4.929 habitantes, tomando este número e o valor total do projeto até ano intermedio é possível determinar o custo de implementação por pessoa, neste caso por habitante tem-se um custo de 7.343 MT. E analisando o custo de implementação com a demanda media diária na análise observa-se que para os primeiros 10 anos tem-se um custo de água de 35 MT/ m³.

5. Considerações finais

Neste presente trabalho, tentou-se aproveitar o máximo possível das informações disponíveis de modo a obter uma solução viável e económica para um sistema de abastecimento que pudesse beneficiar a população.

Recomenda-se que antes da realização de um estudo de Viabilidade Técnico -Económico, sejam realizados previamente estudos geofísicos no campo, isto porque as informações que este pode dar são indispensáveis, permitem ter uma melhor visão da disponibilidade da água no local, o que vai resultar num estudo mais preciso, garantindo que na fase da implementação do projecto não ocorram imprevistos que possam inviabilizar o mesmo.

6. Conclusão

A água é o recurso mais importante na vida do homem, sem ele não há vida, o melhoramento de técnicas e métodos para sua obtenção de modo viável a todo mundo é um dos maiores desafios da engenharia, principalmente em Moçambique onde ainda grande parte da população não dispõe de água potável para o consumo.

Findo o estágio profissional que culminou a elaboração deste relatório, foi possível notar que a resolução deste tipo de problema não é linear, exigindo sempre uma flexibilidade no pensar. Apesar da vontade de abastecer todo mundo, existem sempre certos aspectos a ter em consideração de modo a tornar o projecto viável, podendo um deles acabar por limitar a percentagem da população a ser abastecida.

A elaboração deste permitiu a oportunidade de evoluir e lidar com problemas similares que aparecem no dia-a-dia neste ramo da Engenharia Civil.

Foram notórias as diferenças entre realizar actividades no contexto académico e participar da realização no ambiente de trabalho. Todavia, as aulas teóricas e práticas do curso de Licenciatura em Engenharia Civil tiveram um papel importante nesta experiência profissional.

7. Bibliografia

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

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

SANTOS, A.J. (n.d.). *Bombas e Instalações Hidráulicas*. Engebook

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

CONSULTEC et al (2021). *Estudo de Vontade e Capacidade de Pagar para a Vila de Maluvane*, Moçambique.

SAJDI et al (2017). *Relatório do Levantamento da situação dos Sistemas de Abastecimento de Agua*, Moçambique: Inhambane

ER AFRICA JOINT VENTURE (2003). *Manual técnico para a implementação de Projecto de Abastecimento de Agua e Saneamento Rural*, Moçambique.

INE (2007, 2017), *Estatísticas distritais*.

8. Anexos

- Anexo I – Implantação geral do sistema;
- Anexo II – Superfície topográfica da Vila de Maluvane;
- Anexo III – Cálculo das Demandas da Vila de Maluvane;
- Anexo IV – Análise de Pressões na rede;
- Anexo V – Análise de Velocidades na rede;
- Anexo VI – Desenho tipo de caixas para válvulas de corte;
- Anexo VII – Desenho tipo de caixas para válvulas de descarga;
- Anexo VIII – Desenho tipo de caixas para ventosas;
- Anexo IX – Desenho tipo de maciços de ancoragem;
- Anexo X – Detalhe de ligação domiciliar a rede;
- Anexo XI – Detalhe de fontanário;
- Anexo XII – Quiosque – desenho em planta;
- Anexo XIII – Quiosque – desenho de vistas;
- Anexo XIV – Quiosque – detalhes;
- Anexo XV – Mapa de quantidades.



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
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 Maluvane**

Volume II

Autor:

Ayilton Tchín-hon Chen Mota

Supervisão:

Eng. Carlos Caupers

Maputo, Março de 2022



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Faculdade de Engenharia

Curso de Engenharia Civil

Estudo de viabilidade Técnico-Económico para o Sistema de Abastecimento de água para a Vila de Maluvane

Volume II

Autor:

Ayilton Tchín-hon Chen Mota

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

Supervisão:

Eng. Carlos Caupers

Maputo, Março de 2022

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:

(Ayilton Tchinhon Chen Mota)

Supervisor:

(Eng. Carlos Caupers)

I. Dedicatória

Todo trabalho desafiador precisa de esforços, bem como de orientação, especialmente daqueles que estavam muito próximos de seu coração.

Meu humilde esforço dedico aos meus pais que sempre acreditaram em mim.

Cujo carinho, amor, incentivo e orações de dia e noite fizeram de mim a pessoa que sou hoje.

II. Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Deus, pelas infinitas bênçãos e oportunidade que me concedeu ao longo do percurso.

Sou eternamente grato aos meus pais, Afonso Augusto Mota e Rosália Chen Mota, a minha irmã, amigos e familiares, pelo carinho, confiança e apoio incondicional, tornando todo o meu projecto académico e pessoal possível.

Ao meu supervisor, Eng. Carlos Caupers, pela oportunidade que me concebeu, pelos ensinamentos que me soube ministrar, sempre com a maior disponibilidade e dedicação, pela paciência e constante incentivo.

Ao pessoal da CONSULTEC, em especial ao departamento de Águas, pela colaboração das mais diversas formas, cujos ensinamentos serviram de força motriz na materialização deste relatório.

Aos meus amigos e colegas da faculdade, pelo apoio e compreensão prestados, pelo companheirismo e ajuda muitas vezes prestada. Agradeço em especial aos meus colegas de carteira, Anisah Sucá, Gabriel Comé, Tarekh Impuia, Selmo Piargy, Muhammad Givá, Erik Ferreira, Claudio Venâncio e Victorino Xavier pelo tempo comigo partilhado, proporcionando muitos dos melhores momentos por mim vividos.

À todos, meus sinceros agradecimentos

Ayilton Mota

III. Resumo

A vila de Maluvane foi enquadrada em um projecto de Estudo de Viabilidade Técnico-Económico para o abastecimento de água da mesma, o que resultou na elaboração de um projecto conceptual apresentado no Vol.1 pelo estagiário.

O sistema concebido no projecto conceptual visa abastecer 100% da população na vila, onde o estagiário propõe a construção de uma rede de distribuição que com 8.4 km nos primeiros 10 anos, aumentando de forma incremental nos segundos 10 anos totalizando 10.4km, a rede abastece 9 fontanários, que entram em funcionamento no início de exploração do sistema. A rede é abastecida por captação de fonte subterrânea, que alimenta um reservatório de 80 m³ com uma altura de 13 m localizando num dos pontos mais altos da vila, sendo capaz de abastecer toda a rede com boa pressão em todos os pontos de consumo.

Este presente volume visa a dar continuidade ao projecto conceptual, tendo como principal foco a componente económica, verificando a sustentabilidade económica do projecto concebido.

IV. Descrição geral 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, electricistas, 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.

V. Índice

I.	Dedicatória	i
II.	Agradecimentos	ii
III.	Resumo	iii
IV.	Descrição geral da empresa	iv
VI.	Lista de abreviaturas	7
VII.	Índice de Figuras	8
VIII.	Índice de Tabelas	9
IX.	Índice de Gráficos	10
1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJECTIVOS.....	12
2.1	Objectivo Geral.....	12
2.2	Objectivos Específicos	12
3	METODOLOGIA.....	13
3.1	Ferramenta aplicável.....	13
4	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	14
4.1	Pressupostos para a análise da sustentabilidade.....	14
4.2	Tarifário que está a ser aplicado nas restantes Vilas	17
4.3	Conceito de sustentabilidade financeira	19
4.4	Fundos de Investimento e receitas. Quadro geral balizador da estrutura tarifária	20
4.5	Papel do Conselho Regulador da Água nas tarifas a aplicar	21
4.5.1	Responsabilidade financeira pelos custos de expansão	22
4.5.2	Perdas a serem consideradas – físicas e comerciais.....	22
4.6	Pressupostos gerais usadas na análise financeira	23
4.6.1	População	24
4.6.2	Consumos per capita	25
4.6.3	Cobertura de Serviços	25
4.6.4	Preços fixos.....	27

4.6.5	Investimentos - Equipamento e extensão da rede de distribuição	27
4.6.6	Edifícios, construções e rede de distribuição.....	28
4.6.7	Pessoal.....	29
4.6.8	Energia	30
4.6.9	Produtos químicos.....	32
4.6.10	Pagamento de taxas	34
4.6.11	Perdas físicas e perdas comerciais	34
5	APLICAÇÃO DA FOLHA DE CÁLCULO PARA OBTER OS OUTPUTS.....	35
5.1	Cálculo das componentes de despesas	35
5.2	Peso do valor da Energia eléctrica no custo da Água	35
5.3	Peso do valor do Pessoal do Operador	36
5.4	Peso do valor do tratamento de água	38
5.5	Investimento a ser realizado pelo Operador	38
5.6	Resumo das Despesas do Operador na vigência do Contrato	39
5.7	Receitas do Operador.	40
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	43
7	CONCLUSÃO.....	45
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	46

VI. Lista de abreviaturas

AIAS	–	Administração de infraestruturas de Água e Saneamento;
ARA	–	Administração regional de Águas;
CRA	–	Conselho de Regulação de Águas;
DNAAS	–	Direção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento;
EDM	–	Electricidade de Moçambique;
ETA	–	Estação de Tratamento de Água;
FIPAG	–	Fundo de investimento e Património de Abastecimento de Água;
IVA	–	Imposto sobre o Valor Acrescentado;
MOPHRH	–	Ministério das Obras Publicas, Habitação e Recursos Hídricos;
OMG	–	Operação, Manutenção e Gestão;
KW	–	Quilowatts;
KWh	–	Quilowatts-hora;
m ³	–	Metro cúbico;
MT	–	Metical;
MT/ml	–	Metical por metro linear.

VII. Índice de Figuras

Figura 1: Esquema da análise.	17
------------------------------------	----

VIII. Índice de Tabelas

Tabela 1: Comparação do valor considerado por Baker e dados actuais	18
Tabela 2: Tarifário aprovado em Agosto de 2018	18
Tabela 3: Tarifas médias de referência	19
Tabela 4: Tarifas em vigor em sistemas similares na província de Inhambane	22
Tabela 5: Projeção da população no horizonte do projecto	24
Tabela 6: Distribuição de serviços de rede ao longo do horizonte do projecto	26
Tabela 7: Preços fixos.....	27
Tabela 8: Comprimento das novas tubagens ao longo da segunda metade do projecto.	28
Tabela 9: Tarifário da EDM (2021)	30
Tabela 10: Consumos médios anuais de energia na Beira, Nampula, Maxixe em 2017	31
Tabela 11: Consumo de produtos químicos nos sistemas na Beira, Nampula, Maxixe e Maputo em 2017	32
Tabela 12: Dosagem e custo de produtos químicos a considerar.....	33
Tabela 13: Perdas físicas e comerciais que foram assumidas.....	34
Tabela 14: Custo de energia nos primeiros 10 anos	35
Tabela 15: Custo de energia nos segundos 10 anos	36
Tabela 16: Custos do pessoal.....	37
Tabela 17: Custo dos químicos	38
Tabela 18: Custo de Investimento em novas tubagens.....	38
Tabela 19: Custos totais do operador	40
Tabela 20: Lucro do operador considerando as tarifas iniciais	41
Tabela 21: Receitas do Operador nos primeiros 10 anos do projecto.	42
Tabela 22: Receitas do Operador nos segundos 10 anos do projecto.	42
Tabela 23: Lucro do operador com a tarifa ajustada	43

IX. Índice de Gráficos

Gráfico 1: Projecção do crescimento da população no horizonte de 20 anos	24
Gráfico 2: Projecção da população a ser servida versus o tipo de serviço	26
Gráfico 3: Despesas com Energia	36
Gráfico 4: Evolução do pessoal do Operador	37
Gráfico 5: Evolução do valor de investimento em tubagens.....	39
Gráfico 6: Despesas de operação e gestão do operador	39
Gráfico 7: Custo real da água vs receita colectada	44

1 INTRODUÇÃO

Para qualquer projecto de engenharia não basta apenas ser tecnicamente funcional, este tem também que apresentar uma rentabilidade e sustentabilidade, daí que surge a necessidade de aliar a análise técnica á uma análise económica.

A avaliação económica visa investigar a rentabilidade de um projecto considerando o verdadeiro valor dos bens ou serviços e factores de produção.

No caso de um sistema de abastecimento de água em específico, este analisa as receitas obtidas pelos serviços prestados (domiciliar, porta-quintal, fontanário) á população e compara com os custos Operação e Manutenção, gerando o lucro que dita a rentabilidade do mesmo.

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 Maluvane.

2 OBJECTIVOS

2.1 Objectivo Geral

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

2.2 Objectivos Específicos

- Determinar as componentes de custos (pessoal, energia, produtos químicos, taxas a pagar, custos de manutenção);
- Determinar os custos de investimento na expansão do sistema;
- Determinar o lucro e as receitas;
- Propor medidas de correção caso o sistema seja financeiramente não viável.

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

Para esta análise, aplicou-se 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

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 m³ 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.

A questão da reposição do equipamento, ao fim do tempo de vida útil foi feita de modo a poder avaliar o impacto daquilo que seria as despesas extraordinárias.

Relativamente aos investimentos a serem feitos pelo Operador, foi admitido que seria na forma de reposição do equipamento, manutenção e na extensão da rede de distribuição que é realizado nos segundos anos, uma vez que admitiu-se que, nos primeiros anos, não seria necessário investir numa grande quantidade de tubagem.

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. Para tal, simularam-se situações em que o consumo *per capita* é inferior ao regulamentar e viu-se o seu impacto na tarifa.

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 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. Valores de receitas necessárias para cobrir os custos de operação, manutenção e gestão (OMG), sem margem do Operador, considerando os valores de venda de serviços acima referidos e os diferentes custos de Operação e Manutenção;
4. Investimentos necessários para manter o sistema e fazer as ampliações até ao horizonte do Projecto;
5. 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;
- b) Analisar a sensibilidade para alguns factores mais importantes como perdas físicas, subida do preço de mão-de-obra, energia e produtos químicos;

c)

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

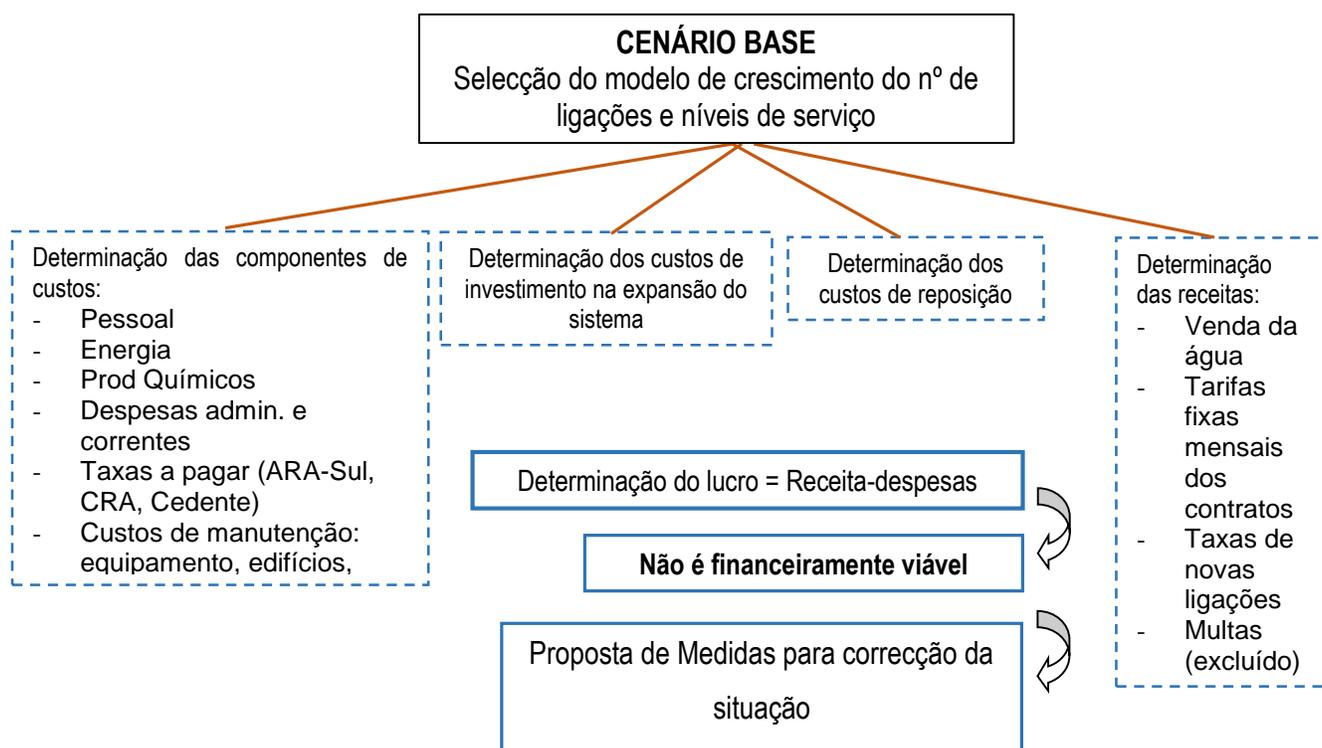


Figura 1: Esquema da análise.

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 ³	222 Mt (3% x 2 salários mínimos)	435 Mt (3% x 2 salários mínimos)
Tarifário até 10 m ³	409 Mt (5,53% x 2 salários mínimos)	801 Mt (5,53% x 2 salários mínimos)

Tabela 1: Comparação do valor considerado por Baker 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	Fontanário	Ligações domésticas e municipais				Ligações não domésticas (Public, commercial, industrial)		
		Taxa de disponibilidade de serviço	Consumo até 5 m ³	Consumo superior a 5m ³		Taxa de disponibilidade de serviço	Consumo mínimo 15 m ³	Consumo acima do mínimo
				0-7 m ³	Consumo superior a 7m ³			
MT/m ³	MT/mês	MT/mês	MT/m ³	MT/m ³	MT/mês	MT/mês	MT/m ³	
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	510.00	34.00
Ilha de Moçambique	10.00	50.00	104.00	22.58	38.00	150.00	570.00	38.00
Praia do Bilene	10.00	50.00	106.00	22.58	42.00	150.00	630.00	42.00
Mandlakazi	10.00	50.00	108.00	22.58	46.00	150.00	683.00	46.00
Mocímboa da Praia	10.00	50.00	110.00	24.00	46.00	150.00	690.00	46.00
Inharrime, Jangamo, Homoíne, Massinga, Moamba, Mocuba, Montepuez, Mopela, Mueda, Ulónguè and Vilankulo.	10.00	50.00	110.00	24.00	50.00	150.00	750.00	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 m³/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 ³)
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, Homoine, 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, excluindo os custos de reposição do equipamento. 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 consideradas as despesas de reposição do equipamento, ao fim do período de vida útil.

A avaliação do preço do m³ 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.

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 as 3 vilas em Inhambane (Jangamo, Inharrime, Morrumbene), início de 2018. Ele tinha apenas 3 categorias de consumidores e não continha escalões. A tarifa compreendia:

- 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.

4.5 Papel do Conselho Regulador da Água nas tarifas a aplicar

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 e DNAAS é feito caso a caso, ao contrário do que se passa com os sistemas do FIPAG. Considera-se que enquanto decorre os trabalhos de construção do sistema da vila de Maluvane, a DNAAS é responsável por lançar um concurso público para a contratação de um operador, 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. Será então aprovada essa tarifa pelo Plenário do CRA, sob proposta da DNAAS e após parecer do Departamento de Estudos e Projectos do Secretariado Executivo do CRA.

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.

Apesar da DNAAS ser responsável pela proposta de tarifas, tem de coordenar com o Ministério da tutela, Governos Provinciais e autoridades locais, que melhor conhecem as realidades locais, para assegurar a harmonização das visões para o desenvolvimento do sector da água nos vários municípios.

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

Para este caso, o estudo é efectuado considerando as tarifas que estão em vigor actualmente na província de Inhambane, em sistemas similares, nomeadamente:

Tarifa do fontanário (Mt/m ³)	10,00
Tarifa de consumo nas ligações domiciliárias. + torneira de quintal+cons. comercial/industrial (Mt/m ³)	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

4.5.1 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 0,20%;
- ✓ Agregado familiar de 5,61 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 Maluvane, foi utilizado o método geométrico. Com base nisso, obteve-se os seguintes valores:

Projecção da População no horizonte de Projecto			
Ano	2023	2033	2043
População	4.850	4.949	5.050

Tabela 5: Projecção da população no horizonte do projecto

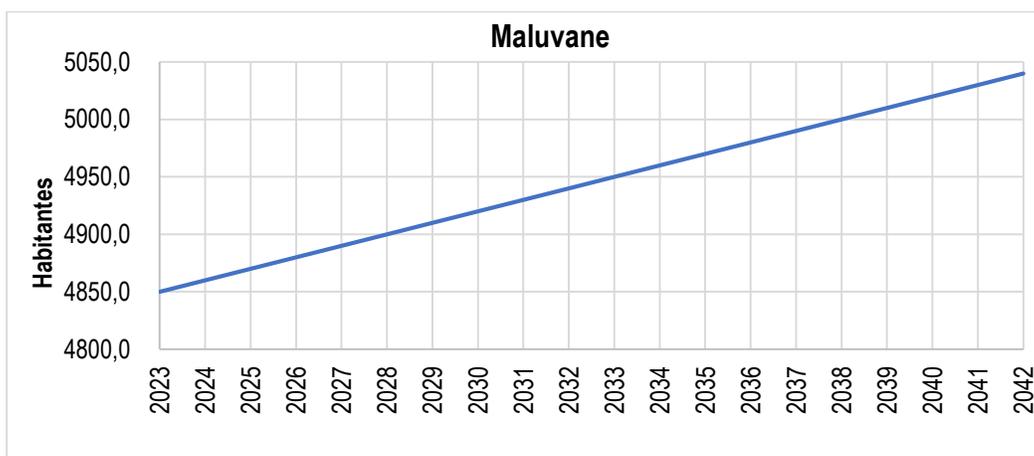


Gráfico 1: Projecção do crescimento da população no horizonte de 20 anos

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	71	28	1
2033	50	45	5
2043	35	55	10

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

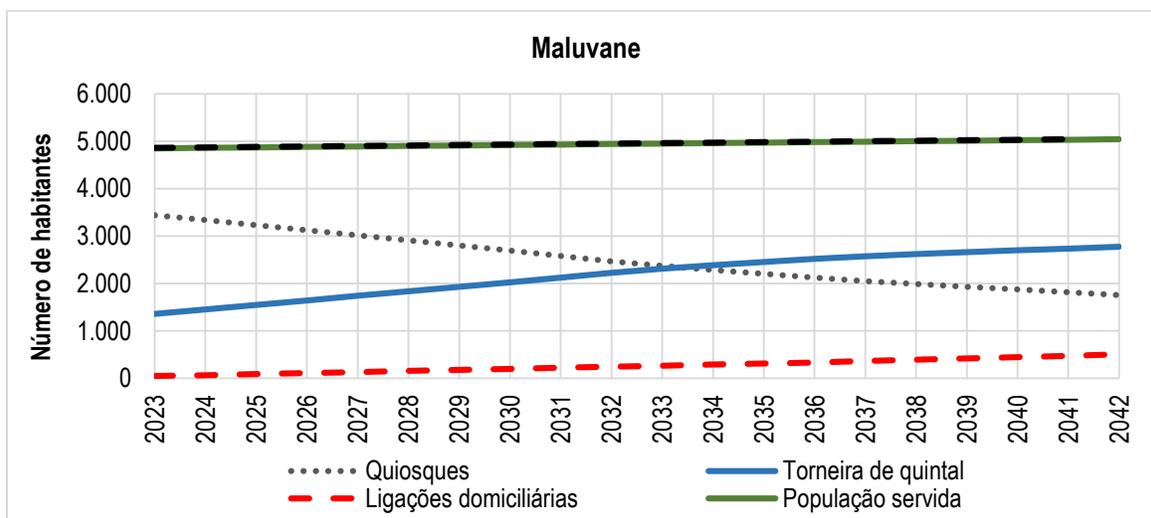


Gráfico 2: Projecção da população a ser servida versus o tipo de serviço

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 (Adm. Regional das Águas) (taxa anual fixa) (Mt)	9600
Pagamento ARA (taxa anual variável/m ³)	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

Os 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, os únicos 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 responsabilidade do Operador. Nesta análise foram considerados os seguintes equipamentos a repor:

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

Não se consideraram valores para amortização do equipamento considerados como sendo suportados pelo Operador.

A abertura de 2 furos no início da exploração (2023) é suficiente para cobrir as necessidades dos primeiros 10 e segundos anos do sistema.

Já em relação 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 8,44 Km. No entanto, com o crescimento da população, para a rede em 2043 deverá ter 10,465 Km, isto é, mais 2,065 Km do que a 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 2.065 Km instalados, 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 1.910 Mt/ml.

Ano	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	Total
Comprimento de novas tubagens (m/ano)	110	150	150	200	200	200	250	250	250	305	2065

Tabela 8: Comprimento das novas tubagens ao longo da segunda metade do projecto.

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:

- ✓ Gestor que fará a gestão técnica e financeira do sistema (técnico médio de gestão ou construção civil): 28.200,00 Mt
- ✓ 1 canalizador: 7247,00 Mt
- ✓ 1 electricista: 7.247,00 Mt
- ✓ 1 administrativo(a): 6.800,00 Mt
- ✓ 1 leitores/assistentes: 5.000,00Mt
- ✓ 1 Guarda: 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 do tarifário por categoria		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 9: 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/m³ mostrados na tabela abaixo:

Cidade	Consumo de energia pelo volume de água captada (kWh/m ³)
Beira	0,31
Nampula	0,48
Maxixe	0,55

Tabela 10: Consumos médios anuais de energia na Beira, Nampula, Maxixe em 2017

O sistema a instalar na vila deverá ter equipamento electromecânico nomeadamente duas bombas submersíveis nos furos durante o 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).

Considera-se que em cada furo a bomba submersível dispõe de um caudal de $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ e $H_t = 115\text{m}$, pode-se estimar uma potência de 5,45 Kwh. Adicionando cerca de 0.55 Kw para a bomba doseadora e misturador, perfaz cerca de 11.45 kwh. Pode-se majorar mais 10% para considerar consumos de iluminação, resultando 12.6 Kw. Como o volume de água total tratada deverá ser na ordem dos $20 \text{ m}^3/\text{h}$ de funcionamento do equipamento, então o valor KWh/m^3 é estimado em 0,63.

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 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 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 11: 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/m³ de cloro para o tratamento de água do sistema.

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

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

Tabela 12: 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/m³ 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.

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 13: 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 APLICAÇÃO 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:

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 (m ³ /ano)	79,091	80,833	84,480	86,443	90,249	92,230	95,374	98,243	101,574	104,911
Consumo (kWh)	49,827	50,925	53,222	54,459	56,857	58,105	60,086	61,893	63,992	66,094
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	238,173	243,422	254,401	260,314	271,776	277,742	287,211	295,849	305,882	315,929
TOTAL anual	301,512	306,761	317,740	323,653	335,115	341,081	350,550	359,188	369,221	379,268
TOTAL (valor médio mensal)	25,126	25,563	26,478	26,971	27,926	28,423	29,213	29,932	30,768	31,606

Tabela 14: Custo de energia nos primeiros 10 anos

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 (m ³ /ano)	107,788	111,100	113,932	118,245	121,393	125,952	127,822	132,549	136,313	139,408
Consumo (kWh)	67,906	69,993	71,777	74,494	76,478	79,350	80,528	83,506	85,877	87,827
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
Bombas e outro equipamento associado	38,487	38,487	38,487	38,487	38,487	38,487	38,487	38,487	38,487	38,487
Produtos químicos	24,852	24,852	24,852	24,852	24,852	24,852	24,852	24,852	24,852	24,852
Edifícios	324,591	334,567	343,094	356,081	365,565	379,293	384,924	399,159	410,492	419,813
TOTAL anual	387,930	397,906	406,433	419,420	428,904	442,632	448,263	462,498	473,831	483,152
TOTAL (valor médio mensal)	32,328	33,159	33,869	34,952	35,742	36,886	37,355	38,542	39,486	40,263

Tabela 15: Custo de energia nos segundos 10 anos

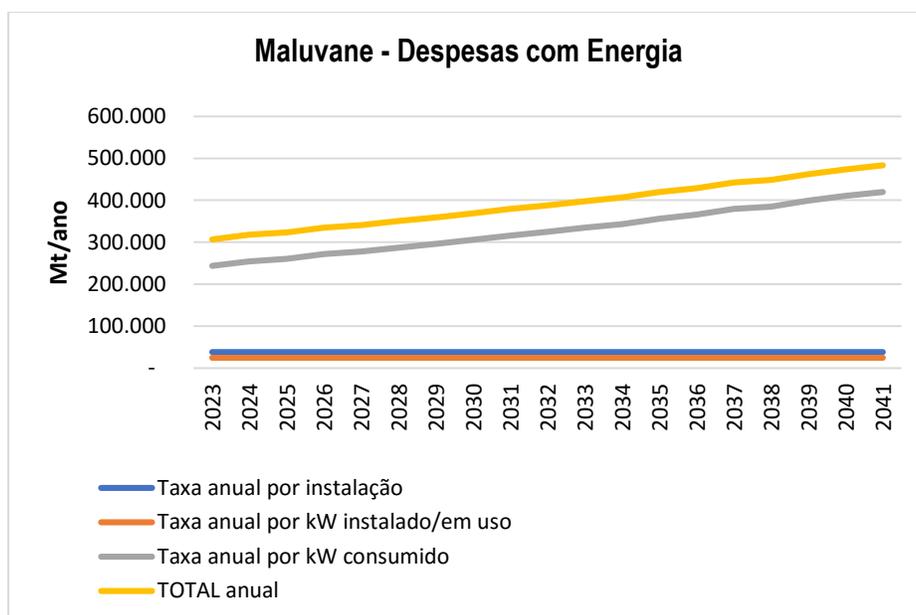


Gráfico 3: Despesas com Energia

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:

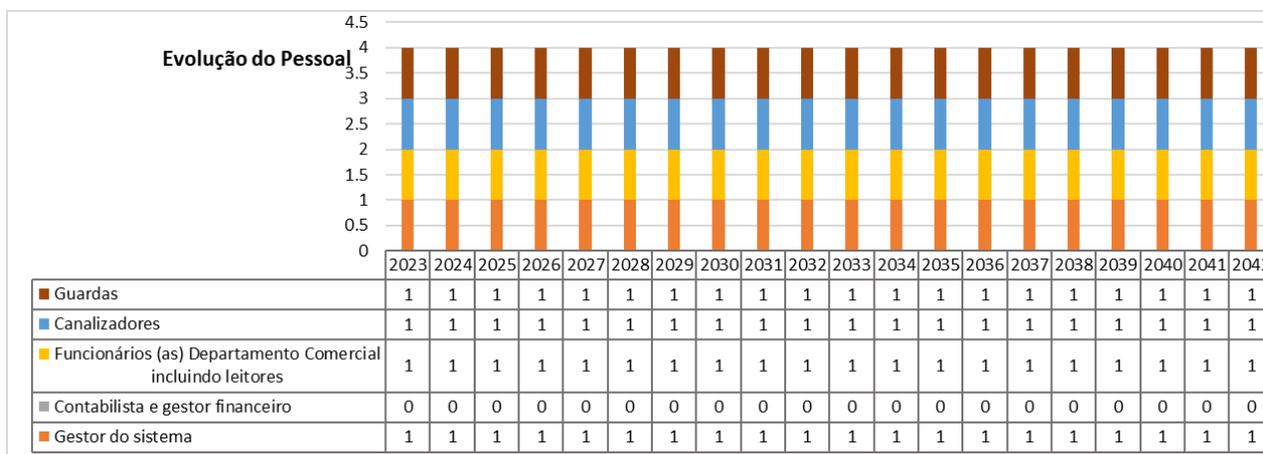


Gráfico 4: Evolução do pessoal do Operador

O valor estimado dos custos do pessoal a pagar anualmente, foi calculado da seguinte maneira:

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
Contabilista e gestor financeiro	15,500	17,825	213,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Funcionários (as) Departamento Comercial incluindo leitores	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
Responsável de exploração da ETA	10,100	11,615	139,380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operadores da ETA	8,600	9,890	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:				698,923	698,924	698,925	698,926	698,927	698,928	698,929	698,930	698,931	698,932	
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	
TOTAL				768,815	768,816	768,818	768,819	768,820	768,821	768,822	768,823	768,824	768,825	

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
Contabilista e gestor financeiro	15,500	17,825	213,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Funcionários (as) Departamento Comercial incluindo leitores	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
Responsável de exploração da ETA	10,100	11,615	139,380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operadores da ETA	8,600	9,890	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
Sub-total:				698,933	698,934	698,935	698,936	698,937	698,938	698,939	698,940	698,941	698,942
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
TOTAL				768,826	768,827	768,829	768,830	768,831	768,832	768,833	768,834	768,835	768,836

Tabela 16: Custos do pessoal

5.4 Peso do valor do tratamento de água

O tratamento de água com cálcio, tem os seguintes custos ao longo do tempo de vida do sistema:

Item	Dosagem (Kg/m ³)	Custo Unitário (Mt)	Custos anuais dos químicos (Mt)									
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Hipoclorito de cálcio	0.0015	250	29,659	30,312	31,680	32,416	33,843	34,586	35,765	36,841	38,090	39,342
TOTAL			29,659	30,312	31,680	32,416	33,843	34,586	35,765	36,841	38,090	39,342

Item	Dosagem (Kg/m ³)	Custo Unitário (Mt)	Custos anuais dos químicos (Mt)									
			2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Hipoclorito de cálcio	0.0015	250	40,421	41,663	42,725	44,342	45,522	47,232	47,933	49,706	51,117	52,278
TOTAL			40,421	41,663	42,725	44,342	45,522	47,232	47,933	49,706	51,117	52,278

Tabela 17: 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:

Custo de Investimento de tubagem	Ano									
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Custo total anual (Mt)	210100	286500	286500	382000	382000	382000	477500	477500	477500	582550
Custo total acumulado (Mt)	210100	1 120 000	1 890 000	2 800 000	3 850 000	5 110 000	6 440 000	7 910 000	9 450 000	11 060 000

Tabela 18: Custo de Investimento em novas tubagens

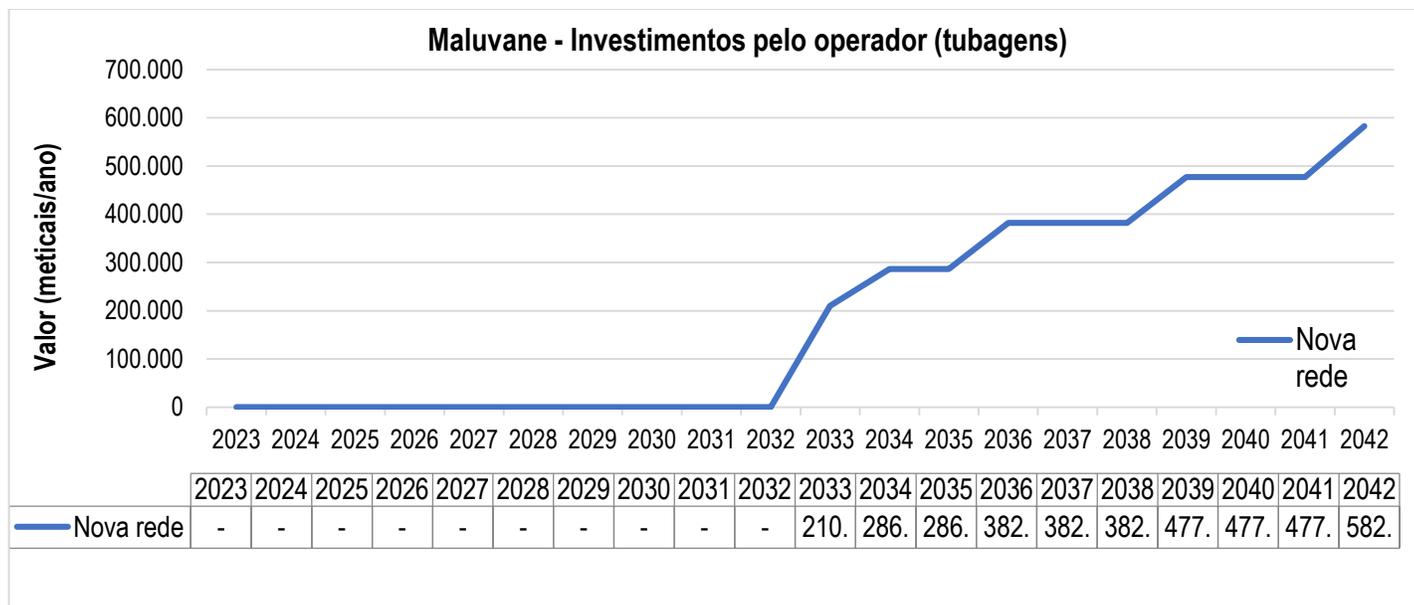


Gráfico 5: Evolução do valor de investimento em tubagens

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.

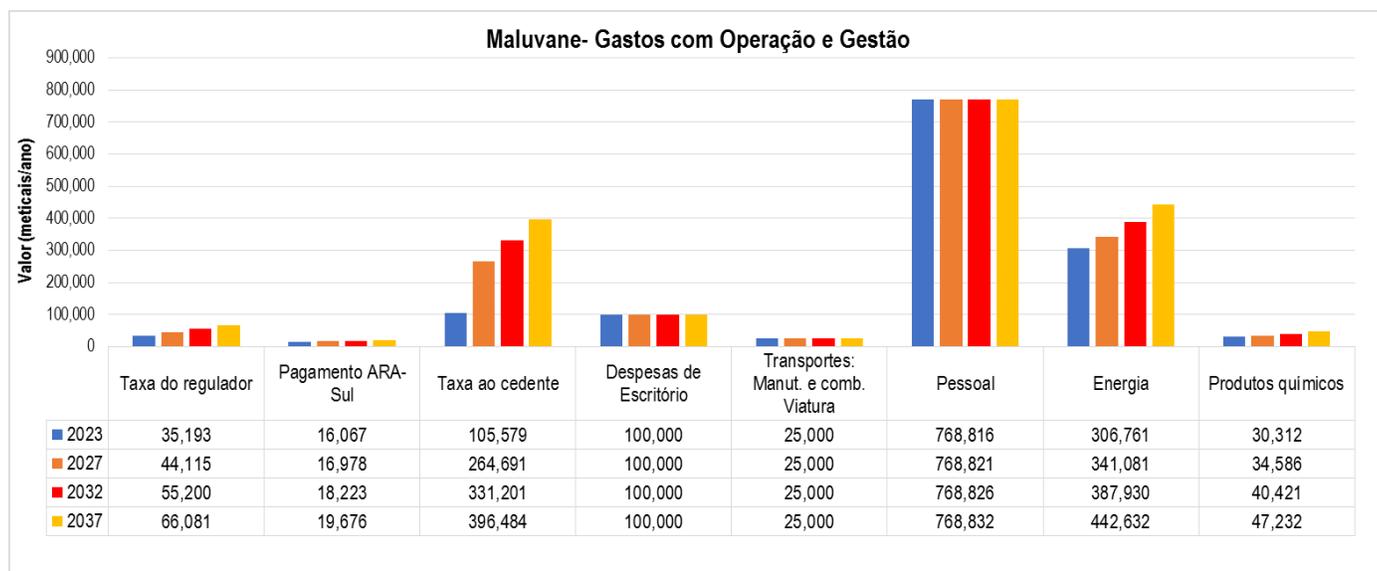


Gráfico 6: Despesas de operação e gestão do operador

A tabela abaixo mostra as despesas do operador em todas as componentes, já incluindo o investimento que terá de fazer a nível da rede, a partir do ano de 2033.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
TOTAL CUSTOS operação+manutenção com reposição (Mt)	1,459,585	1,379,043	1,506,610	1,539,083	1,568,295	1,595,759	1,619,351	1,651,705	1,688,818	3,038,726
TOTAL CUSTOS Investimentos (Mt)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL CUSTOS operação+manutenção+investimentos(Mt)	1,459,585	1,379,043	1,506,610	1,539,083	1,568,295	1,595,759	1,619,351	1,651,705	1,688,818	3,038,726
TOTAL CUSTOS ACUMULADOS operação+manutenção+investimentos(Mt)	1,459,585	2,838,628	4,345,238	5,884,321	7,452,616	9,048,375	10,667,726	12,319,431	14,008,249	17,046,975

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
TOTAL CUSTOS operação+manutenção com reposição(Mt)	3,024,217	1,721,932	1,746,027	1,777,296	1,816,615	1,844,957	1,868,974	1,904,796	1,941,085	1,965,663
TOTAL CUSTOS Investimentos(Mt)	210,100	496,600	783,100	1,165,100	1,547,100	1,929,100	2,406,600	2,884,100	3,361,600	3,944,150
TOTAL CUSTOS operação+manutenção+investimentos(Mt)	3,024,217	1,721,932	1,746,027	1,777,296	1,816,615	1,844,957	1,868,974	1,904,796	1,941,085	1,965,663
TOTAL CUSTOS ACUMULADOS operação+manutenção+investimentos(Mt)	17,046,975	18,768,907	20,514,934	22,292,230	24,108,845	25,953,802	27,822,776	29,727,572	31,668,657	33,634,320

Tabela 19: Custos totais do operador

Pode-se constatar, que as despesas variarão entre 1.459.585 Mt/ano em 2023 até 1.965.663 Mt/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.

5.7 Receitas do Operador.

Para uma primeira análise, foram usados valores a cobrar/m³ 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 mostrou-se economicamente inviável. Essa análise pode ser verificada na tabela abaixo, em que se pode ver que os valores dos lucros são negativos ao longo do horizonte do projecto.

Descrição	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LUCRO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))(Mt)	-359,687	-249,159	-281,715	-274,518	-234,918	-222,970	-193,395	-171,793	-154,271	-1,465,580
LUCRO ACUMULADO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))(Mt)	-359,687	-608,846	-890,561	-1,165,079	-1,399,997	-1,622,967	-1,816,362	-1,988,155	-2,142,426	-3,608,006

Descrição	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
LUCRO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))(Mt)	-290,618	-343,638	-327,742	-393,468	-390,642	-362,373	-464,708	-443,382	-462,025	-559,931
LUCRO ACUMULADO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))(Mt)	-3,898,624	-4,242,262	-4,570,004	-4,963,472	-5,354,114	-5,716,487	-6,181,195	-6,624,577	-7,086,602	-7,646,533

Tabela 20: Lucro do operador considerando as tarifas iniciais

Para uma segunda análise, de modo a tornar o sistema economicamente sustentável, propõe-se o ajuste da tarifa de consumo nas ligações domiciliares, passando de 18 Mt/m³ para 33 Mt/m³. De salientar que esta nova tarifa foi considerada tendo em conta o EVCP realizado na vila e 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.

As tabelas abaixo mostra o valor das receitas em todas as suas componentes:

Descrição	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Receita pela tarifa Fontanário (Mt/m3)	376,460	365,620	353,790	341,970	330,140	318,320	306,490	294,660	282,840	270,030
Receita pela tarifa consumo quint.+domic.+industrial-comerc. (Mt/m3)	1,106,688	1,194,204	1,313,664	1,410,321	1,531,365	1,627,890	1,726,758	1,848,165	1,949,310	2,051,643
Taxa fixa ligação t.quintal/domic. Previsto no contrato Operador (Mt)	150,600	162,600	175,200	187,800	200,400	213,000	225,600	238,200	251,400	264,600
Taxa fixa ligação comercial/ind	28,800	30,600	34,200	34,200	37,800	39,600	39,600	45,000	45,000	46,800
Receitas de feitura de novos contratos c/ vistoria	-	6,620	6,951	6,951	6,951	6,951	6,951	6,951	7,282	7,282
Valor facturado s/ perdas físicas nem perdas comerciais (Mt)	1,662,548	1,759,644	1,883,805	1,981,242	2,106,656	2,205,761	2,305,399	2,432,976	2,535,832	2,640,355
Valor que pode ser facturado	1,662,548	1,759,644	1,883,805	1,981,242	2,106,656	2,205,761	2,305,399	2,432,976	2,535,832	2,640,355
Perdas comerciais	10%	10%	10%	11%	11%	12%	12%	13%	13%	14%
Valor que realmente PODE ser recebido da facturação (Mt)	1,496,293	1,583,680	1,695,425	1,763,305	1,874,924	1,941,070	2,028,751	2,116,689	2,206,174	2,270,705
Receita multas (% fact)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL REAL RECEITAS com todas perdas (Mt)	1,496,293	1,583,680	1,695,425	1,763,305	1,874,924	1,941,070	2,028,751	2,116,689	2,206,174	2,270,705
TOTAL REAL RECEITAS ACUMULADO	1,496,293	3,079,973	4,775,398	6,538,703	8,413,627	10,354,697	12,383,448	14,500,137	16,706,311	18,977,016

Tabela 21: Receitas do Operador nos primeiros 10 anos do projecto.

Descrição	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Receita pela tarifa Fontanário (Mt/m3)	259,190	250,320	241,450	232,580	224,690	217,800	210,900	204,980	199,070	192,170
Receita pela tarifa consumo quint.+domic.+industrial-comerc. (Mt/m3)	2,168,133	2,253,636	2,361,414	2,471,205	2,583,471	2,689,533	2,762,892	2,866,611	2,941,719	3,046,197
Taxa fixa ligação t.quintal/domic. Previsto no contrato Operador (Mt)	276,000	286,200	295,800	305,400	314,400	322,200	329,400	336,600	343,800	351,000
Taxa fixa ligação comercial/ind	50,400	52,200	55,800	61,200	66,600	70,200	72,000	77,400	79,200	82,800
Receitas de feitura de novos contratos c/ vistoria	6,289	5,627	5,296	5,296	4,965	4,303	3,972	3,972	3,972	3,972
Valor facturado s/ perdas físicas nem perdas comerciais (Mt)	2,760,012	2,847,983	2,959,760	3,075,681	3,194,126	3,304,036	3,379,164	3,489,563	3,567,761	3,676,139
Valor que pode ser facturado	2,760,012	2,847,983	2,959,760	3,075,681	3,194,126	3,304,036	3,379,164	3,489,563	3,567,761	3,676,139
Perdas comerciais	15%	15%	16%	16%	17%	17%	18%	18%	19%	20%
Valor que realmente PODE ser recebido da facturação (Mt)	2,346,010	2,420,786	2,486,198	2,583,572	2,651,125	2,742,350	2,770,914	2,861,442	2,889,886	2,940,911
Receita multas (% fact)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL REAL RECEITAS com todas perdas (Mt)	2,346,010	2,420,786	2,486,198	2,583,572	2,651,125	2,742,350	2,770,914	2,861,442	2,889,886	2,940,911
TOTAL REAL RECEITAS ACUMULADO	21,323,026	23,743,812	26,230,010	28,813,582	31,464,707	34,207,057	36,977,971	39,839,413	42,729,299	45,670,210

Tabela 22: Receitas do Operador nos segundos 10 anos do projecto.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Fazendo a comparação dos custos com as receitas, pode-se constatar que durante os 20 anos do sistema, mantendo as condições actuais, o sistema é sustentável, pois as receitas superam as despesas, mesmo com o investimento ao nível das tubagens após os primeiros 10 anos de serviço do sistema.

Na tabela 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.

E com o investimento das tubagens a realizar a partir de 2033, o lucro do Operador para os segundos 10 anos passa a apresentar um crescimento menor em relação aos 10 primeiros, com o lucro decrescendo a partir de 2039, isto é devido ao incremento da tubagem que é maior para os últimos anos, acabando por resultar num maior investimento. 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 despender, aumentarão também.

Descrição	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
LUCRO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))(Mt)	22,623	195,952	172,096	206,273	287,139	324,593	387,423	441,461	492,546	-819,133
LUCRO ACUMULADO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))(Mt)	22,623	218,575	390,671	596,944	884,083	1,208,676	1,596,099	2,037,560	2,530,106	1,710,973

Descrição	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
LUCRO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))(Mt)	-940,901	383,671	423,617	392,824	419,629	481,163	389,276	442,661	433,862	353,927
LUCRO ACUMULADO com inclusão dos investimentos (RECEITAS - (O+M+G+Invest))(Mt)	770,072	1,153,743	1,577,360	1,970,184	2,389,813	2,870,976	3,260,252	3,702,913	4,136,775	4,490,702

Tabela 23: Lucro do operador com a tarifa ajustada

Ao fazer a análise do custo real da água, por m³, conclui-se que este aumenta ao longo dos 20 anos. No ano “0”, o custo real da água/m³ é de 23,00Mt e vai oscilando ao longo dos anos até que no ano 2043 atinge o valor máximo de 29,00 Mt/m³ de água potável

distribuído pelos diferentes serviços. Isto considerando as perdas comerciais. Tal se pode verificar pelo gráfico abaixo.

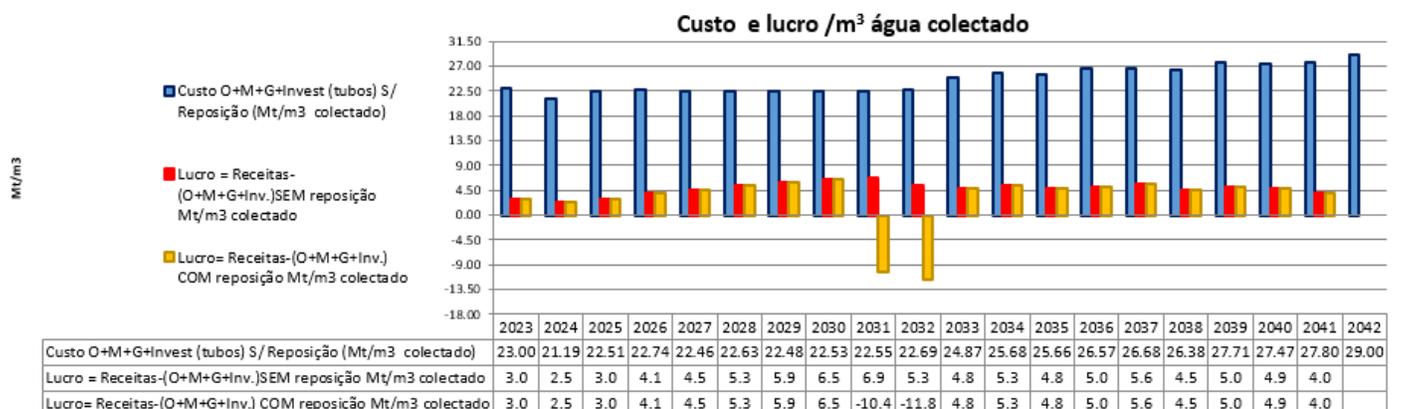


Gráfico 7: Custo real da água vs receita colectada

Conclui-se que com o ajuste das tarifas propostas, pode-se então concluir que o sistema passa a ser financeiramente sustentável, mesmo sendo Operador a cobrir o custo de investimento das tubagens e com o custo da reposição dos equipamentos.

7 CONCLUSÃO

Para o sistema de abastecimento proposto, é possível concluir que aplicando os tarifários iniciais estabelecidos de sistemas similares na região, o sistema acaba por se tornar não rentável, sendo necessário aumentar o valor da tarifa de consumo nas ligações domiciliares de 18Mt/m³ para 33Mt/m³.

Como foi possível notar através deste estudo, pode-se chegar a uma solução ótima, não só do ponto de vista técnico, mas também do ponto de vista económico. Podendo garantir que a população possa aderir aos serviços do sistema.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

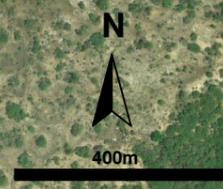
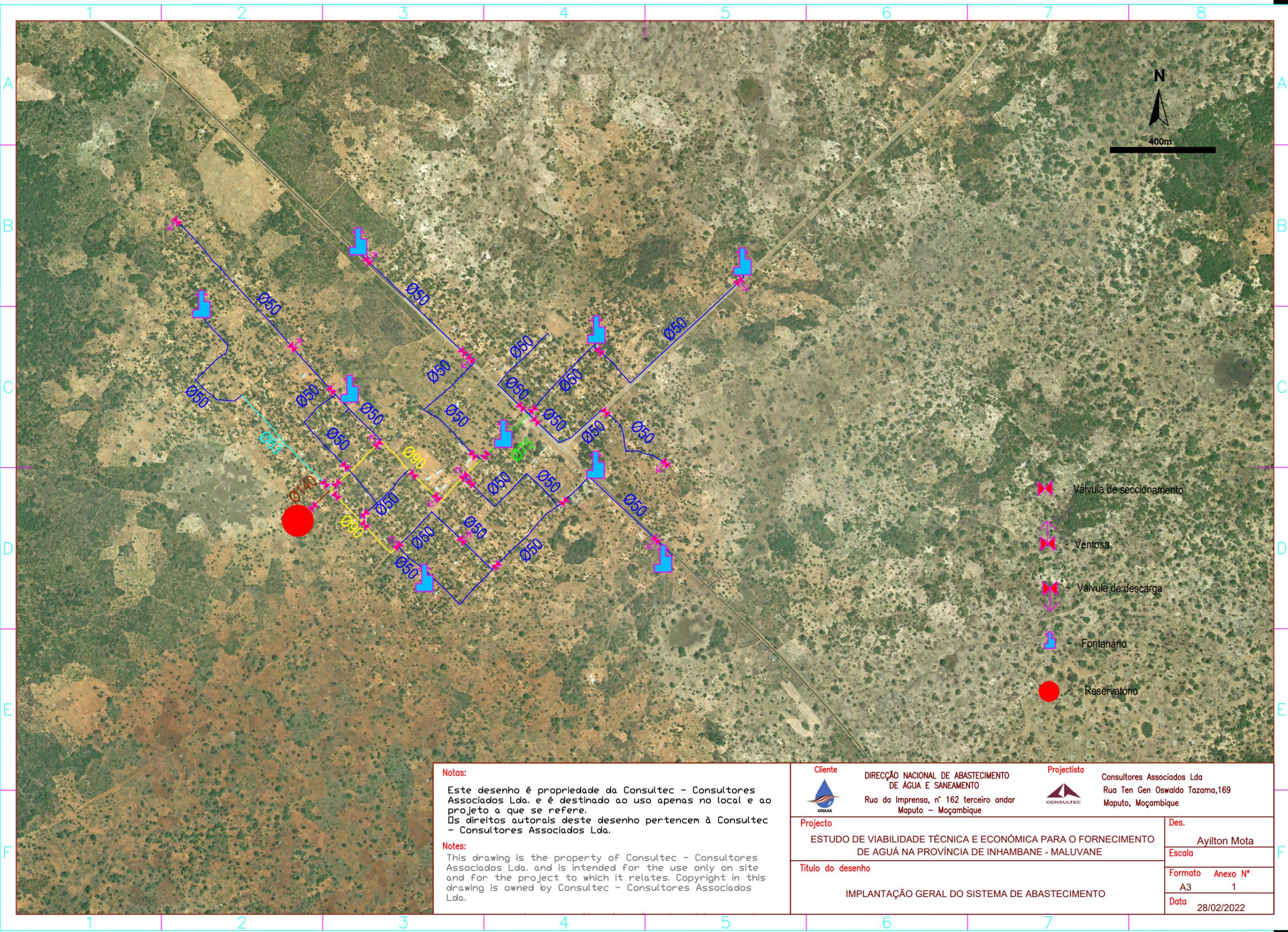
Baker Jr., M. (2006). *Urban Water Systems – Large Piped Systems and Provincial Capitals: Revised Technical/Operational Review and Interim Report 2*.

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*.

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.



-  - Válvula de seccionamento
-  - Ventosa
-  - Válvula de descarga
-  - Fontanário
-  - Reservatório

Notas:
 Este desenho é propriedade da Consultec - Consultores Associados Lda. e é destinado ao uso apenas no local e ao projeto a que se refere.
 Os direitos autorais deste desenho pertencem à Consultec - Consultores Associados Lda.

Notes:
 This drawing is the property of Consultec - Consultores Associados Lda. and is intended for the use only on site and for the project to which it relates. Copyright in this drawing is owned by Consultec - Consultores Associados Lda.

Ciente  DIRECÇÃO NACIONAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO Rua da Imprensa, n.º 162 terceiro andar Maputo - Moçambique	Projectista  Consultores Associados Lda Rua Ten Gen Oswaldo Tazama,169 Maputo, Moçambique
Titulo do desenho IMPLANTAÇÃO GERAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	Formato Anexo N.º A3 1
Data 28/02/2022	

Anexo XV-1 – Mapa de quantidades

Capítulo 1					
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	1,230,630.84	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 ² de área, outro compartimento destinado a instalações sanitárias (sanita e lavatório) e ainda outro para sala de reuniões com o mínimo de 25 m ² - 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: este equipamento fica na posse do futuro gestor do sistema, com excepção da linha de internet)</u>	mês	12	75,000.00	900,000.00
1.4	Custo de manutenção da viatura, incluindo revisões de acordo com o fornecedor, durante o período da obra	v.g.	1		-
1.5	Custo fixo para combustível destinado à viatura da fiscalização, no máximo até 300 litros por mês, <u>(Nota: Pagamentos a fazer mediante apresentação das facturas)</u>	Mês	12	22,500.00	270,000.00

Anexo XV-2 – Mapa de quantidades

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 Óptico: DVD±RWSuper 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 8,0 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 ² , incluindo fixação em parede ou em pedestal de alvenaria, devidamente pintado	und	2	135,000.00	270,000.00
Sub-total 1 :					3,348,630.84

Anexo XV-3 – Mapa de quantidades

Capítulo 2					
Item	Descrição	UND	QTD	PREÇO/UND (Mt)	TOTAL (Mt)
2	Trabalhos de construção de furo de captação de água				
2.1	Abertura de novos furos de água				
2.1.1	Limpeza e desenvolvimento do furo com cerca de 80m de profundidade, durante 12 horas efetivas, 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	2.00	450,000.00	900,000.00
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	2.00	470,000.00	940,000.00
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	4.00	15,000.00	60,000.00
2.1.4	Desinfecção do furo	und	2.00	12,000.00	24,000.00
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	160.00	5,775.00	924,000.00
2.1.6	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de ø 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 3"x 110mm	ml	24.00	8,250.00	198,000.00

Anexo XV-4 – Mapa de quantidades

2.1.7	Fornecimento e assentamento de electrobomba submersível com ponto de funcionamento Q= 10 m ³ /h e H= 115 m , 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	2.00	1,050,000.00	2,100,000.00
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	2.00	62,500.00	125,000.00
2.1.9	Fornecimento e assentamento de manómetro de pressão 10 bars, ligado na conduta a saída do furo no tubo de 3" incluindo todos acessórios de ligação e suporte de acordo com o Caderno de Encargos	und	2.00	74,250.00	148,500.00
2.1.10	Fornecimento e assentamento de válvula de corte à saída do furo, para aplicar em tubo galvanizado de 3" de acordo com o especificado no Caderno de Encargos, Volume II	und	2.00	88,250.00	176,500.00
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	2.00	88,250.00	176,500.00
2.1.12	Vedação para o furo numa extensão de 4mx4m em rede tubarão galvanizada e postes metálicos de forma quadrangular, de 50x50 mm ² 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	32.00	3,742.00	119,744.00
				Sub-total 2 :	5,892,244.00

Anexo XV-5 – Mapa de quantidades

Capítulo 3					
Item	Descrição	UND	QTD	PREÇO/UND (Mt)	Valor Total (Mt)
3	Fornecimento e assentamento de novas condutas adutoras entre os furos e o reservatório				
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 ³	480.00	225.00	108,000.00
3.2	Aterros com solos retirados da escavação devidamente compactados	m ³	343.20	112.00	38,438.40
3.3	Espalhamento das terras sobrantes da escavação, nas proximidades da vala, devidamente compactadas e remoção para vazadouro aquelas que sobrarem	m ³	136.80	112.00	15,321.60
3.4	Fornecimento e colocação de areia grossa do rio para envolver o tubo uPVC, 10cm tanto por baixo como por cima.	m ³	133.40	875.00	116,725.00

Anexo XV-6 – Mapa de quantidades

3.5	Fornecimento e assentamento de tubo uPVC 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 correto funcionamento do sistema, assente de acordo com as peças desenhadas e especificações do Caderno de Encargos, com os seguintes diâmetros;				
3.5.1	Ø90mm	ml	400.00	577.50	231,000.00
3.5.2	Ø75mm	ml	200.00	330.00	66,000.00
3.6	Fornecimento e assentamento de válvula de descarga de 75 mm tal como especificado no Caderno de Encargos, incluindo um tê 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	2.00	42,000.00	84,000.00
3.9.2	75mm	und	2.00	37,000.00	74,000.00

Anexo XV-7 – Mapa de quantidades

3.10	Fornecimento e assentamento de válvula de corte flangeada junto do colector do Centro Distribuidor, de 4", incluindo todos os acessórios de fixação e ligação, de acordo com o especificado no Caderno de Encargos	und	4.00	82,000.00	328,000.00
3.11	Fornecimento e assentamento de tubo galvanizado, de $\phi=6"$ no interior do recinto do Centro Distribuidor, até à parte superior do reservatório apoiado, incluindo todos os acessórios de ligação, aterros e escavação onde necessário ou suportes metálicos quando à vista	ml	30.00	9,600.00	288,000.00
3.12	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
Sub-total 3 :					2,055,485.00

Capítulo 4					
Item	Descrição	UND	QTD	PREÇO/UN D (Mt)	Valor Total (Mt)
4.1	Construção de Infra-estruturas no Centro Distribuidor				-
4.1.1	Limpeza e nivelamento da área onde será construído o novo reservatório, mais 5 m para cada lado, incluindo remoção de solos não utilizados e vegetação retirada de todo material para vazadouro	m ²	600.00	125.00	75,000.00
4.1.2	Construção de um depósito elevado, de aço galvanizado, pré-fabricado de acordo com os catálogos, com dimensões 4,88 x 3,66 m ² , com capacidade 80 m ³ , 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 ³	4.61	300.00	1,383.00

Anexo XV-8 – Mapa de quantidades

4.1.2.2	Compactação e preparação da fundação para receber o betão de limpeza	m ²	5.76	225.00	1,296.00
4.1.2.3	Aterro com solos sobrantes, devidamente compactado e espalhamento dos solos sobrantes	m ³	2.59	250.00	647.50
4.1.2.4	Fornecimento e colocação de betão de limpeza de classe B15 no fundo das fundações.	m ³	0.29	13,000.00	3,770.00
4.1.2.5	Fornecimento e colocação de betão estrutural de classe B35 em elementos estruturais, incluindo cofragens e aço	m ³	1.73	19,980.00	34,525.44
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 ² , 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 4", flangeado, incluindo todos os acessórios de ligação tais como curvas, tês e uniões para assentar a jusante e montante do grupo de bombagem	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" 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 6" com as especificações que constam no Caderno de encargos	und	1.00	82,000.00	82,000.00
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

Anexo XV-9 – Mapa de quantidades

4.1.10	Fornecimento e assentamento de casota, para instalação do doseador de cloro no reservatório, de acordo com o Caderno de Encargos	und	1.00	120,000.00	120,000.00
4.1.11	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
Sub-total 4 :					8,846,621.94

Capítulo 5					
Item	Descrição	UND	QTD	PREÇO/UND (Mt)	Valor Total (Mt)
5	Fornecimento e assentamento de condutas para a rede de distribuição, com diferentes diâmetros				
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 ³	6,712.00	225.00	1,510,200.00
5.1.2	Aterros com solos retirados da escavação devidamente compactados	m ³	4,975.00	112.00	557,200.00
5.1.3	Fornecimento e colocação de areia grossa do rio para envolver o tubo uPVC, 10cm tanto por baixo como por cima.	m ³	1,713.00	875.00	1,498,875.00
5.1.4	Espalhamento das terras sobranes da escavação, nas proximidades da vala, devidamente compactadas e remoção para vazadouro aquelas que sobrem	m ³	1,734.00	112.00	194,208.00
5.1.5	Reposição do revestimentos em passeios, no local escavado para assentamento de conduta bem como transporte de entulho e terras sobranes para vazadouro (valor estimado).	ml	4.00	1,000.00	4,000.00
5.1.6	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	50,000.00	700,000.00

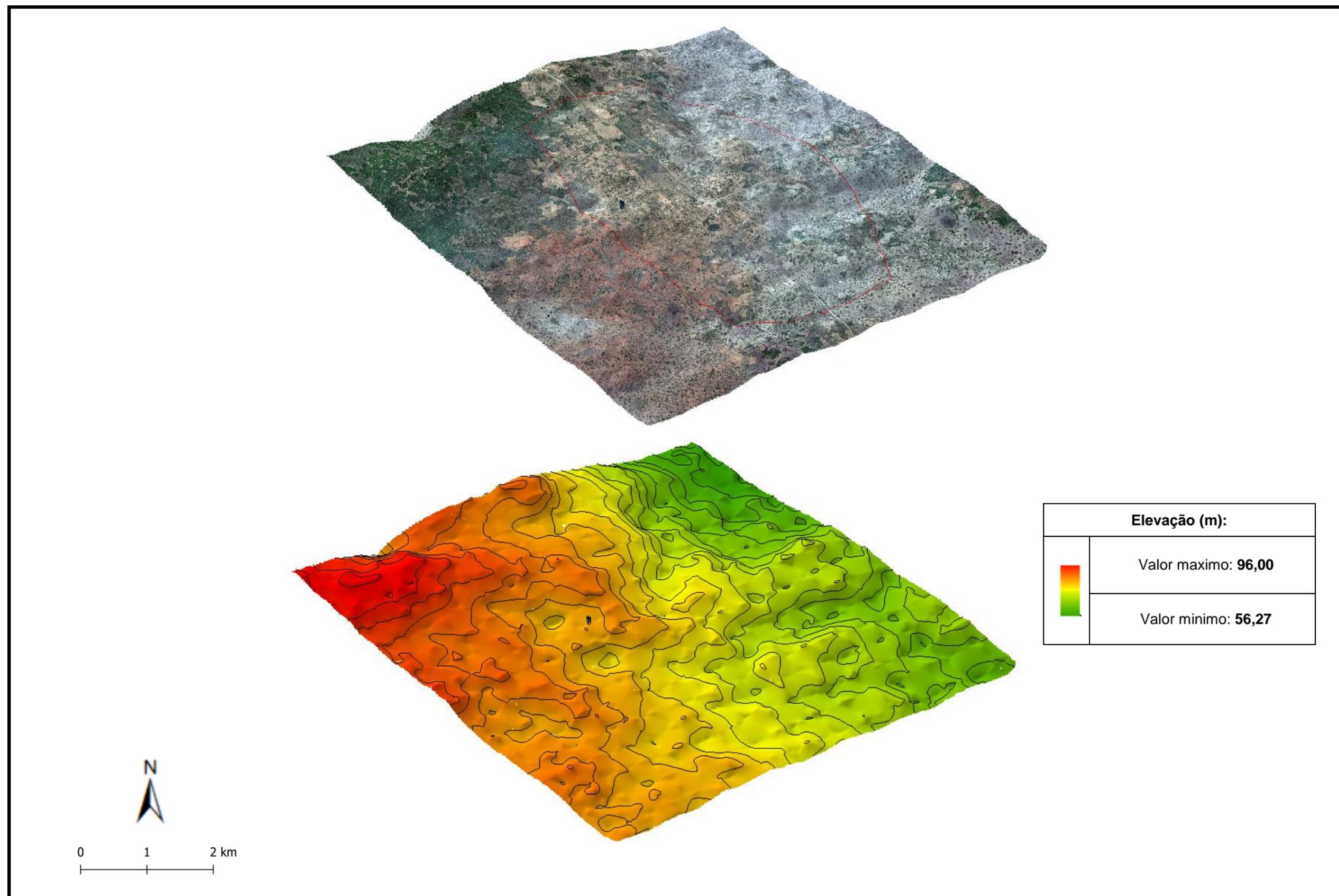
Anexo XV-10 – Mapa de quantidades

5.2	Fornecimento e assentamento de tubo uPVC 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;				
5.2.1	Ø 140mm	ml	70.00	750.00	52,500.00
5.2.2	Ø 125mm	ml	0.00	650.00	0.00
5.2.3	Ø110mm	ml	105.00	550.00	57,750.00
5.2.4	Ø90mm	ml	1,075.00	450.00	483,750.00
5.2.5	Ø75 mm	ml	250.00	250.00	62,500.00
5.2.6	Ø63mm	ml	940.00	225.00	211,500.00
5.2.7	Ø50mm	ml	5,950.00	200.00	1,190,000.00
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	140 mm	un	1.00	75000	75,000.00
5.3.2	125 mm	un		60000	0.00
5.3.3	110mm	un	2.00	40000	80,000.00
5.3.4	90 mm	un	6.00	35000	210,000.00
5.3.5	75mm	un	2.00	30000	60,000.00
5.3.6	63mm	und	6.00	30000	180,000.00
5.3.7	50mm	un	9.00	25000	225,000.00
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	16.00	35000	560,000.00
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	15.00	37500	562,500.00

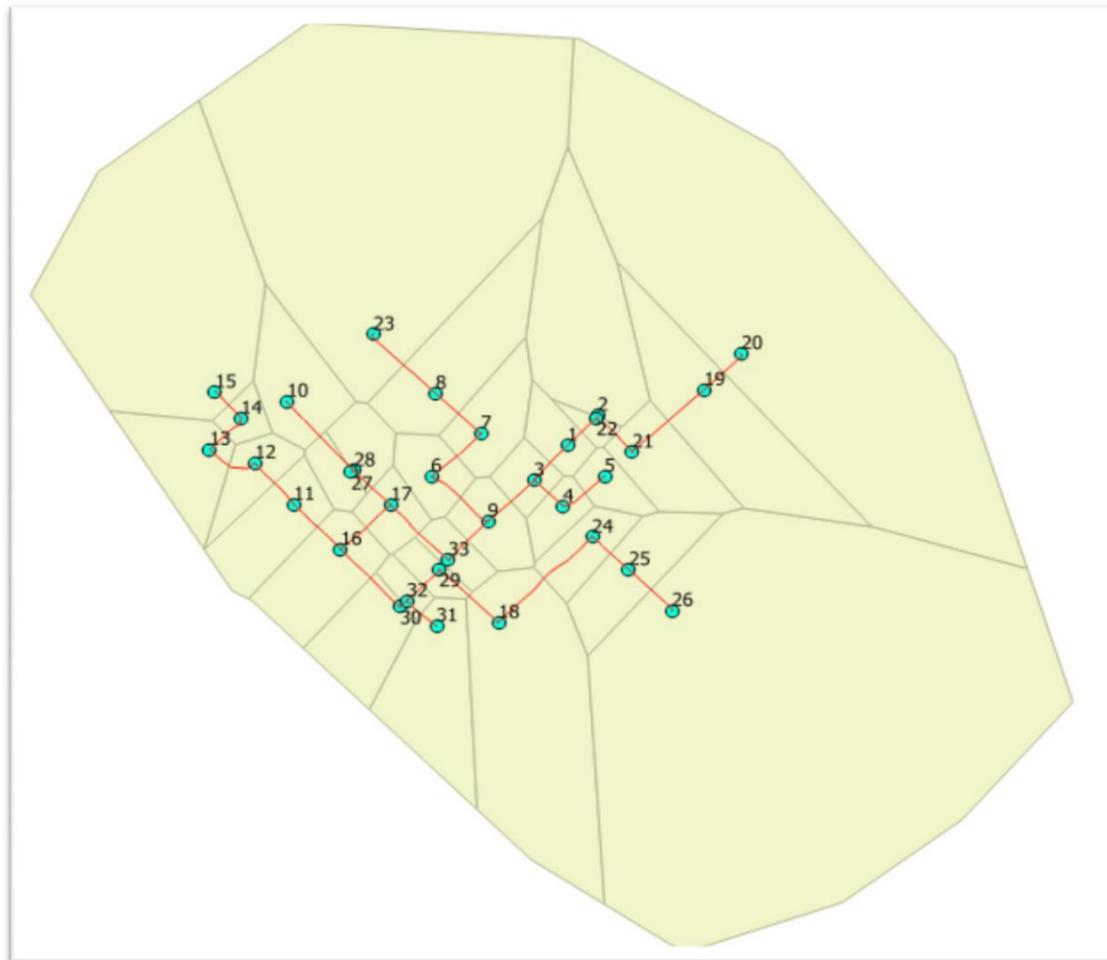
5.6	Fornecimento e assentamento de balizas em tubo galvanizado para ligações de água aos consumidores, incluindo contadores de água 3/4" especificados no caderno de encargos, bem como válvula de corte e torneira de jardim de igual diâmetro, incluindo assentamento de tubo tubo PEAD de classe 9 para cada ligação domiciliar até o máximo de 50m, escavação e aterros incluídos.	und	550.00	11250	6,187,500.00
5.7	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	31.00	20000	620,000.00
5.8	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	9.00	95,745.00	861,705.00
Sub-total 5 :					16,144,188.00

TABELA DE RESUMO	
DESCRIÇÃO	Valor (MT)
CAPÍTULO 1 - TRABALHOS GERAIS	3,348,630.84
CAPÍTULO 2 - CAPTAÇÃO	5,892,244.00
CAPÍTULO 3 - CONDUTAS ADUTORAS	2,055,485.00
CAPÍTULO 4 - INFRAESTRUTURAS A CONSTRUIR NO CD	8,846,621.94
CAPÍTULO 5 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO	16,144,188.00
CAPÍTULO 6 - INSTALAÇÃO ELÉCTRICA	-
Total :	36,287,169.78

Anexo II – Superfície topográfica da Vila de Maluvane



Anexo III – Cálculo das demandas na rede de distribuição (2033)



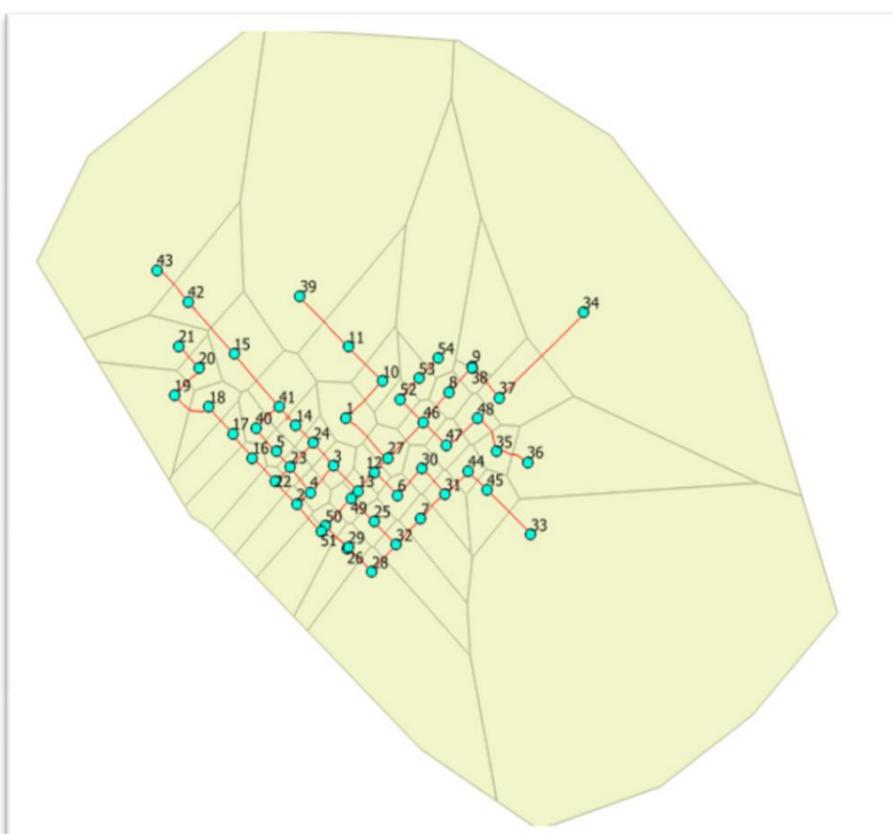
Método de contagem de casas											
Ponto	Casas	Ligações								Demanda (l/s)	Demanda ajustada (l/s)
		2013	2033	Domiciliar (LD)		Porta-quintal (P/Q)		Fontanário (Font.)			
		Habitantes	Habitantes	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários		
1	26	146	153	3	4,59	50	76,5	47	71,91	0,292	0,276
2	20	113	118	0	0	0	0	100	118	0,158	0,149
3	10	57	60	3	1,80	50	30	47	28,20	0,115	0,107
4	16	90	94	20	18,8	80	75,2	0	0	0,272	0,257
5	12	68	71	7	4,97	58	41,18	35	24,85	0,153	0,146
6	16	90	94	7	6,58	58	54,52	35	32,90	0,202	0,191
7	24	135	141	7	9,87	58	81,78	35	49,35	0,303	0,288
8	21	118	123	20	24,6	80	98,40	0	0	0,356	0,339
9	29	163	170	0	0	0	0	100	170	0,227	0,217
10	34	191	199	3	5,97	50	99,5	47	93,53	0,379	0,362
11	26	146	153	7	10,71	58	88,74	35	53,55	0,329	0,311
12	22	124	130	7	9,10	58	75,40	35	45,50	0,279	0,266
13	20	113	118	7	8,26	58	68,44	35	41,30	0,254	0,239
14	12	68	71	3	2,13	50	35,50	47	33,37	0,136	0,129
15	49	275	287	0	0	0	0	100	287	0,383	0,365
16	24	135	141	20	28,20	80	112,80	0	0	0,408	0,388
17	25	141	147	7	10,29	58	85,26	35	51,45	0,316	0,301
18	66	371	387	20	77,40	80	309,60	0	0	1,118	1,062
19	7	40	42	20	8,40	80	33,6	0	0	0,122	0,117
20	20	113	118	0	0	0	0	100	118	0,158	0,149
21	29	163	170	7	11,90	58	98,60	35	59,50	0,365	0,349
22	8	45	47	3	1,41	50	23,50	47	22,09	0,09	0,087
23	25	141	147	0	0	0	0	100	147	0,196	0,187
24	36	202	211	0	0	0	0	100	211	0,282	0,430
25	36	202	211	3	6,33	50	105,5	47	99,17	0,402	0,382
26	20	113	118	0	0	0	0	100	118	0,158	0,149
27	19	107	112	0	0	0	0	100	112	0,150	0,142
28	9	51	54	3	1,62	50	27	47	25,38	0,103	0,097
29	21	118	123	7	8,61	58	71,34	35	43,05	0,264	0,252
30	54	303	316	3	9,48	50	158	47	148,52	0,602	0,574
31	34	191	199	0	0	0	0	100	199	0,266	0,254
32	12	68	71	3	2,13	50	35,5	47	33,37	0,136	0,129
33	19	107	112	7	7,84	58	64,96	35	39,20	0,241	0,229
Total	801	4508	4708	-	280,99	-	1950,82	-	2476,19	9,215	8,920

Percentagem das ligações	Calculadas (%)	Assumidas (%)	Varição (%)
Font	52,595	50	2,595
P/Q	41,436	45	3,564
LD	5,968	5	0,968
Total	100	100	-

Legenda:	
Longe do Font.	
Perto do Font. (Não mais que um raio de 500 m)	
Muito próximo do Font.	
Font.	

(Obs: A variação das cores nas linhas da tabela é devido ao facto de haver uma variação das percentagens dos tipos de ligação em cada ponto).

Anexo III-1 – Cálculo das demandas na rede de distribuição (2043)



Método de contagem de casas											
Ponto	Casas	Ligações								Demanda (l/s)	Demanda ajustada (l/s)
		2013	2043	Domiciliar (LD)		Porta-quintal (P/Q)		Fontanário (Font.)			
		Habitantes		(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários	(%)	Beneficiários		
1	14	79	84	20	16,8	80	67,2	0	0	0,266	0,251
2	14	79	84	20	16,8	80	67,2	0	0	0,266	0,251
3	6	34	37	5	1,85	70	25,9	25	9,25	0,088	0,082
4	12	68	73	20	14,6	80	58,4	0	0	0,231	0,218
5	6	34	37	12	4,44	70	25,9	18	6,66	0,100	0,094
6	18	101	108	0	0	0	0	100	108	0,158	0,150
7	25	141	150	12	18	70	105	18	27	0,404	0,386
8	13	73	78	5	3,9	70	54,6	25	19,5	0,185	0,178
9	17	96	103	0	0	0	0	100	103	0,151	0,142
10	11	62	66	20	13,2	80	52,8	0	0	0,209	0,202
11	21	118	126	20	25,2	80	100,8	0	0	0,399	0,379
12	17	96	103	12	12,36	70	72,1	18	18,54	0,278	0,262
13	6	34	37	12	4,44	70	25,9	18	6,66	0,100	0,094
14	7	40	43	5	2,15	70	30,1	25	10,75	0,102	0,098
15	19	107	114	5	5,7	70	79,8	25	28,5	0,271	0,259
16	11	62	66	12	7,92	70	46,2	18	11,88	0,178	0,173
17	16	90	96	12	11,52	70	67,2	18	17,28	0,259	0,246
18	17	96	103	20	20,6	80	82,4	0	0	0,326	0,308
19	21	118	126	12	15,12	70	88,2	18	22,68	0,340	0,322
20	12	68	73	12	8,76	70	51,1	18	13,14	0,197	0,186
21	21	118	126	0	0	0	0	100	126	0,184	0,175
22	11	62	66	12	7,92	70	46,2	18	11,88	0,178	0,173
23	6	34	37	5	1,85	70	25,9	25	9,25	0,088	0,082
24	17	96	103	0	0	0	0	100	103	0,151	0,215
25	14	79	84	12	10,08	70	58,8	18	15,12	0,227	0,214
26	9	51	55	5	2,75	70	38,5	25	13,75	0,131	0,124
27	31	174	185	0	0	0	0	100	185	0,270	0,258
28	20	113	121	12	14,52	70	84,7	18	21,78	0,326	0,307
29	12	68	73	12	8,76	70	51,1	18	13,14	0,197	0,186
30	12	68	73	12	8,76	70	51,1	18	13,14	0,197	0,186
31	17	96	103	12	12,36	70	72,1	18	18,54	0,278	0,262
32	21	118	126	12	15,12	70	88,2	18	22,68	0,340	0,322
33	20	113	121	0	0	0	0	100	121	0,177	0,166
34	25	141	150	0	0	0	0	100	150	0,219	0,209
35	9	51	55	5	2,75	70	38,5	25	13,75	0,131	0,124
36	27	152	162	20	32,4	80	129,6	0	0	0,512	0,486

Anexo III-2 – Cálculo das demandas na rede de distribuição (2043)

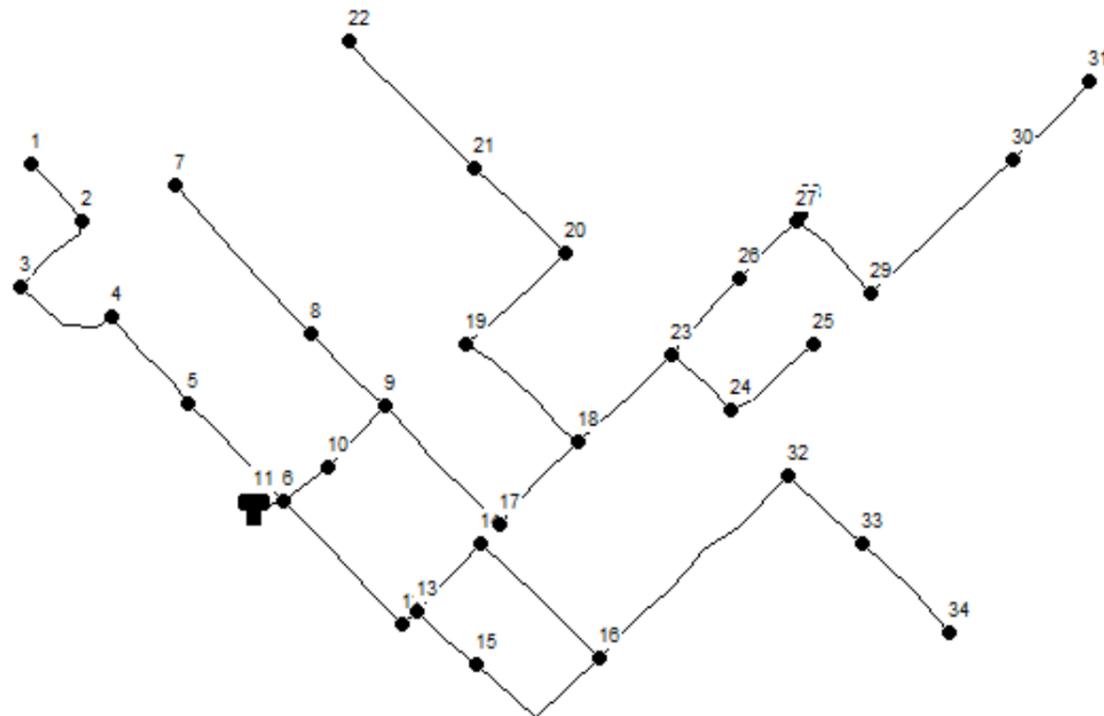
37	22	124	132	5	6,6	70	92,4	25	33	0,313	0,298
38	8	45	48	20	9,6	80	38,4	0	0	0,152	0,147
39	23	130	139	0	0	0	0	100	139	0,203	0,192
40	16	90	96	12	11,52	70	67,2	18	17,28	0,259	0,246
41	17	96	103	5	5,15	70	72,1	25	25,75	0,245	0,231
42	24	135	144	5	7,2	70	100,8	25	36	0,342	0,323
43	5	29	31	20	6,2	80	24,8	0	0	0,098	0,094
44	14	79	84	0	0	0	0	100	84	0,227	0,214
45	11	62	66	5	3,3	70	46,2	25	16,5	0,157	0,151
46	10	57	61	12	7,32	70	42,7	18	10,98	0,165	0,154
47	12	68	73	12	8,76	70	51,1	18	13,14	0,197	0,186
48	10	57	61	20	12,2	80	48,8	0	0	0,193	0,180
49	13	73	78	12	9,36	70	54,6	18	14,04	0,211	0,201
50	7	40	43	12	5,16	70	30,1	18	7,74	0,116	0,112
51	8	45	48	20	9,6	80	38,4	0	0	0,152	0,147
52	2	12	13	12	1,56	70	9,1	18	2,34	0,036	0,032
53	16	90	96	12	11,52	70	67,2	18	17,28	0,259	0,246
54	14	79	84	5	4,2	70	58,8	25	21	0,200	0,188
Total	787	4441	4747	-	449,96	-	2687	-	1610,04	11,639	11,11

Legenda:	
Longe do Font.	
Perto do Font. (Não mais que um raio de 500 m)	
Muito próximo do Font.	
Font.	

Percentagem das ligações	Calculadas (%)	Assumidas (%)	Varição (%)
Font	33,917	35	1,083
P/Q	56,604	55	1,604
LD	9,479	10	0,521
Total	100	100	-

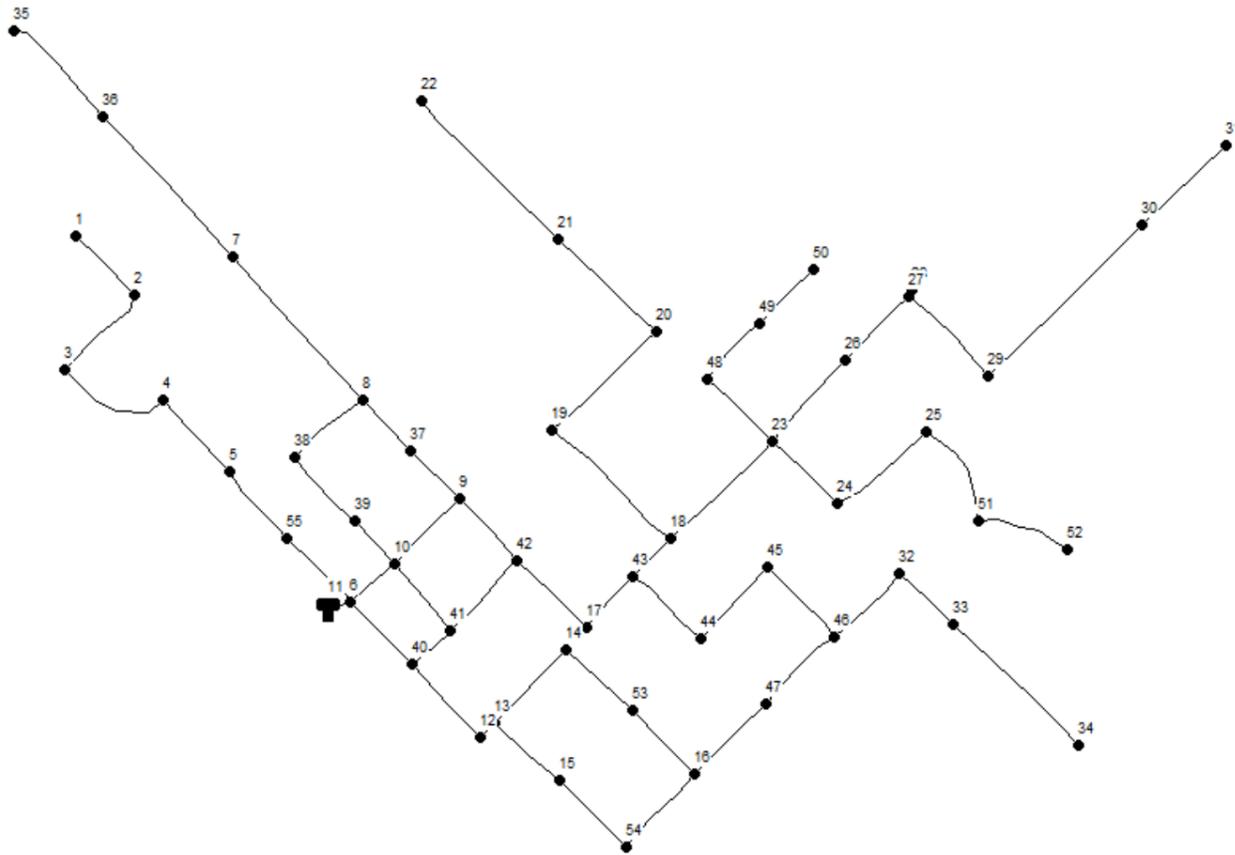
(Obs: A variação das cores nas linhas da tabela é devido ao facto de haver uma variação das percentagens dos tipos de ligação em cada ponto).

Anexo IV-1 – Análise de Pressões na rede (2033)



Nós	Cota (m)	Pressões		Flutuação máxima possível (m.c.a)
		Mínima (m.c.a)	Máxima (m.c.a)	
1	83,84	10,15	15,46	5,31
2	84,2	10,27	15,32	5,05
3	83,56	11,04	15,76	4,72
4	83,81	11,2	15,54	4,34
5	81,8	14,19	18,23	4,04
6	81,24	14,74	18,14	3,4
7	85,29	7,89	13,99	6,1
8	84,5	10,41	15,78	5,37
9	83,9	10,81	15,43	4,62
10	81,25	13,72	17,37	3,65
11 (RNV)	95	1	4,38	3,38
12	81,52	13,81	17,83	4,02
13	82,25	13,09	17,17	4,08
14	81,13	13,11	18,19	5,08
15	79,37	15,69	19,98	4,29
16	78,89	14,02	20,37	6,35
17	81,27	12,54	18,29	5,75
18	81	11,83	18,26	6,43
19	81,41	10,71	17,66	6,95
20	78,47	12,85	20,74	7,89
21	80,07	10,36	19,1	8,74
22	80,98	8,18	18,14	9,96
23	75,3	16,71	23,93	7,22
24	78,33	13,09	20,88	7,79
25	77,05	14,05	22,15	8,1
26	78,47	11,81	20,7	8,89
27	78,51	10,35	20,6	10,25
28	78,64	10,21	20,47	10,26
29	76,56	11,3	22,52	11,22
30	74,5	11,97	24,48	12,51
31	71,81	13,96	27,18	13,22
32	78,45	10,96	20,68	9,72
33	77,11	12,9	23,52	10,62
34	75,38	14,87	26,57	11,7

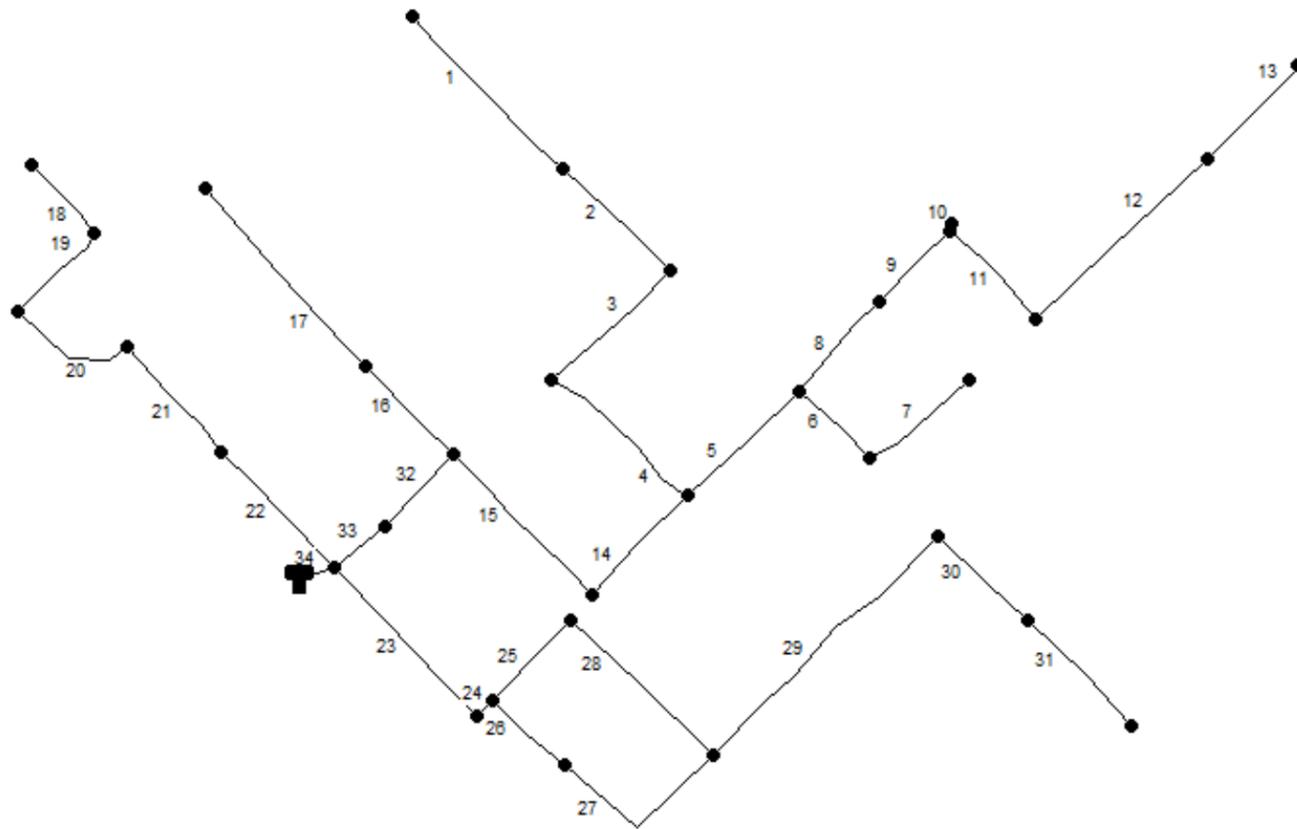
Anexo IV-2 – Análise de Pressões na rede (2043)



Nós	Cota (m)	Pressões		Flutuação máxima possível (m.c.a)
		Mínima (m.c.a)	Máxima (m.c.a)	
1	83,84	8,58	15,4	6,82
2	84,2	8,72	15,07	6,35
3	83,56	9,98	15,72	5,74
4	83,81	10,45	15,51	5,06
5	81,8	12,84	17,53	4,69
6	81,24	14,59	18,14	3,55
7	85,29	7,47	13,97	6,5
8	84,5	9,38	14,8	5,42
9	83,9	10,49	15,42	4,93
10	81,25	14,15	18,11	3,96
11 (RNV)	95	1	4,38	3,38
12	81,52	13,19	17,81	4,62
13	82,25	12,39	17,08	4,69
14	81,13	12,26	18,15	5,89
15	79,37	14,53	19,93	5,4
16	78,89	13,36	20,35	6,99
17	81,27	11,36	17,99	6,63
18	81	10,45	18,21	7,76
19	81,41	9,38	17,78	8,4
20	78,47	11,24	20,68	9,44
21	80,07	9,05	19,05	10
22	80,98	7,31	18,11	10,8
23	75,3	14,81	23,86	9,05
24	78,33	10,74	20,79	10,05
25	77,05	11,11	22,04	10,93
26	78,47	10,38	20,65	10,27
27	78,51	9,63	20,57	10,94
28	78,64	9,5	20,44	10,94
29	76,56	11,2	22,51	11,31

Nós	Cota (m)	Pressões		Flutuação máxima possível (m.c.a)
		Mínima (m.c.a)	Máxima (m.c.a)	
30	74,5	12,52	24,54	12,02
31	71,81	14,81	27,22	12,41
32	78,45	12,04	20,72	8,68
33	77,11	13,09	22,05	8,96
34	75,38	14,17	23,76	9,59
35	83,88	7,01	15,3	8,29
36	86,76	5	12,46	7,46
37	82,95	11,14	16,36	5,22
38	78,47	11,7	16,81	5,11
39	78,51	13,52	18	4,48
40	78,64	12,88	17,06	4,18
41	76,56	11,9	16,3	4,4
42	74,5	11,39	16,94	5,55
43	71,81	9,89	17,25	7,36
44	78,45	9,97	17,77	7,8
45	77,11	10,52	18,6	8,08
46	75,38	10,93	19,28	8,35
47	83,88	12,05	20,04	7,99
48	86,76	13,03	22,36	9,33
49	82,95	12,61	22,17	9,56
50	78,47	12,39	22,16	9,77
51	78,51	10,75	22,2	11,45
52	78,64	10,18	21,92	11,74
53	76,56	10,67	17,27	6,6
54	74,5	12,83	19,27	6,44
55	71,81	13,15	17,35	4,2

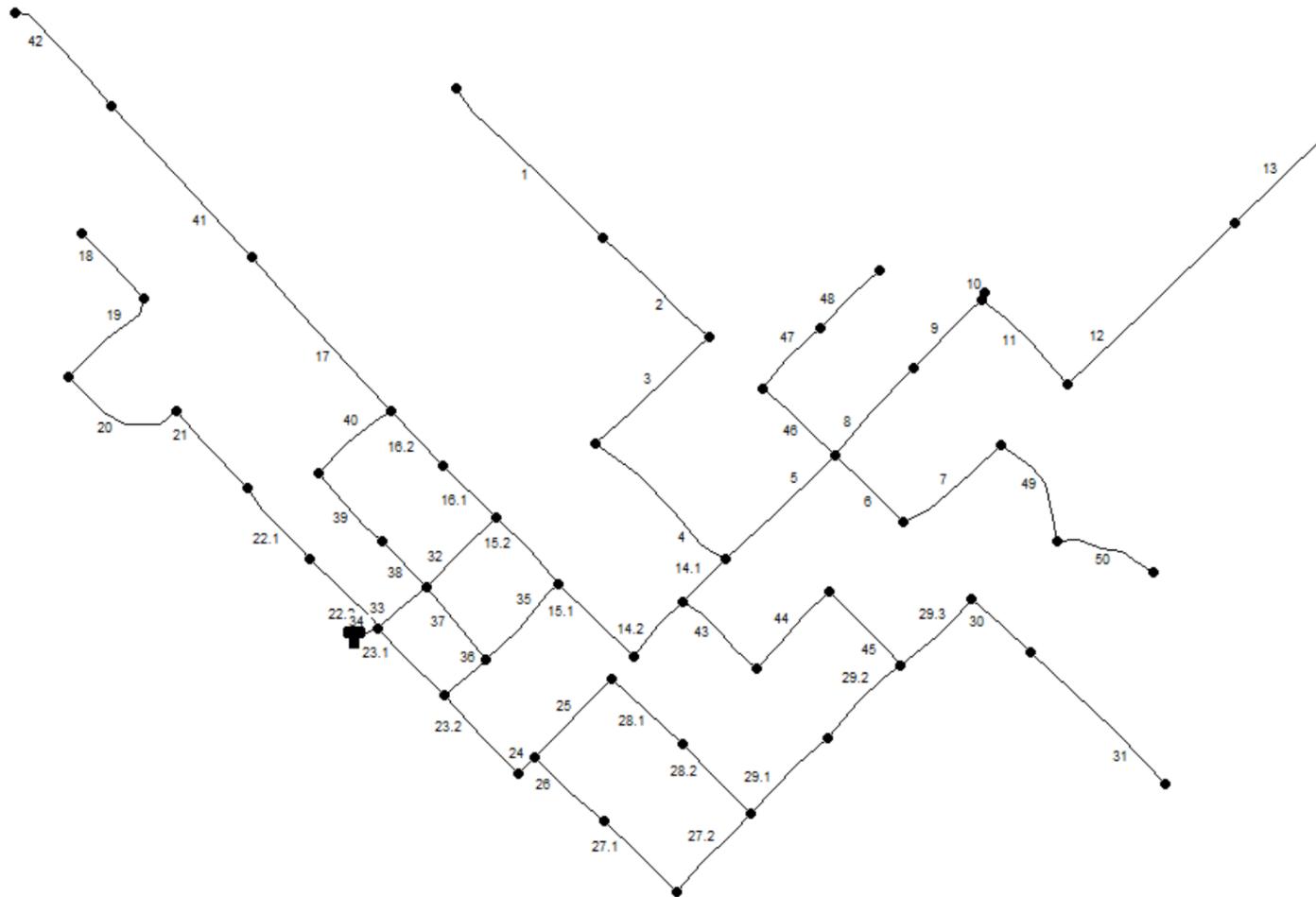
Anexo V-1 – Análise de Velocidades na rede (2033)



Conduta	Diâmetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidade (m/s)
1	50	0,72	0,36
2	50	0,72	0,36
3	50	0,72	0,36
4	63	0,91	0,29
5	75	1,97	0,45
6	50	0,72	0,37
7	50	0,45	0,23
8	50	1,15	0,59
9	50	1,15	0,59
10	50	0,15	0,28
11	50	0,85	0,43
12	50	0,7	0,36
13	50	0,7	0,36
14	90	3,1	0,49
15	90	3,36	0,53
16	50	0,73	0,37
17	50	0,51	0,26
18	50	0,5	0,25
19	50	0,5	0,25
20	50	0,5	0,25
21	63	0,76	0,24
22	63	1,08	0,35
23	90	2,37	0,37
24	90	2,27	0,36
25	50	0,91	0,46
26	63	0,79	0,25
27	50	0,54	0,27
28	50	0,77	0,39
29	50	1	0,51
30	50	0,82	0,42
31	50	0,82	0,42
32	90	4,48	0,7
33	110	4,48	0,47
34	140	8,28	0,54

(Obs: Os valores de velocidade e caudal apresentados na presente tabela é para o período de pico no consumo).

Anexo V-2 – Análise de Velocidades na rede (2043)



Conduta	Diâmetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidade (m/s)
1	50	0,57	0,29
2	50	0,57	0,29
3	50	0,77	0,39
4	63	1,03	0,33
5	75	2,57	0,58
6	50	0,98	0,5
7	50	0,79	0,4
8	50	0,97	0,49
9	50	0,79	0,4
10	50	0,14	0,27
11	50	0,5	0,26
12	50	0,5	0,26
13	50	0,5	0,26
14.1	90	3,6	0,57
14.2	90	4,47	0,7
15.1	90	4,57	0,72
15.2	90	3,65	0,57
16.1	50	0,57	0,29
16.2	50	0,48	0,24
17	50	0,67	0,34
18	50	0,68	0,35
19	50	0,68	0,35
20	50	0,68	0,35
21	63	0,99	0,32
22.1	63	1,24	0,4
22.2	63	1,41	0,45
23.1	90	3,61	0,57
23.2	90	2,77	0,44
24	90	2,63	0,41
25	50	1	0,51
26	63	1,51	0,49

Conduta	Diâmetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidade (m/s)
26	63	1,51	0,49
27.1	50	0,96	0,49
27.2	50	0,66	0,34
28.1	50	0,8	0,41
28.2	50	0,59	0,3
29.1	50	0,92	0,47
29.2	50	0,54	0,28
29.3	50	0,53	0,27
30	50	0,53	0,27
31	50	0,53	0,27
32	90	4,44	0,7
33	110	6,02	0,63
34	140	11,22	0,73
35	50	1,01	0,51
36	50	0,59	0,3
37	50	0,64	0,32
38	50	0,87	0,44
39	50	0,77	0,39
40	50	0,52	0,27
41	50	0,67	0,34
42	50	0,67	0,34
43	50	0,62	0,31
44	50	0,47	0,24
45	50	0,47	0,24
46	50	0,47	0,24
47	50	0,47	0,24
48	50	0,47	0,24
49	50	0,61	0,31
50	50	0,49	0,25

(Obs: Os valores de velocidade e caudal apresentados na presente tabela é para o período de pico no consumo).