



Avaliação de Investimentos e Encargos de Exploração de Sistemas de Saneamento nos PALOP

Pedro José Corte-Real de Almeida Tenreiro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientadores: Prof.^a Filipa Maria Santos Ferreira

Júri

Presidente: Prof. Rodrigo de Almada Cardoso Proença de Oliveira

Orientador: Prof.^a Filipa Maria Santos Ferreira

Vogais: Prof. José Manuel de Saldanha Gonçalves Matos

Outubro de 2021

DECLARAÇÃO

Declaro que o presente documento é um trabalho original da minha autoria e cumpre todos os requisitos do Código de Conduta e Boas Práticas da Universidade de Lisboa.

RESUMO

O Presente trabalho visa analisar os investimentos e encargos de exploração de diferentes tipos de infraestruturas de saneamento “on-site” nos PALOP, países africanos de língua oficial portuguesa. Inicialmente é feito um enquadramento geral das diferentes soluções de saneamento, com ênfase nas soluções de saneamento a seco mais utilizadas em países em desenvolvimento, nomeadamente na África Subsariana, estas são em muitas situações a única solução viável devido à falta de infraestruturas de adução de água potável.

São analisadas as consequências resultantes da falta de infraestruturas saneamento ou da precariedade destas. É também elaborada uma análise demográfica aos países em análise, uma vez que o aumento populacional expectável, na Africa Subsariana, aliado à carência de infraestruturas de saneamento é um tema que preocupa as organizações mundiais. Complementarmente apresentam-se as condições de saneamento em Moçambique, tendo por base uma visita de campo ao país africano.

Segue-se a estimativa de custos de investimento inicial para as diferentes infraestruturas de saneamento em estudo, detalhadas atendendo ao pré-dimensionamento efetuado para os pressupostos considerados.

Por forma a facilitar a consulta dos custos estimados foi elaborada uma ferramenta de Excel, elaborada no âmbito do presente trabalho, que visa facilitar a estimativa de custos e encargos das diferentes soluções de saneamento propostas, que pode ser atualizada, nomeadamente em termos de custos unitários ou fatores de correção de preços.

Adicionalmente é apresentado um caso de estudo, onde é avaliada uma cidade no norte de Angola, o Soyo, e são propostas soluções de saneamento para as diferentes zonas da cidade, tendo em conta as adversidades existentes, nomeadamente, a falta de infraestruturas adequadas de acesso a água potável e o nível freático elevado consequência da proximidade ao delta do rio Congo. Com recurso à ferramenta elaborada, são estimados os custos de construção associados à implantação de infraestruturas de saneamento a seco na cidade.

Palavras-chave: saneamento “on-site”; saneamento a seco; investimento; países em desenvolvimento; PALOP.

ABSTRACT

This work aims to analyse the investment and operating costs of different types of on-site sanitation infrastructure in the PALOP, Portuguese-speaking African countries. Initially, a general framework is made of the different sanitation solutions, with emphasis on dry sanitation solutions most used in developing countries, namely in Sub-Saharan Africa, these are in many situations the only viable solution due to the lack of water supply infrastructures.

The consequences resulting from the lack of sanitation infrastructures, or their precariousness are analyzed. A demographic analysis of the countries in study is also carried out, since the expected population increase in Sub-Saharan Africa, together with the lack of sanitation infrastructure, is an issue that concerns world organizations. In addition, the sanitation conditions in Mozambique are presented, based on a field visit to the African country.

The initial investment cost estimate for the different sanitation infrastructures under study follows, detailed considering the pre-dimensioning carried out for the considered assumptions.

In order to facilitate the consultation of estimated costs, an Excel tool was developed, within the scope of this work, which aims to facilitate the estimation of costs and charges of the different proposed sanitation solutions, which can be updated, namely in terms of unit costs or price correction factors.

Additionally a case study is presented, where a city in the north of Angola, Soyo, is evaluated and sanitation solutions are proposed for the different areas of the city, taking into account the existing adversities, namely, the lack of adequate infrastructure, access to drinking water and the high water table as a result of the proximity to the sea. Using the tool developed, the construction costs associated with the implementation of dry sanitation infrastructure in the city are estimated.

Key-words: on-site sanitation; dry sanitation; investment; developing countries; PALOP.

ÍNDICE DE TEXTO

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do Tema.....	1
1.2	Objetivos.....	1
1.3	Estrutura do Trabalho.....	2
2	Tipos de Saneamento	3
2.1	Considerações gerais e níveis de saneamento	3
2.2	Sistemas de saneamento Convencionais	4
2.3	Sistemas de saneamento descentralizado, <i>on-site</i>	4
2.3.1	Aspetos gerais.....	4
2.3.2	Saneamento com água	5
2.3.2.1	Retenção e tratamento primário.....	5
2.3.2.2	Disposição final	6
2.3.3	Saneamento a seco	9
2.4	Sustentabilidade nas soluções de saneamento.....	14
3	Atuais desafios no setor do saneamento nos PALOP	16
3.1	Carência de infraestruturas.....	16
3.2	Evolução populacional peri-urbana – Êxodo Rural.....	16
3.3	Consequências da falta de saneamento apropriado.....	20
3.4	Objetivos Para o Desenvolvimento Sustentável – ONU	21
3.5	Evolução do nível de Saneamento	22
3.6	Análise crítica e perspetivas futuras.....	23
3.7	Informação relativa ao saneamento em Moçambique – Visita de campo	25
4	Estimativa de custos e encargos de sistemas de saneamento nos PALOP	33
4.1	Aspetos gerais.....	33
4.2	Sistemas de saneamento convencionais	33
4.2.1	Estimativa de investimentos.....	33
4.2.2	Estimativa de encargos	38
4.3	Sistemas de saneamento descentralizado	39
4.3.1	Pré-dimensionamento de infraestruturas	39
4.3.1.1	Fossa séptica	39
4.3.1.2	Trincheira de infiltração	42
4.3.1.3	Poço de infiltração	43
4.3.1.4	Trincheira Filtrante	46
4.3.1.5	Aterro filtrante	46

4.3.1.6	Latrina Simples e Latrina VIP	46
4.3.1.7	Fossa Alternativa	48
4.3.1.8	Latrina Ecológica	50
4.3.2	Estimativa de investimentos para sistemas com água	50
4.3.2.1	Fossa séptica	50
4.3.2.2	Trincheira de infiltração	51
4.3.2.3	Poço de infiltração	53
4.3.2.4	Trincheira filtrante	54
4.3.2.5	Aterro Filtrante	55
4.3.3	Estimativa de investimentos para sistemas a seco	56
4.3.3.1	Latrina Simples	56
4.3.3.2	Latrina VIP	57
4.3.3.3	Fossa Alternativa	57
4.3.3.4	Latrina ecológica	58
4.3.4	Estimativa de custos de operação	59
4.4	Variabilidade dos Custos de Construção	59
5	Ferramenta para Estimativa de Custos	61
6	Caso de estudo - Estimativa de custos e encargos associados ao saneamento a seco na cidade do Soyo	71
7	Conclusão e proposta para estudos futuros	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Escada de saneamento, adaptada de [33].....	3
Figura 2.2 – Esquema de funcionamento de uma fossa séptica, adaptado de [22].....	5
Figura 2.3 - Trincheira de infiltração, adaptado de [31]	6
Figura 2.4 - Corte de um poço de infiltração, adaptado de [21].....	7
Figura 2.5 - Trincheira Filtrante, adaptados de [21]	8
Figura 2.6 - Corte transversal de aterro filtrante, adaptado de [21].....	9
Figura 2.7 – Esquema de funcionamento de uma latrina Simples, adaptado de [29]	10
Figura 2.8 – Esquema de funcionamento de uma latrina VIP, adaptado de [30]	11
Figura 2.9 – Esquema de funcionamento de uma fossa Alternativa, adaptado de [22].....	12
Figura 2.10 – Esquema de funcionamento de uma latrina Ecológica.....	13
Figura 2.11 - Latrina no parque natural de Yellowstone nos EUA.....	15
Figura 3.1 - Comparação entre o “Momentum scenario” e a previsão de aumento populacional, adaptado de [18]	17
Figura 3.2 - Previsão do aumento populacional por regiões, adaptado de [18]	18
Figura 3.3 - Previsão do aumento da esperança média de vida no mundo, em Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde.....	19
Figura 3.4 - Esquema de transmissão de doenças através de matéria fecal	20
Figura 3.5 - Agricultor após recolha de água de uma lagoa facultativa na ETAR de Maputo	21
Figura 3.6 - Evolução do nível de saneamento nas diferentes regiões, adaptado de [16].....	23
Figura 3.7 - Pessoas à espera para receberem o racionamento diário de água, Cidade do Cabo	24
Figura 3.8 - Esquema do processo de transformação da matéria fecal em "brikets" combustíveis	25
Figura 3.9 - Esquema representativo do sistema de drenagem na cidade de Maputo	26
Figura 3.10 - Esquema do tratamento da ETAR do Infulene	26
Figura 3.11 - Fotografia da obra de entrada da ETAR de Maputo	27
Figura 3.12 - Fotografia da lagoa anaeróbia da ETAR de Maputo	27
Figura 3.13 - Fotografia da lagoa facultativa da ETAR de Maputo.....	28
Figura 3.14 - Fotografia de um agricultor a regar as suas culturas com água recolhida na lagoa facultativa da ETAR de Maputo.....	29
Figura 3.15 - Descarga da ETAR de Maputo para o meio.....	29
Figura 3.16 - Descarga de águas residuais recolhidas na ETAR de Maputo	30
Figura 3.17 - Instalações sanitárias de apoio a um restaurante local, na Ilha de Moçambique .	31
Figura 3.18 - Instalação partilhada junto ao mar na Ilha de Moçambique	31
Figura 4.1 - representação de fossa séptica ligada a câmara repartidora e consecutivamente a trincheiras de infiltração	52
Figura 5.1 - Fluxograma, representativo da ferramenta para estimativas de custos.....	61
Figura 5.2 - Representação da folha da ferramenta, "1-Parâmetros"	62

Figura 5.3 - Representação da folha da ferramenta, "2-Soluções a Seco"	63
Figura 5.4 - Representação da folha da ferramenta, "3-Soluções a água, on-site"	64
Figura 5.5 - Representação da folha da ferramenta, "4-Soluções a água convencionais"	64
Figura 5.6 – Representação da folha de Excel “Custos unitários” (parte 1)	65
Figura 5.7 – Representação da folha de Excel “Custos unitários” (parte 2)	66
Figura 5.8 - Representação da folha oculta de Excel, "Dim. FS", relativa ao dimensionamento da fossa séptica.....	66
Figura 5.9 - Representação da folha de Excel, "Dim TI", relativa ao dimensionamento de trincheiras de infiltração	67
Figura 5.10 - Representação da folha de Excel, "Dim", relativa ao dimensionamento de poços de infiltração	67
Figura 5.11 - Representação da folha de Excel relativa ao dimensionamento de latrinas simples e VIP	67
Figura 5.12 - Representação da folha de Excel relativa ao dimensionamento da Fossa Alternativa	68
Figura 5.13 - Representação da folha de Excel relativa ao dimensionamento da latrina ecológica	68
Figura 5.14 - Representação da folha de Excel, "Fossa Séptica", relativa ao mapa de quantidades da fossa séptica e respetivo preço, para Portugal	68
Figura 5.15 - Representação da folha de Excel, "Fossa Séptica", relativa ao mapa de quantidades da fossa séptica e respetivo preço, para Moçambique	69
Figura 5.16 - Representação da folha de Excel "Fossa séptica", relativa ao mapa de quantidades da fossa séptica e respetivo preço, para Cabo Verde	69
Figura 5.17 - Representação da folha de Excel "Fossa séptica", relativa ao mapa de quantidade da fossa séptica e respetivo preço, pra Angola	69
Figura 6.1 - Bairros que compõem a cidade do SOYO	72
Figura 6.2 - SIG da cidade do SOYO, com a delimitação dos bairros e altimetria (mais do que 5 metros azul e menor do que 5 metros amarelo)	73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Previsão da evolução da população urbana, adaptado de [19]	18
Tabela 3.2 - Previsão da evolução da população nos países em análise, entre 1950 e 2100 ..	19
Tabela 3.3 - Evolução do nível de saneamento dos países em análise, entre 200 e 2017, adaptado de [16]	23
Tabela 4.1 - Custo de construção de emissários gravíticos em PVC, por metro linear, para diferentes diâmetros	34
Tabela 4.2 - Relação entre os custos calculados e os custos obtidos da regressão linear, para emissários gravíticos em PVC	35
Tabela 4.3 - Custo de construção de emissários gravíticos em PVC, por metro linear, para Angola, Cabo Verde, Moçambique e Portugal.....	35
Tabela 4.4 – Relação de custo com Portugal para emissários gravíticos	36
Tabela 4.5 - Custo de construção de condutas elevatórias em PVC, por metro linear, para diferentes diâmetros	36
Tabela 4.6 - Relação entre os custos calculados e os custos obtidos da regressão linear, para condutas elevatórias em PVC	37
Tabela 4.7 - Custo de construção de condutas elevatórias em PVC, por metro linear, para Angola, Cabo Verde e Moçambique.....	37
Tabela 4.8 -Relação de custo com Portugal para condutas elevatórias.....	38
Tabela 4.9 - Encargos de exploração anual par emissários e condutas enterradas.....	39
Tabela 4.10 - Capitações de água para Portugal, Angola, Cabo Verde e Moçambique	41
Tabela 4.11 - Dimensionamento de fossas sépticas para 3, 5, 7, 10 e 15 utilizadores.....	41
Tabela 4.12 - Relação entre o tempo de infiltração no solo e o comprimento necessário de trincheiras, adaptado de [21].....	42
Tabela 4.13 - Comprimento das trincheiras de infiltração dimensionados, para diferentes tempos de infiltração, para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde	43
Tabela 4.14 - Relação entre o tempo de infiltração no solo e a altura útil de poço necessária, adaptado de [21]	44
Tabela 4.15 - Dimensionamento da altura útil necessária nos poços de infiltração, dependente do tempo de infiltração	45
Tabela 4.16 – Aturas uteis e número de poços, para os diferentes cenários.....	45
Tabela 4.17 - Área de dimensionamento de base da vala da trincheira filtrante por habitante, para, Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde.....	46
Tabela 4.18 - Área de dimensionamento para a base do aterro filtrante, por habitante, para, Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde	46
Tabela 4.19 - Número médio de habitantes por casa	47
Tabela 4.20 - Dimensionamento de volume para latrinas simples para uma família, para 1, 2 e 4 anos para Angola, Moçambique e Cabo Verde	48
Tabela 4.21 - Volumes de dimensionamento de fossas alternas para Angola, Moçambique e Cabo Verde	49

Tabela 4.22 - Volumes de dimensionamento para latrinas ecológicas, para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde.....	50
Tabela 4.23 - Custo de construção de fossas sépticas para servir 3, 5, 7, 10 e 15 utilizadores	51
Tabela 4.24 - Custo de construção de trincheiras de infiltração, incluindo câmara repartidora .	53
Tabela 4.25 - Custo de construção de poços de infiltração para diferentes cenários, para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde	54
Tabela 4.26 - Custo de construção de trincheiras filtrantes para diferentes aglomerados populacionais, para, Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde	55
Tabela 4.27 - Custo de construção do aterro filtrante para diferentes aglomerados populacionais, para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde.....	56
Tabela 4.28 - Custo associado á construção de latrinas simples com períodos de dimensionamento de 1, 2 e 4 anos para Angola, Moçambique e Cabo Verde	57
Tabela 4.29 - Custo associado á construção de latrinas VIP com períodos de dimensionamento de 1, 2 e 4 anos para Angola, Moçambique e Cabo Verde	57
Tabela 4.30 - Custo de construção de fossas alterna para um volume de dimensionamento de 2 anos, para Angola, Moçambique e Cabo Verde	58
Tabela 4.31 - Custo de construção de latrinas ecológicas para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde	59
Tabela 4.32 - Custo de esvaziamento de latrinas simples e VIP.....	59
Tabela 4.33 - Fatores multiplicativos associados à zona a construir para soluções a água	60
Tabela 4.34 - Fatores multiplicativos associados à zona a construir para soluções a seco	60
Tabela 6.1 - Dados referentes a 10 bairros da cidade do Soyo	74
Tabela 6.2 - Número de tipos de latrinas nos diferentes bairros	75
Tabela 6.3 - Estimativa de custo associada à implantação das diferentes latrinas, nos diferentes bairros.....	76

LISTA DE ACRÓNIMOS

WHO – World Health Organization (Organização Mundial da Saúde)

UN – United Nations (Organização das Nações Unidas)

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

WASH – Water, Sanitation and Hygiene (Água, saneamento e higiene)

SDG – Sustainable Development Goals (Objectivos para o Desenvolvimento Sustentável)

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO DO TEMA

A falta de infraestruturas de saneamento adequado nos países em desenvolvimento é um problema que cada vez mais preocupa as organizações de saúde, uma vez que tem impacto significativo na saúde pública daqueles países e, conseqüentemente, nas respetivas taxas de mortalidade. No presente trabalho é dado destaque a sistemas de saneamento de recolha de matéria fecal.

Por outro lado, a escassez de recurso hídricos, associada ao contínuo crescimento e adensamento populacional, que se observa nos países em desenvolvimento, sobretudo nas zonas urbanas e peri-urbanas, impõe a utilização consciencializada e ponderada da água. Por esta razão, a implantação de sistemas de saneamento que não dependam de fontes constantes de água assumem particular relevância e prioridade naqueles países.

Apesar de, nos países em desenvolvimento, já se observar uma melhoria global nas condições de saneamento, ou seja, a percentagem da população com acesso a infraestruturas de saneamento básico aumentar numa base regular, reconhece-se haver ainda uma significativa parte da população sem qualquer acesso a tais infraestruturas. A África Subsariana é a região atualmente mais afetada e que mais sofre com este problema, enquadrando-se neste grupo Angola e Moçambique.

A utilização de soluções de saneamento descentralizado, nos países da África Subsariana, é essencial para garantir um saneamento adequado, já que a implantação de sistemas convencionais envolve custos elevados associados à construção e à necessidade de envolvimento de técnicos especializados.

Este trabalho foca-se na análise de soluções de saneamento adequadas a cada país e na avaliação dos respetivos custos de investimento e manutenção. Será também âmbito deste trabalho, o desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo para apoiar o processo de avaliação daqueles custos.

O correto dimensionamento das soluções de saneamento torna-se relevante por forma a que estas sejam eficientes e adequadas à sua finalidade, isto é, que sejam capazes de satisfazer as populações alvo em todas as estações do ano. Neste trabalho, são propostos dimensionamentos diferentes para cada país uma vez as respetivas capitações de água, fator diferenciador no dimensionamento dos sistemas a água, diferirem. Relativamente ao dimensionamento serão apresentados modelos de dimensionamento das soluções de saneamento descentralizado.

É importante prever de forma correta os encargos para a construção e exploração de cada solução distinta de saneamento. O conhecimento destes encargos é relevante na escolha de soluções a adotar por forma a beneficiar o maior número de pessoas com a solução mais conveniente, e adequada à realidade económico-financeira de cada país e dos próprios utilizadores da solução.

1.2 OBJETIVOS

No seguimento do referido no ponto anterior, identificam-se como principais objetivos deste estudo:

Objetivo 1, desenvolvimento de um programa de cálculo simplificado para estimativa de encargos de construção das infraestruturas de saneamento;

Objetivo 2, propor uma atualização aos preços apresentados em [24], para soluções de saneamento convencionais, nomeadamente emissários gravíticos e condutas elevatórias.

Países analisados no âmbito deste trabalho: Angola, Moçambique e Cabo Verde. Será também analisado Portugal por se tratar de um país desenvolvido cujos dados conhecemos de forma detalhada, permitindo suportar comparações.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por 7 capítulos:

No **Capítulo 1**, consta uma breve introdução ao tema assim como os objetivos do estudo.

No **Capítulo 2**, é feita uma análise dos tipos de saneamento, atualmente utilizados, distinguindo soluções a seco e soluções a água. Para as segundas, são analisadas infraestruturas de retenção e tratamento primário e também infraestruturas de disposição final.

No **Capítulo 3**, são apresentados os desafios da falta de infraestruturas de saneamento, nos países em desenvolvimento, e é feita uma análise demográfica dos países em análise.

No **Capítulo 4**, é elaborada a estimativa de custos de construção das infraestruturas de saneamento analisadas, nos diferentes países.

No **Capítulo 5**, é apresentada a ferramenta desenvolvida para o cálculo das estimativas de construção das infraestruturas de saneamento.

No **Capítulo 6**, é apresentado um caso de estudo, onde é se estima o custo de construção de soluções de saneamento a seco numa cidade em Angola, Soyo.

No **Capítulo 7**, estão apresentadas as conclusões associadas ao estudo.

2 TIPOS DE SANEAMENTO

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS E NÍVEIS DE SANEAMENTO

O acesso a condições de saneamento, é atualmente, bastante díspar. De um lado, têm-se os países desenvolvidos suportados por sistemas de saneamento centralizados, com gestão segura de resíduos que proporcionam utilizações confortáveis e higiênicas. De outro lado, têm-se os países em desenvolvimento onde a inexistência de qualquer tipo de sistema de saneamento é ainda uma realidade comum.

Por forma a definir diferentes níveis de saneamento, a WHO propõe a “*Escada de Saneamento*”, onde se distinguem 4 diferentes níveis. Na Figura 2.1 estão representados os níveis de saneamento.

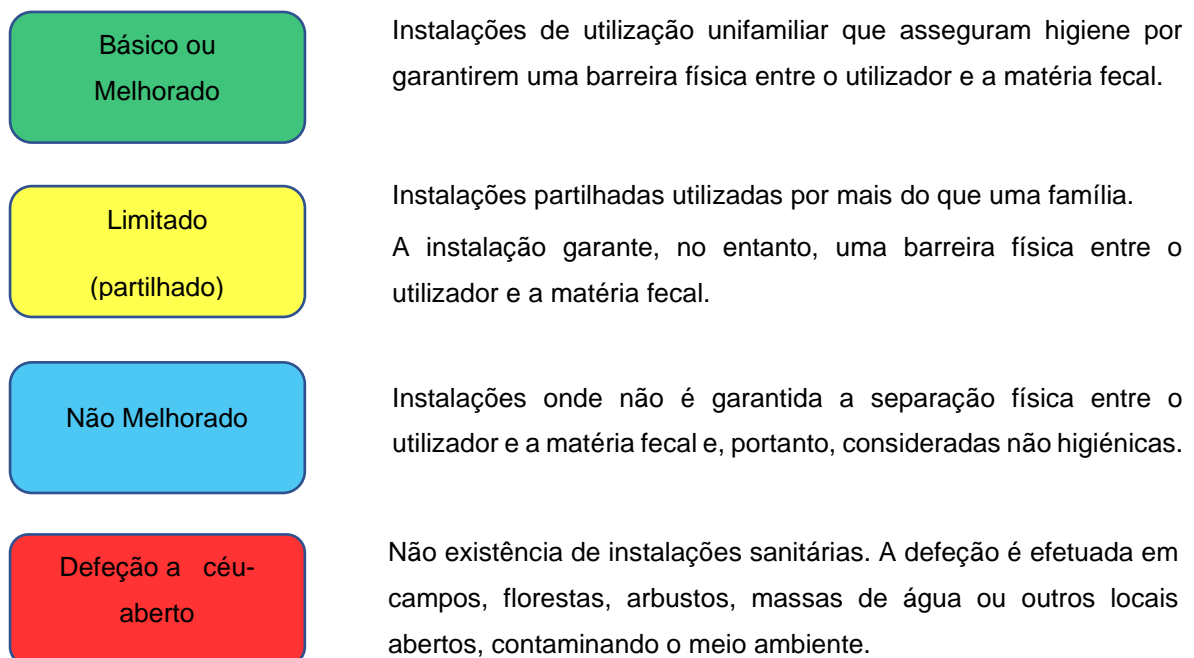


Figura 2.1 - Escada de saneamento, adaptada de [33]

Assim, é possível atribuir diferentes níveis de saneamentos às populações. Adicionalmente, o nível superior desta escada, básico/melhorado, pode ser dividido em 2 sub-níveis:

- Básico – Apenas assegurando uma barreira física entre a utilizador e a matéria fecal, de utilização unifamiliar;
- Melhorado – com requisitos semelhantes aos do nível básico, e adicionalmente considerando uma gestão das lamas fecais/águas residuais, de forma segura e apropriada.

No presente trabalho serão analisadas soluções de saneamento melhorado de diferentes tipos, ajustando as soluções à realidade de cada país.

2.2 SISTEMAS DE SANEAMENTO CONVENCIONAIS

Podem ser considerados como sistemas de saneamento convencionais, os sistemas compostos por coletores enterrados aos quais se ligam os ramais de ligação domiciliar e estação de tratamento de águas residuais (ETAR).

As principais componentes de sistemas de saneamento são os coletores enterrados, tipicamente de PVC, as caixas de visita que ligam os coletores à superfície para permitir a realização de manutenções e limpezas nos coletores, e as estações elevatórias que apenas são utilizadas quando não é possível fazer o escoamento gravítico e é necessário elevar as águas residuais para um ponto alto.

Os sistemas de saneamento podem ser de diferentes classificações consoante o tipo e origem das águas que transportam:

- Sistemas unitários, quando as águas residuais são drenadas em conjunto com as águas pluviais. Estas últimas são recolhidas através de sarjetas ou sumidouros;
- Sistemas separativos, quando se prevê uma rede de coletores para as águas residuais e outra para as águas pluviais. As águas residuais são tratadas nas ETAR e as pluviais descarregadas diretamente no meio ambiente sem qualquer tipo de tratamento;
- Sistemas mistos, que resultam de uma conjugação entre um sistema unitário e um sistema separativo, possivelmente devido à remodelação de um sistema unitário;
- Sistemas pseudo-separativos que, embora semelhantes aos separativos, descarregam algumas águas pluviais, nomeadamente de pátios de habitações ou terraços, nos coletores de águas residuais.

2.3 SISTEMAS DE SANEAMENTO DESCENTRALIZADO, *ON-SITE*

2.3.1 ASPETOS GERAIS

As soluções de saneamento descentralizadas, *on-site*, caracterizam-se por serem soluções de saneamento simples que não requerem mão de obra especializada para assegurar o seu funcionamento [28]. Estes sistemas descentralizados podem estar divididos em dois tipos: soluções a água e soluções a seco.

As primeiras, dependem de um caudal constante ou intermitente de água canalizada no sistema e por isso são soluções inviáveis em muitas regiões de África. As segundas, não necessitam de água para o seu funcionamento sendo, por isso, indicadas para regiões mais pobres e com menos condições, onde não existe um sistema de distribuição domiciliário de água.

Neste trabalho, para os sistemas descentralizados a água, serão consideradas soluções adequadas a pequenos aglomerados populacionais. Será dado destaque a aglomerados de 3, 5, 7, 10 e 15 habitantes, admitindo que servem entre 1 e 3 famílias. Para os sistemas descentralizados a seco serão apresentadas soluções unifamiliares, enquadrando assim um saneamento adequado básico.

2.3.2 SANEAMENTO COM ÁGUA

As soluções descentralizadas a água, poderão estar ligadas a várias habitações. Caracterizam-se por uma primeira fase de recolha, retenção e tratamento primário de águas residuais seguindo-se uma segunda fase de disposição final.

2.3.2.1 RETENÇÃO E TRATAMENTO PRIMÁRIO

As fossas sépticas são infraestruturas comuns nas soluções de saneamento descentralizado e servem para assegurar a retenção e o tratamento primário das águas residuais. Estas infraestruturas permitem ao utilizador a comodidade de um sistema convencional de saneamento [20], isto é, a interface com utilizador é semelhante à utilizada nos sistemas de saneamento mais convencionais: uma sanita sifonada para mitigação dos maus odores, com autoclismo.

Estas fossas, são construídas usualmente em betão armado ou levemente armado e, dependendo do número de utilizadores e conseqüente volume de águas residuais, poderão ter dois ou mais compartimentos [21]. Atualmente, também existem fossas sépticas compactas, pré-fabricadas em polietileno de alta densidade (PEAD). Contudo, no presente trabalho serão detalhadas fossas sépticas em estrutura de betão armado betonado in-situ.

No período de tempo em que a água residual permanece no interior da fossa promove-se a atividade biológica ocorrendo assim um tratamento através da digestão anaeróbia das lamas fecais. O tratamento no interior da fossa séptica também é feito através de processos físicos, quer pela sedimentação de sólidos, produzindo lamas no fundo, quer por fenómenos de flotação, onde se formam escumas à superfície [21]. Na Figura 2.2 é possível observar o funcionamento de uma fossa séptica.

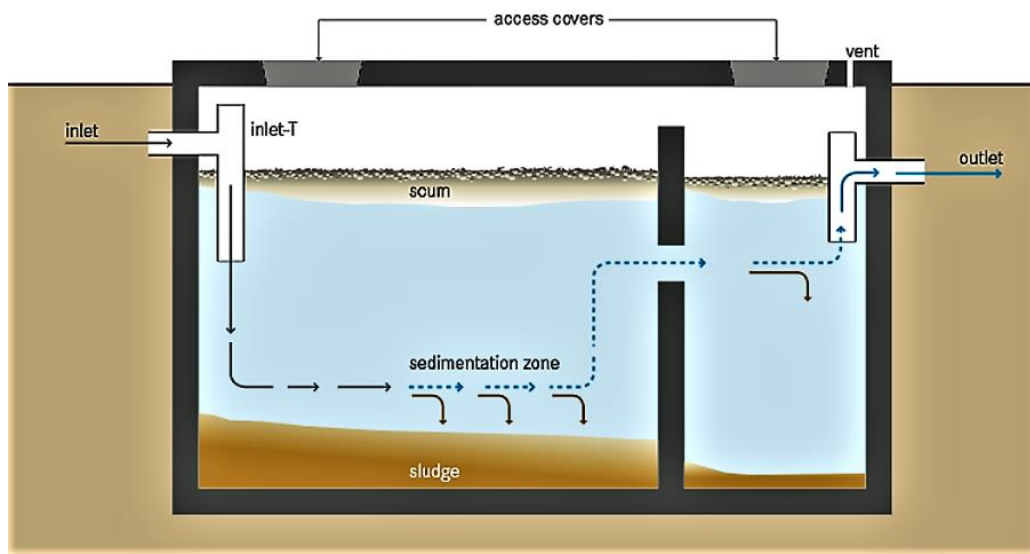


Figura 2.2 – Esquema de funcionamento de uma fossa séptica, adaptado de [22]

A utilização de fossas sépticas deverá ser acompanhada por uma cadeia de serviços que inclua entidades responsáveis pelo esvaziamento e manutenção destas infraestruturas.

2.3.2.2 DISPOSIÇÃO FINAL

Os tratamentos que decorrem nas fossas sépticas melhoram a qualidade das águas, mas não o suficiente para que estas possam ser depositadas no meio ambiente de uma forma segura. Surge então a necessidade de complementar o processo de tratamento com o recurso a infraestruturas que, montadas a jusante da fossa, asseguram um tratamento adicional e a posterior disposição daqueles efluentes no meio ambiente.

Neste trabalho, serão abordadas algumas destas infraestruturas. Estas, podem ser de vários tipos e a sua utilização considera o tipo de solo, a área de implementação disponível e a sensibilidade do meio envolvente, entre outros fatores.

Segue-se a descrição de estruturas para disposição final, que se baseia nos estudos apresentados de [21]:

Trincheira de infiltração

Denomina-se por trincheira de infiltração a infraestrutura que recebe o efluente proveniente de uma fossa séptica e o descarrega diretamente no meio envolvente. Esta descarga é realizada através de tubos furados que distribuem o caudal por uma larga área.

O efluente é filtrado nas trincheiras pelo próprio solo, ou seja, as partículas que não sedimentaram na fossa séptica ficam agora retidas no solo, resultando numa melhor qualidade do efluente.

Dependendo da área disponível, assim como do caudal efluente da fossa séptica, poderá ser necessário recorrer a mais do que uma trincheira de infiltração. Neste caso, a jusante da fossa séptica há necessidade de se construir uma câmara repartidora que irá distribuir o efluente pelas diferentes trincheiras. Na Figura 2.3 é possível observar um esquema que ilustra um conjunto de três trincheiras de infiltração e a respetiva câmara repartidora.

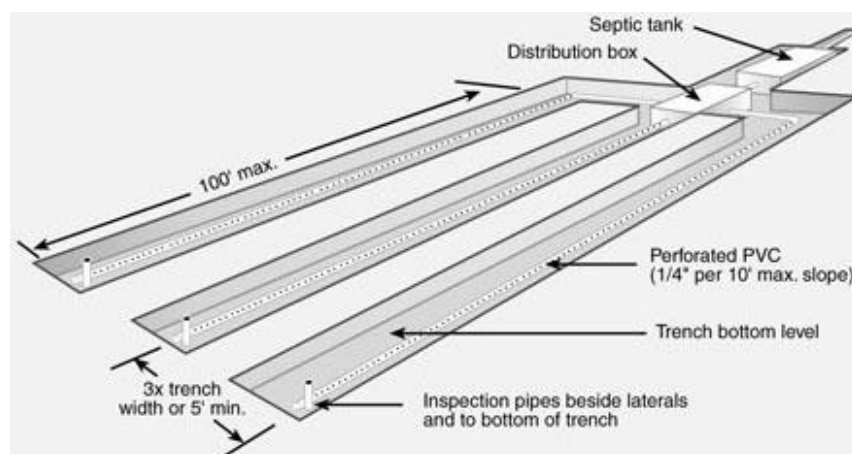


Figura 2.3 - Trincheira de infiltração, adaptado de [31]

As trincheiras são constituídas por valas que embora extensas não devem ultrapassar os 25 metros. Naquelas valas são colocadas as tubagens perfuradas envolvidas em material drenante, por exemplo a brita. Por cima do material drenante prepara-se um aterro, com material da própria escavação, devidamente compactado. As duas camadas precisam de estar separadas por uma manta geotêxtil para impedir a passagem de finos para a camada drenante e o conseqüente entupimento dos furos. A utilização destas infraestruturas é adequada para locais onde os solos sejam permeáveis e o nível freático não esteja próximo da superfície.

Poço de infiltração

À semelhança da anterior estrutura, o poço de infiltração recebe as águas residuais provenientes da fossa séptica e liberta o efluente diretamente no solo, utilizando a filtração do próprio solo.

O poço faz uso de uma câmara repartidora que recebe o efluente da fossa séptica e o distribui pelos poços existentes. O número de poços de infiltração depende do volume de água a tratar.

Os poços de infiltração são constituídos por uma escavação cilíndrica com recobrimento interior em alvenaria de tijolos maciços com juntas abertas. Na parte de fora do poço, (entre a alvenaria e o solo) é colocada uma camada de material drenante que irá permitir o escoamento do efluente para o solo envolvente. Já a zona superior da tubagem deve prever a utilização de juntas argamassadas a fim de conferir a robustez adequada a esta estrutura.

O fundo do poço é revestido com brita e o topo fechado por uma laje com uma abertura para permitir acesso do exterior. Está representado na Figura 2.4 um corte de um poço de infiltração.

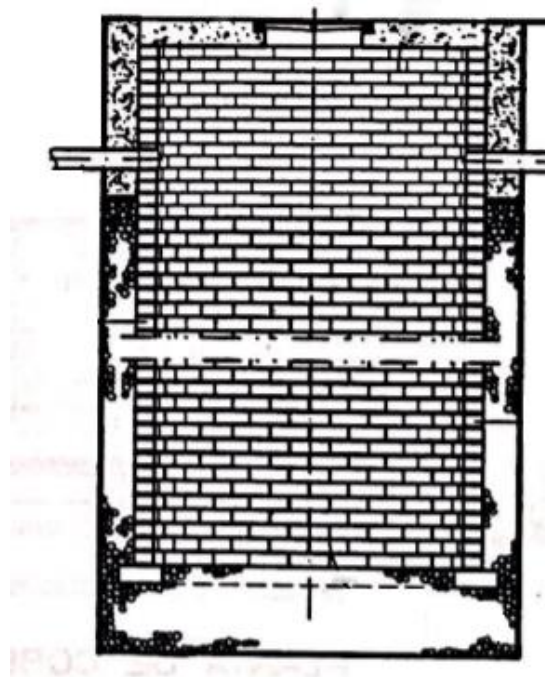


Figura 2.4 - Corte de um poço de infiltração, adaptado de [21]

Trincheira Filtrante

Nas trincheiras filtrantes o efluente é filtrado e posteriormente escoado no meio hídrico. Estas estruturas são compostas por uma primeira câmara repartidora, a jusante da fossa séptica, que é responsável pela distribuição do caudal por outras câmaras repartidoras. Estas, irão finalmente orientar o efluente pelas diversas trincheiras filtrantes que estão dispostas paralelamente entre si.

Importa referir que a solução prevê dois tipos de tubagens perfuradas. Uma primeira tubagem que, localizada no topo das valas, recebe e distribui o efluente pelas diversas trincheiras e uma segunda tubagem que, localizada na base da trincheira, assegura o escoamento do efluente já filtrado para o meio hídrico. Ou seja, as trincheiras filtrantes são estruturas a utilizar quando, por exemplo, o solo não tem condições de permeabilidade.

Estas estruturas são constituídas por valas com 2,55 metros de profundidade e 0,90 metros de largura. Em cada vala são dispostas 4 camadas:

- aterro proveniente do material da própria escavação que deverá prever uma manta geotêxtil, na sua parte inferior, para impedir a passagem de finos para a camada adjacente. Esta camada deverá ter pelo menos 0,30 m de altura;
- primeira camada de material drenante para envolver a tubagem de distribuição;
- areia para assegurar a filtração da água residual, com 1,35 m de altura; e
- uma segunda camada de material drenante disposto no fundo da vala e que envolve a tubagem de recolha, com 0,45 m de altura.

Na Figura 2.5 apresenta-se uma trincheira filtrante vista em planta.

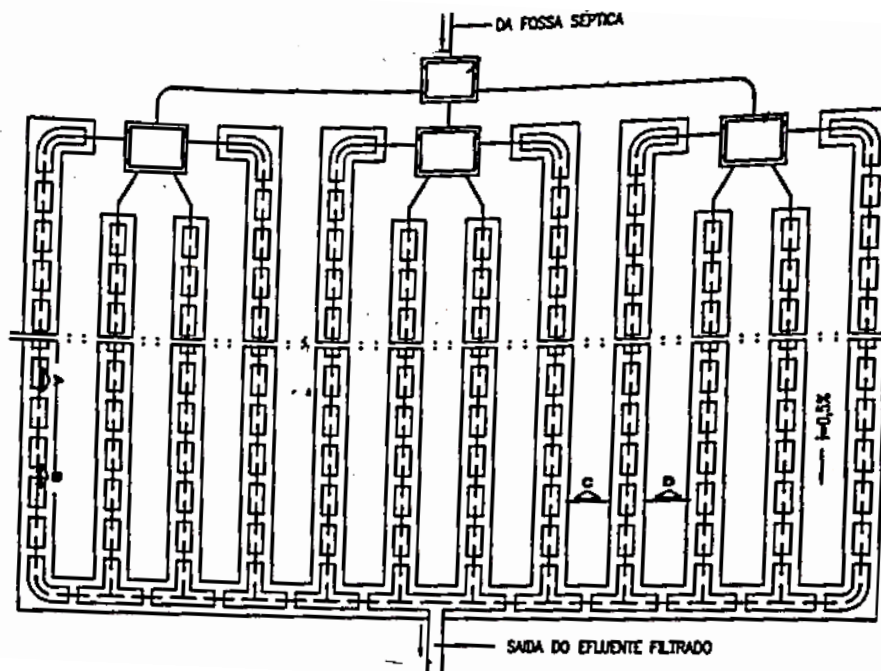


Figura 2.5 - Trincheira Filtrante, adaptados de [21]

Aterro Filtrante

O aterro filtrante caracteriza-se por uma implantação acima do terreno natural. Recorre-se a este tipo de disposição final quando, por exemplo, o solo não tem condições de escavabilidade. A filtração do efluente faz-se através da passagem do efluente pelo próprio aterro, que normalmente é constituído por areia.

O efluente é posteriormente recolhido na base do aterro, por uma vala extensa, com o fundo coberto por material drenante, e encaminhado via tubagens para um meio hídrico próximo.

Tendo em conta que o aterro é construído acima do nível do terreno, o seu plano superior está a cerca 1.50 metros acima do terreno natural. Neste trabalho, considerou-se apenas o funcionamento por gravidade. As soluções que recorrem a equipamentos eletromecânicos, para encaminhamento do efluente, foram excluídas porque nos países em análise o acesso à eletricidade, assim como os custos associados à sua exploração, seriam limitações consideráveis. Na Figura 2.6 está representada parte de um corte de um aterro filtrante.

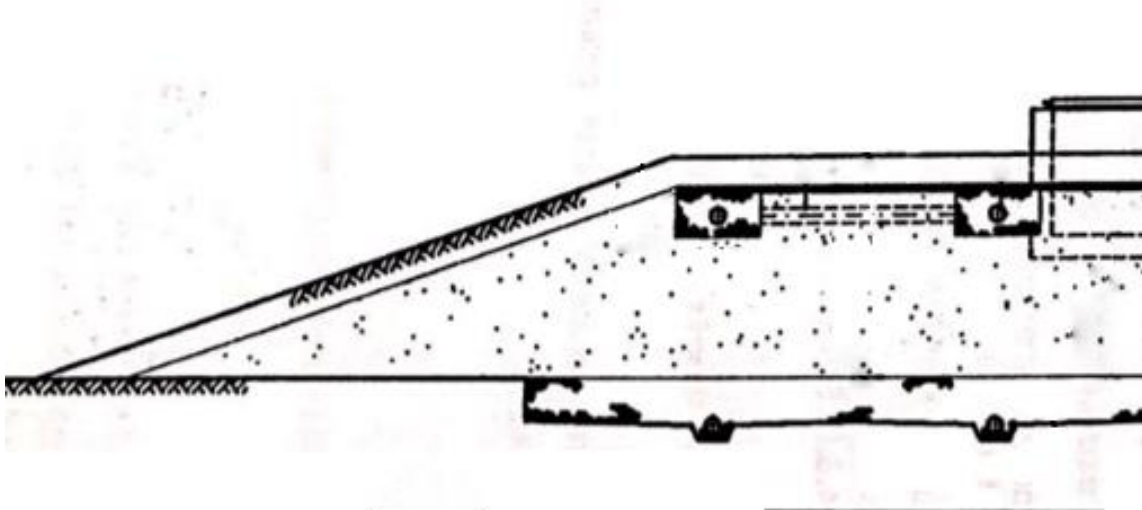


Figura 2.6 - Corte transversal de aterro filtrante, adaptado de [21]

2.3.3 SANEAMENTO A SECO

As soluções descentralizadas a seco são soluções simples que se adequam a habitações sem acesso a água. Por serem soluções simples envolvem custos de construção e de manutenção também reduzidos. São, por estas razões, as soluções de saneamento indicadas para um elevado número de populações em África.

Há diversas soluções de saneamento a seco. Estas levam em conta fatores como a eventual presença de níveis freáticos, coesão dos solos e o espaço disponível.

Segue-se a descrição de soluções de saneamento a seco:

Latrinas Simples

As latrinas simples são constituídas por uma fossa, uma laje e uma supraestrutura.

A fossa é escavada diretamente no terreno e, dependendo da qualidade dos solos de escavação, poderá necessitar de algum reforço nas paredes laterais. O fundo da fossa é o solo natural.

A laje é construída em material resistente, por ex. betão armado, de armadura simples com 4 varões de aço, e precisa de ter uma abertura. Há a opção de colocação de loiça sanitária apropriada.

A supraestrutura constitui a parte superior da laje que forma uma pequena cabina. Pode ser em alvenaria, madeira, canas ou qualquer material que permita alguma privacidade ao utilizador.

Da Figura 2.7 consta um esquema representativo de uma latrina simples, com fossa escavada abaixo do terreno existente.

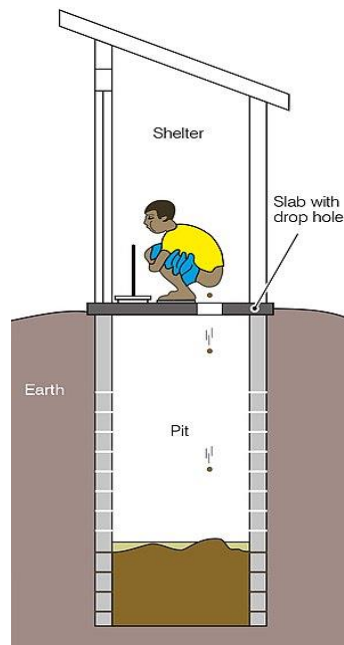


Figura 2.7 – Esquema de funcionamento de uma latrina Simples, adaptado de [29]

São várias as vantagens da latrina simples. Evidencia-se a facilidade de construção, o próprio utilizador a pode realizar, o baixo custo de construção e o funcionamento de fácil compreensão [20].

Mas também se identificam algumas desvantagens, como o cheiro desagradável que naturalmente exalam e que acabam por atrair moscas e mosquitos, o que para além de serem muito incómodos são fontes de doenças graves [20].

Latrina VIP

As latrinas VIP (Ventilate Improved Pit) são semelhantes às anteriores, mas com a particularidade de possuírem um circuito de ar. Neste circuito, o ar entra pela supraestrutura, que deverá ter uma abertura

no topo, passa pela fossa e sai por um tubo que vai desde a fossa até ao exterior. Este tubo termina com uma tampa em rede, para evitar a passagem de insetos, representado na Figura 2.8.

Para uma correta utilização destas estruturas é importante que o ambiente na latrina seja escuro. Assim, as moscas e outros insetos são atraídos pela luz, que entra pela tubagem de ventilação, e ficam presos na rede que tapa a saída do tubo. Este mecanismo mitiga a propagação de elementos patogénicos existentes nas lamas fecais.

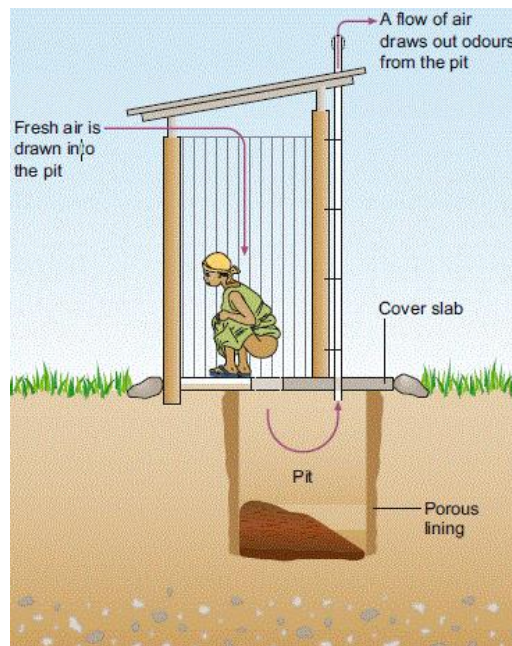


Figura 2.8 – Esquema de funcionamento de uma latrina VIP, adaptado de [30]

As latrinas VIP acumulam às vantagens já identificadas para as soluções de latrinas simples, o facto de haver uma significativa redução do mau cheiro, na supraestrutura, bem como um controlo da entrada de moscas e outros insetos naquela área [20]. Quanto às desvantagens, salienta-se a necessidade de manter o interior escuro e sem luz e a incapacidade de controlo de mosquitos [20].

As latrinas VIP podem ainda ter a supraestrutura em espiral para promover o fluxo de ar e contribuir para um melhor arejamento da fossa [20]. A abertura da laje deverá ficar sempre aberta de forma a permitir o fluxo de ar [20].

No presente trabalho, apenas serão dimensionadas as supraestruturas mais convencionais e de maior facilidade construtiva.

Fossa Alternativa

Este tipo de solução traz um novo conceito que é a utilização de duas fossas independentes. Desta maneira, deverá prever uma supraestrutura móvel para alternar entre as duas fossas, por períodos de 1 a 2 anos [22]. Ou seja, quando uma fossa encher a supraestrutura é movida para a outra fossa, como é possível observar pela Figura 2.9.

Para um correto aproveitamento da fossa, após a defecção, é conveniente a colocação de folhas e terra para que sejam introduzidos organismos catalisadores de compostagem na matéria fecal [22]. A fossa depois de cheia é coberta com terra, ficando em compostagem enquanto a fossa complementar fica a uso. Quando esta segunda fossa encher, a anterior que se encontrava em compostagem deverá ser esvaziada. O material retirado da fossa depois de decomposto (matéria fecal com terra e folhas) é muito interessante a nível agrícola.

A grande vantagem desta solução tem que ver com a escavação do composto que é mais fácil e menos perigosa quando comparada com o esvaziamento de lamas fecais. Isto porque há uma redução significativa de elementos patogénicos assim como uma desidratação das lamas. Por outro lado, existe o risco de colocação de lixo não orgânico na fossa o que pode comprometer a posterior utilização do composto.

Este tipo de estruturas, por comparação com as latrinas simples ou VIP, são mais adequadas às zonas com difícil acesso, já que podem ser esvaziadas pelos próprios utilizadores ou por outros que tenham interesse na recolha do composto.

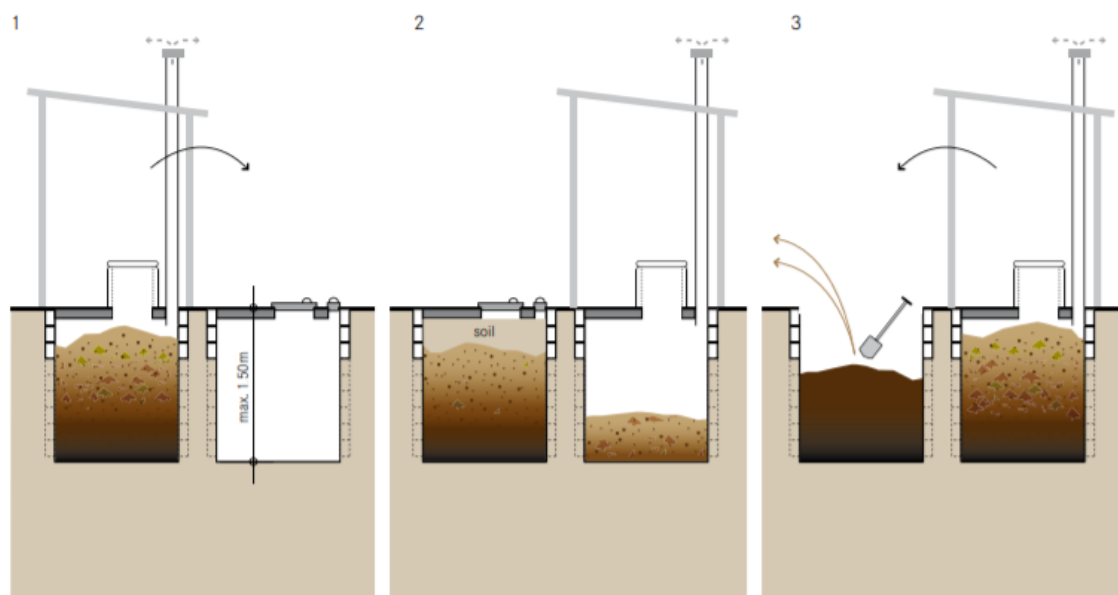


Figura 2.9 – Esquema de funcionamento de uma fossa Alternativa, adaptado de [22]

Latrina Ecológica

A latrina ecológica é uma latrina em que a compostagem das matérias fecais é assegurada por microrganismos que, em condições aeróbias, decompõem a matéria fecal reduzindo os elementos patogénicos [22]. Tendem a ter uma supraestrutura ventilada idêntica à das latrinas VIP. A utilização destas estruturas prevê a separação entre a urina e a matéria fecal o que acelera o processo de compostagem. O composto final torna-se inofensivo ao nível da saúde pública, o que promove a sua utilização nos solos agrícolas [22].

Para uma correta e mais acelerada compostagem, podem ainda ser adicionados restos de comida, matéria orgânica, cinzas e alguns derivados vegetais, tais como restos de madeiras e folhas.

Este tipo de solução não necessita de escavação de fossa para a sua utilização. Prevê a construção de uma câmara de armazenamento e prevê a compostagem das lamas fecais em betão armado que pode estar ou não enterrada no solo.

Há 2 tipos de latrinas ecológicas: as de dupla latrina e as de compostagem contínua.

As primeiras têm uma utilização semelhante à da fossa alterna. Quando uma fossa enche fica em compostagem durante um período de cerca de 2 anos. Quanto às segundas, estas possuem uma geometria que facilita a saída do excesso de líquidos e promove a compostagem das lamas, através de uma ventilação multidireccional [22].

A Figura 2.10 representa o corte de uma latrina ecológica de compostagem contínua. É possível observar o fluxo de ar que acelera a compostagem das lamas fecais.

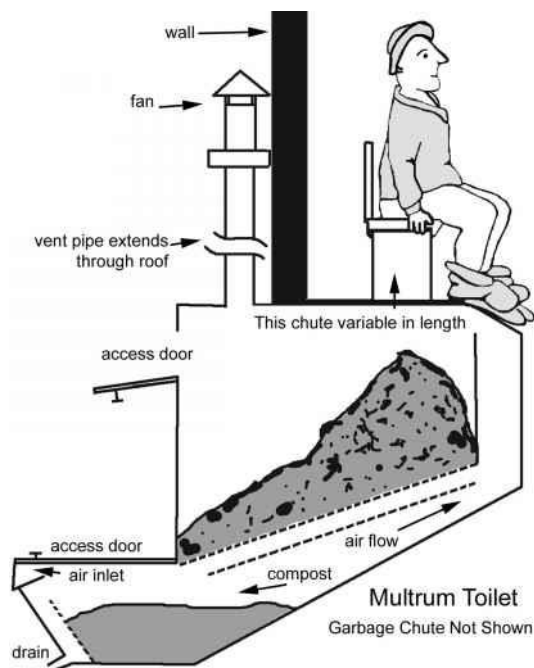


Figura 2.10 – Esquema de funcionamento de uma latrina Ecológica

Estas latrinas são recomendadas quando existe uma preocupação acrescida de proteção dos solos envolventes, por exemplo quando estamos na presença de um nível freático elevado. A estanquicidade do betão armado assume um papel relevante neste tipo de solução, no entanto estas soluções podem também ser construídas em alvenaria, reduzindo o seu custo de construção.

2.4 SUSTENTABILIDADE NAS SOLUÇÕES DE SANEAMENTO

A sustentabilidade dos recursos hídricos é cada vez mais um tema da atualidade, desta forma a utilização de sistemas de saneamento descentralizados a seco pode vir a ser uma realidade com cada vez mais procura.

É estimado que nos Estados Unidos da América cerca de 30% das capitações de água, em hotéis, são utilizadas nas casas de banho [27]. Tendo em conta que as capitações em hotéis são bastante elevadas, podendo alcançar cerca de 500 litros por dia por utilizador, constata-se um elevado consumo de água.

Apesar de sistemas a seco de saneamento serem difíceis de implementar em regiões urbanas, podem-se considerar alternativas que minimizem os impactos, tais como, o reaproveitamento de águas provenientes de banhos ou lavatórios para enchimentos dos reservatórios de descarga das sanitas. A utilização de água potável para fazer a descarga da bacia de retrete pode ser considerada uma utilização insustentável, uma vez que é tornada água potável em água não potável, podendo este processo ser feito à partida com recurso a alguma fonte de água não potável, através da reutilização de água de banhos, lavatórios, águas pluviais entre outras.

A utilização de sistemas de saneamento a seco no turismo, como latrinas ecológicas, pode tornar-se uma realidade cada vez mais comum, com o aparecimento pontual de alojamentos em zonas campestres que utilizam este tipo de soluções, promovendo assim a sustentabilidade de recursos hídricos. Além da oferta de alojamento como sistemas ecológicos e sustentáveis de saneamento, apesar de ainda a nível residual, começa a haver também uma consciencialização face à preservação dos recursos hídricos havendo assim uma procura específica para este tipo de alojamentos.

As soluções descentralizadas estão muitas vezes associadas a um subdesenvolvimento, a condições precárias e a países mais pobres, no entanto este tipo de soluções pode ser o mais ajustado para determinadas regiões, em especial para regiões remotas com uma baixa densidade populacional, onde a utilização de sistemas convencionais de saneamento não se justifica.

Na Figura 2.8 apresenta-se uma fotografia de uma latrina implementada no conhecido parque natural Yellowstone, nos EUA, trata-se de uma latrina esteticamente satisfatória, cumprindo os requisitos espectáveis dos países desenvolvidos. A cuidada apresentação da supraestrutura revela condições de higiene, não desconfortando o utilizador. O parque consegue desta forma providenciar instalações sanitárias seguras aos seus utilizadores com um menor impacte na natureza, ao contrário de o que aconteceria caso tivesse sido instalada uma solução de saneamento convencional.



Figura 2.11 - Latrina no parque natural de Yellowstone nos EUA

3 ATUAIS DESAFIOS NO SETOR DO SANEAMENTO NOS PALOP

3.1 CARÊNCIA DE INFRAESTRUTURAS

Atualmente, estima-se que cerca de 2 mil milhões de pessoas não tenham acesso a instalações de saneamento básico. Destas, cerca de 673 milhões defecam a céu aberto [1].

Apesar de haver consciência do impacto social e sanitário resultante de uma carência de infraestruturas de saneamento, sobretudo nas regiões em desenvolvimento, surgem também obstáculos que desaceleram o processo de melhoria. Um dos principais refere-se aos valores de investimento que estas intervenções envolvem.

Uma análise realizada a 140 países a que correspondem 85% da população mundial, apresentou valores de investimento relativos a cada tipo de saneamento:

- custo anual para acabar com a defecção a céu aberto: cerca de 3.6 mil milhões de dólares (2015 a 2025) [4];
- custo anual para disponibilização de acesso universal a um sistema de saneamento básico: cerca de 19.5 mil milhões de dólares por ano (2015 a 2030) [4];
- custo anual para disponibilização de acesso universal a um sistema de saneamento melhorado com gestão de resíduos: cerca de 49.3 mil milhões de dólares por ano (2015 a 2030) [4];

Por outro lado, em 2015 contabilizaram-se custos no valor de 222,9 mil milhões de dólares (valor superior ao PIB de Portugal) derivados do saneamento inadequado. Evidencia-se a mortalidade e a redução de produtividade das populações. Também foram considerados os custos das instituições de saúde associados ao tratamento das doenças relacionadas [14].

Acredita-se que cada dólar investido em saneamento adequado tenha um retorno de 5,5 dólares na economia global [32].

3.2 EVOLUÇÃO POPULACIONAL PERI-URBANA – ÊXODO RURAL

Em 2019 a população mundial era aproximadamente 7.7 mil milhões de pessoas. Atualmente, prevê-se que a população mundial evolua da seguinte forma:

- em 2030: entre 8.5 e 8.6 mil milhões;
- em 2050: entre 9.4 e 10.1 mil milhões;
- em 2100: entre 9.4 e 12.7 mil milhões de pessoas [18].

Em relação à África Subsariana, estima-se que, entre 2019 e 2050, o aumento populacional seja superior a 1.000 milhões de pessoas. Isto é, onde hoje vivem 1.1 mil milhões de pessoas, em 2050 passarão a viver 2.1 mil milhões, quase duplicando a população atual em apenas 31 anos. E em 2100 viverão 3.8 mil milhões [18], quase quadruplicando a população atual em 80 anos. É com base nesta

estimativa que a África Subsariana é apontada como a região, das SDG, que será mais populosa no ano de 2062.

São dois os fatores que contribuem fortemente para este crescimento populacional:

- O aumento da esperança média de vida que, estando hoje nos 61.1 anos, estima-se aumentar para os 68.5 anos em 2050. A África Subsariana é claramente a região onde se prevê um maior aumento da esperança média de vida [18]; e
- Presentemente, a taxa de natalidade na África Subsariana é de 4.62. Estima-se que em 2100 desça para 2.16. Esta taxa, no entanto, não será suficiente para contrariar a tendência de crescimento populacional [18].

Em termos globais, se considerarmos o Momentum Scenario, ou seja, se reduzirmos a taxa de natalidade para 2, nas regiões em que esta é superior a 2, em 2050 teríamos um aumento populacional de 2/3. Na Figura 3.1, vê-se o impacto da aplicação do Momentum Scenario face à previsão original. Daqui se percebe a relevância do crescimento da esperança média de vida naquela região.

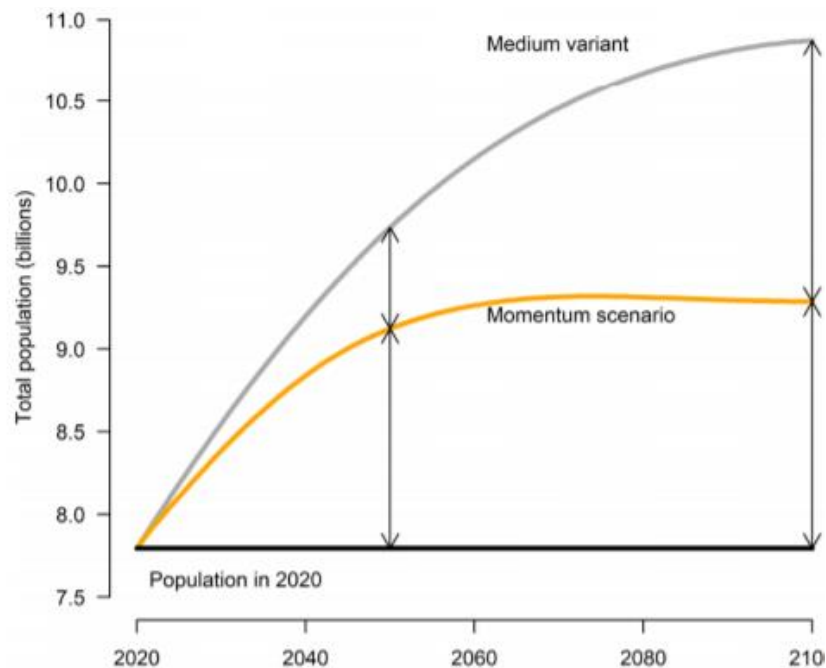


Figura 3.1 - Comparação entre o “Momentum scenario” e a previsão de aumento populacional, adaptado de [18]

Apenas para efeitos de enquadramento, observa-se na Figura 3.2 a tendência de evolução populacional nas 8 regiões utilizadas como referência nos SDGs até ao final do século.

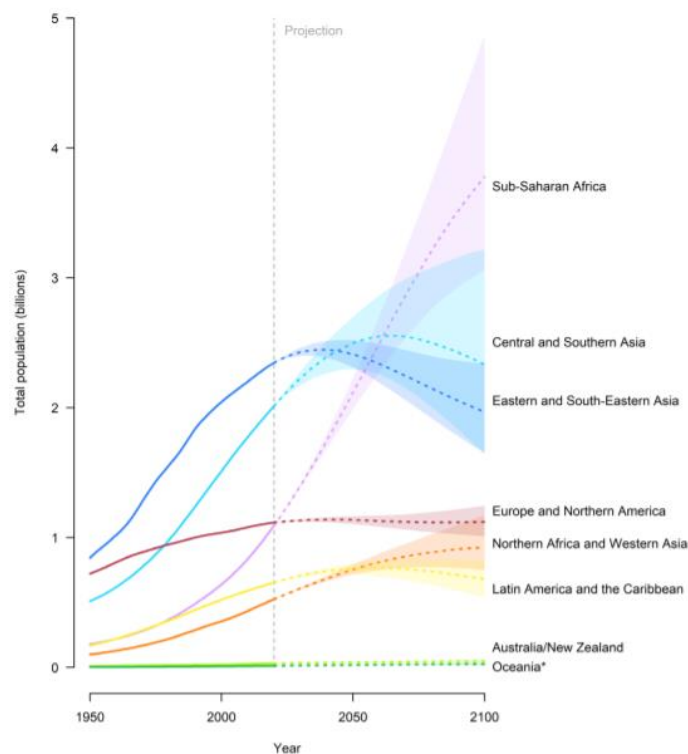


Figura 3.2 - Previsão do aumento populacional por regiões, adaptado de [18]

Voltando ao crescimento populacional que se prevê na África Subsariana, importa perceber como se irão passar a distribuir as populações. Se olharmos para a Tabela 3.1 percebemos que a tendência será um crescimento acentuado da população urbana, até 2050.

Este crescimento, resulta por um lado, do próprio crescimento populacional que se antecipa, e por outro, da migração das populações dos meios rurais para zonas mais urbanas, cujas previsões se podem consultar na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Previsão da evolução da população urbana, adaptado de [19]

País	1990		2018		2030		2050	
	População urbana (milhões)	População urbana (%)	População urbana (milhões)	População urbana (%)	População urbana (milhões)	População urbana (%)	População urbana (milhões)	População urbana (%)
Angola	4.521	37	20.162	66	32.437	73	61.132	80
Cabo Verde	0.151	44	0.364	66	0.450	71	0.569	77
Moçambique	3.312	25	10.987	36	18.195	43	37.473	55
Portugal	4.796	48	6.711	65	7.049	71	7.134	79
África Subsariana	135.537	27	423.958	40	666.165	47	1258.336	58

Na Figura 3.3 pode-se ver o aumento da esperança média de vida nos países em análise deste trabalho, na África Subsariana e a nível global. Este aumento da esperança média de vida, aliado ao crescimento populacional e a um êxodo rural irá pressionar intensamente as cidades da África Subsariana. Desta forma, acredita-se que em África irão surgir as novas megacidades, que liderarão os rankings das cidades pais populosas mundialmente.

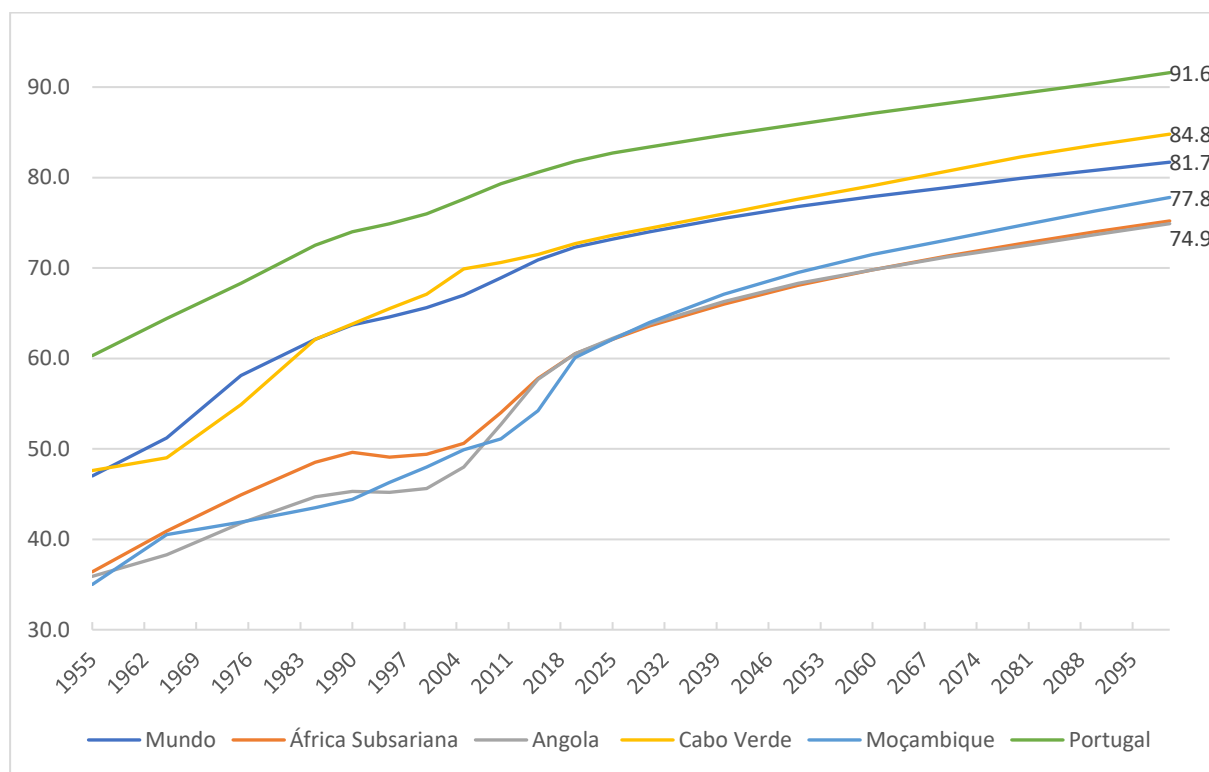


Figura 3.3 - Previsão do aumento da esperança média de vida no mundo, em Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

Da Tabela 3.2 constam os números relativos ao crescimento populacional dos países em análise. Antecipa-se que, até ao final do século, Angola sextuple a população e Moçambique a quadruple. Relativamente a Cabo Verde, antecipa-se um crescimento de 10%, enquanto para Portugal uma redução em 30%.

Tabela 3.2 - Previsão da evolução da população nos países em análise, entre 1950 e 2100

País	População (milhões)				
	1950	2019	2030	2050	2100
África	227.794	1308.064	1688.321	2489.275	4280.127
Angola	4.548	31.825	44.835	77.420	188.283
Cabo Verde	0.178	0.550	0.610	0.679	0.604
Moçambique	5.959	30.366	41.185	65.313	123.647
Portugal	8.417	10.226	9.913	9.085	6.985

3.3 CONSEQUÊNCIAS DA FALTA DE SANEAMENTO APROPRIADO

Os números disponíveis revelam que 36 milhões de hectares no mundo são cultivados por utilização de águas residuais, o que providência alimento para 10% da população mundial [1].

Na África Subsariana, o saneamento inadequado ou precário é responsável pela transmissão direta de doenças como a cólera, diarreia, disenteria, hepatite A, tifoide, pólio e nanismo [1]. Para além destas, também se associa, à falta de saneamento, a atrofia que atualmente afeta cerca de 1/4 das crianças com menos de 5 anos de idade. A nível global, é estimado que cerca de 432 mil pessoas morram anualmente de diarreia, por consequência direta de saneamento inadequado [1].

Por outro lado, em 2016, acredita-se que cerca 830 mil pessoas morreram de diarreia por consequência direta e indireta de saneamento inadequado. Pelas mesmas razões, 49 milhões sofriam de deficiências/falta de capacidades, físicas, relacionadas com um saneamento inadequado [5].

A Figura 3.4 pretende explicar os fluxos de transmissão de doenças a partir de saneamentos cujos processos de recolha, armazenagem e transporte de fezes não sejam seguros.

Nestes casos, as lamas fecais com elementos patogénicos chegam facilmente às populações através de elementos transmissores (moscas, animais que mecanicamente “espalhem” as fezes ou até massas de água) que contaminam diretamente alimentos, águas potáveis e os próprios indivíduos.

Figure 1.1 Transmission of excreta-related pathogens

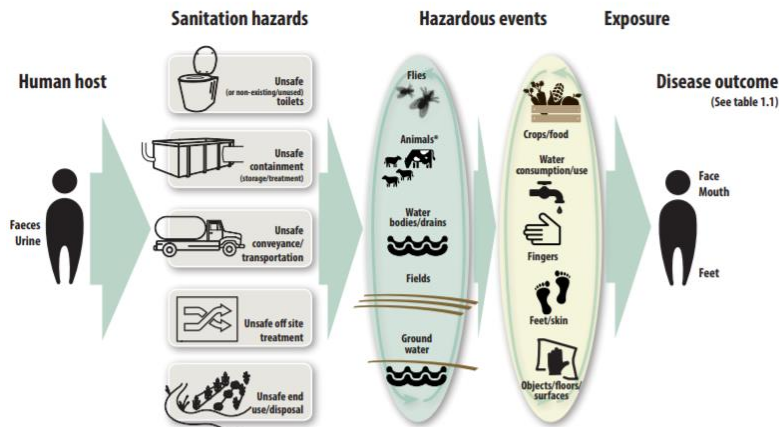


Figura 3.4 - Esquema de transmissão de doenças através de matéria fecal

A título de exemplo, na Figura 3.5 vê-se um agricultor após a recolha de água de uma lagoa facultativa de uma ETAR em Maputo, para regar as suas culturas. O seu terreno agrícola está separado da ETAR por uma estreita estrada de terra.



Figura 3.5 - Agricultor após recolha de água de uma lagoa facultativa na ETAR de Maputo

3.4 OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – ONU

Em setembro de 2015, a ONU aprovou a Agenda SDG - Sustainable Development Goals. Trata-se de um plano mundial que envolveu 193 países e que visa acabar com a pobreza extrema, reduzir diferenças sociais e proteger o planeta até 2030 [2].

Para facilitar a análise dos dados e das regiões mais problemáticas, esta Agenda admitiu oito principais regiões:

- África Subsariana
- Norte de África e Oeste da Ásia
- Centro e Sul Asiático
- Sudeste e Este Asiático
- Europa e América do Norte
- América latina e Caraíbas
- Austrália e Nova Zelândia
- Oceânia (excluindo Austrália e Nova Zelândia).

Esta organização privilegiou a geografia das regiões e o seu estado de desenvolvimento em termos sociais, culturais e económicos. Destas regiões, a África Subsariana é a que apresenta uma maior percentagem de população sem acesso a água potável ou a saneamento adequado.

Naquela Agenda foram definidos 17 objetivos principais sendo que o Objetivo 6º foca exclusivamente a necessidade de se assegurar, a toda a população mundial, o acesso a água potável e ao saneamento adequado. É natural que estes 2 temas sejam tratados em conjunto pois existe uma relação direta entre a água e as soluções de saneamento.

O Objetivo 6º prevê 6 metas [2] cuja primeira, (6.1), aborda o acesso universal e equitativo a água potável em 2030.

Apesar de, em 2017, cerca de 5.3 mil milhões de pessoas já terem acesso a água potável, ainda 785 milhões não usufruíam de acesso a um serviço básico de água potável [1].

Estima-se que, pelo menos, 2 mil milhões de pessoas utilizem água contaminada com matéria fecal [1] para seu consumo.

A 2ª meta do Objetivo 6º, (6.2), visa conseguir o acesso a saneamento adequado e equitativo, para toda a população, e acabar com a defecção a céu aberto. Os indicadores considerados para esta meta são [3]:

- a população que recorre à defecção a céu aberto;
- a população que utiliza serviços de saneamento adequados;
- a população que tem acesso facilitado a alguma instalação básica para a lavagem de mãos; e
- a desigualdade de género face á educação.

A reforçar o último indicador, muito se tem falado sobre o impacto da falta de saneamento nas mulheres e raparigas. A procura de um lugar seguro para urinar, defecar ou realizar a sua higiene menstrual gera-lhes ansiedade, vergonha e medo [5]. Associa-se a esta situação a desistência escolar e consequente perda de oportunidades.

3.5 EVOLUÇÃO DO NÍVEL DE SANEAMENTO

Existe um esforço global para melhoria das condições de saneamento, sobretudo nas regiões em desenvolvimento. Constatam-se melhorias significativas, como observado na Figura 3.6.

Na região da África Subsariana esta evolução mostra-se lenta, o que justifica a percentagem de população sem saneamento adequado (safely managed + basic) ser de 69%, em 2017. Houve um progresso de apenas 7%, desde o ano de 2000 [16].

Em relação à defecção a céu aberto, há claramente uma redução da prática pelo aumento de instalações de saneamento. Em 2000, 1.3 mil milhões de pessoas não tinham acesso a qualquer tipo de instalação sanitária, passando para 673 milhões em 2017 [17].

Concentrando-nos nos países objeto deste trabalho, pode-se ver que Angola, Cabo Verde e Moçambique reduziram a prática em 23%, 31% e 32 % respetivamente [16]. Desta forma, estes países integram a lista dos 16 países com maior redução da prática de defecção a céu aberto (esta lista é encabeçada pela Etiópia com uma redução de 57%) [16].

Six SDG regions had estimates for safely managed sanitation services in 2017

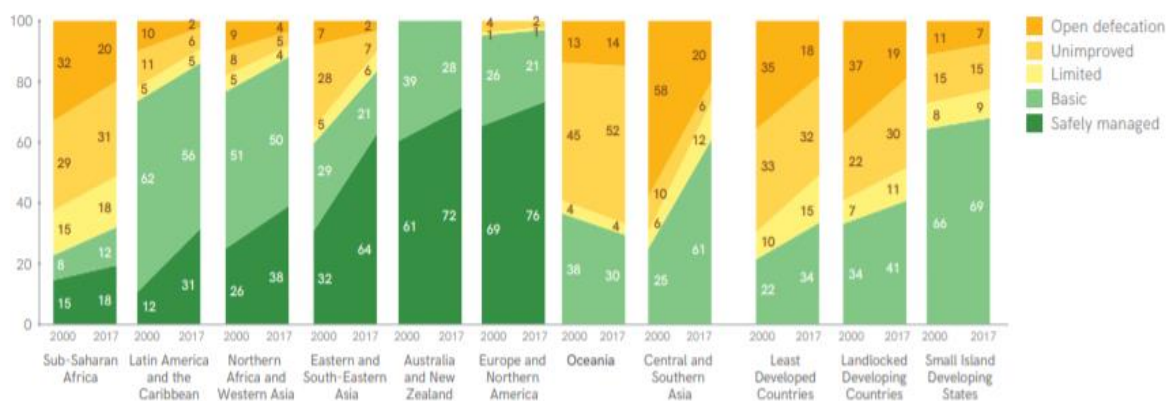


Figura 3.6 - Evolução do nível de saneamento nas diferentes regiões, adaptado de [16]

Para um maior detalhe, a Tabela 3.3 apresenta as evoluções de Angola, Cabo Verde, Moçambique e Portugal para cada um dos níveis de saneamento.

Tabela 3.3 - Evolução do nível de saneamento dos países em análise, entre 200 e 2017, adaptado de [16]

País	Ano	População (milhões)	% Urbana	Nacional				Rural				Urbano			
				Básico ou Melhorado	Limitado (partilhado)	Não Melhorado	Defecação a céu-aberto	Básico ou Melhorado	Limitado (partilhado)	Não Melhorado	Defecação a céu-aberto	Básico ou Melhorado	Limitado (partilhado)	Não Melhorado	Defecação a céu-aberto
Angola	2000	16.4	50	28	11	18	43	8	2	24	6	48	21	13	19
	2017	29.8	65	50	20	10	20	23	6	16	55	64	28	7	<1
Cabo Verde	2000	0.4	56	40	3	6	51	22	<1	6	71	56	5	5	334
	2017	0.5	65	74	6	<1	20	62	3	<1	35	80	8	<1	12
Moçambique	2000	18.1	29	10	2	28	59	2	<1	25	73	32	6	37	25
	2017	29.7	35	29	5	39	27	17	2	43	37	52	9	30	8
Portugal	2000	10.4	54	97	<1	2	<1	96	<1	4	<1	98	<1	1	<1
	2017	10.3	65	>99	<1	<1	<1	>99	<1	<1	<1	>99	<1	<1	<1

3.6 ANÁLISE CRÍTICA E PERSPETIVAS FUTURAS

Percebe-se, do exposto neste capítulo, que os países da África Subsariana lutam pelo desenvolvimento de temas essenciais à saúde e ao bem-estar das respetivas populações. Destes, foram abordados neste trabalho a carência de infraestruturas de saneamento básico, a escassez hídrica e a incapacidade de fazer chegar água potável às populações.

Relativamente à escassez de infraestruturas de saneamento, há que referir que o crescimento populacional que se prevê nas zonas periurbanas aliado à falta de água irá, inevitavelmente, motivar a utilização insegura das águas residuais e das lamas provenientes dos sistemas de saneamento locais e promover um aumento de doenças crónicas de origem alimentar [3]. Para contrariar esta tendência será urgente dotar aquelas áreas de soluções de saneamento eficazes e seguras a fim de se garantir a higiene e a saúde das populações residentes.

Contudo, a criação de sistemas de saneamento nas zonas periurbanas adivinha-se ser complicada, quer devido à falta de ordenamento e à difícil criação de sistemas de drenagem, quer devido ao facto de virem a ser zonas intensamente populosas. Por estas razões, antecipa-se a necessidade de recurso a soluções de saneamento descentralizados servindo pequenos aglomerados populacionais.

Quanto ao tema da geral falta de acesso a água potável, nos países em desenvolvimento, 2020 trouxe mais um fator a priorizar a urgência da sua disponibilização: a covid-19. A prevenção da atual pandemia passa pela lavagem frequente de mãos. Sabendo-se que cerca de 3 mil milhões de pessoas não têm acesso a instalações básicas para lavar as mãos no seu dia-a-dia [7], identifica-se uma dificuldade séria, e a nível mundial, no combate à propagação do vírus.

Ainda sobre a falta de água potável, constata-se hoje tratar-se de um problema que já ultrapassa as zonas agrícolas dos países em desenvolvimento. A cidade de Chennai e a Cidade do Cabo são exemplo disso.

Na Cidade do Cabo na África do Sul, uma das maiores e mais desenvolvidas cidades de África, em 2018, a falta de água foi tão grave que se previa esgotar os recursos em abril daquele ano: o Dia Zero (dia em que não houvesse água para a população de 3.7 milhões de pessoas [13]). O Dia Zero acabou por não acontecer, mas foram estabelecidas, desde então, regras rigorosas para controlo da utilização daquele recurso.

Com a brusca redução do consumo de água e também de uma doação de 10 milhões de litros de água, conseguiu-se atrasar o Dia Zero até que veio a chuva e atualmente o Dia Zero está indefinido [13]. As secas de longa duração que são cada vez mais frequentes na região, e o aumento populacional levam a uma maior vulnerabilidade em relação à água disponível. Na Figura 3.7 é possível observar as pessoas em fila, à espera da sua vez para recolher água.



Figura 3.7 - Pessoas à espera para receberem o racionamento diário de água, Cidade do Cabo

Mas, não há só dados negativos sobre o tema de saneamento de água. Hoje observa-se uma crescente preocupação por parte das empresas na identificação de soluções sustentáveis e de utilização eficaz na África Subsariana. Este trabalho aborda, a título de exemplo, a solução da ‘Sanivation’, uma empresa privada do Quênia que trabalha em conjunto com os governos locais. A solução da “Sanivation” oferece um serviço de gestão de lamas fecais em sistemas descentralizados, desde a recolha ao seu tratamento em estações próprias.

Esse tratamento passa por uma fase de desidratação das lamas fecais às quais é, posteriormente, adicionada biomassa residual. A massa final é compactada formando uns *brickets/pellets* combustíveis de biomassa. A venda deste produto cobre as despesas com a recolha e tratamento das lamas fecais. Este combustível é 3 vezes mais eficiente que a lenha tradicional, produz três vezes mais energia, e por cada tonelada é evitado o abate de 22 árvores. A empresa já vendeu 2 mil toneladas do produto, desde 2018 [9].

Na Figura 3.8 é possível observar o processo para a produção dos “brickets”.

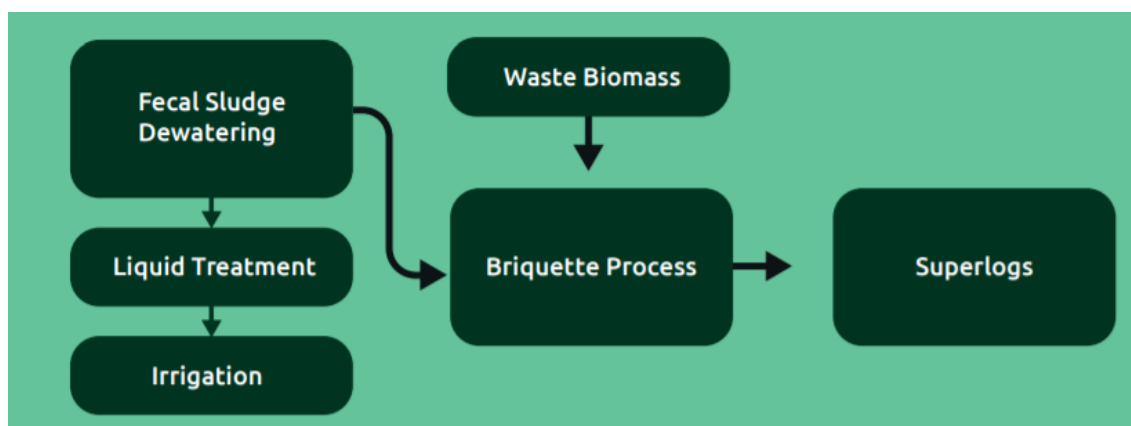


Figura 3.8 - Esquema do processo de transformação da matéria fecal em "brickets" combustíveis

3.7 INFORMAÇÃO RELATIVA AO SANEAMENTO EM MOÇAMBIQUE – VISITA DE CAMPO

O autor deste trabalho realizou uma visita de campo a Moçambique em março de 2021, com objetivo de aprofundar os conhecimentos relativos ao saneamento daquele país da África Subsariana. Visitou uma ETAR em Maputo e realizou um levantamento numa zona insular, Ilha de Moçambique. Esta iniciativa foi organizada com a colaboração do Eng. Raúl Mutevuie, Chefe do Departamento Central de Saneamento da Direção Nacional de Serviços de Água e Saneamento.

Em Maputo, e acompanhado por um elemento da equipa técnica, Eng. Jaime Muhate, visitou a ETAR do Infulene, a única grande ETAR da cidade apesar de existirem algumas ETAR compactas.

A ETAR do Infulene serve 5% da população residente na cidade. Mas a ETAR não trata apenas o efluente canalizado. Diariamente, dezenas de camiões-limpa-fossas fazem chegar à ETAR águas residuais retiradas de fossas e latrinas espalhadas na cidade de cimento, o centro de Maputo, que é

servido por um sistema de saneamento convencional. Não foi possível consultar qualquer estudo onde com dados relativos ao número de infraestruturas, frequência de limpeza, entre outros aspetos de gestão de lamas fecais existentes.

Na Figura 3.9 é apresentado um esquema representativo do sistema de drenagem da Cidade de Maputo. A ETAR do Infulene está em operação desde 1987, e foi dimensionada para 90 mil habitantes, contudo estima-se que apenas esteja a beneficiar menos de metade desse número, devido ao não funcionamento atual das estações elevatórias. Os restantes efluentes são descarregados, sem qualquer tratamento, no mar ou na vala do Infulene (rio que desagua na baía de Maputo).

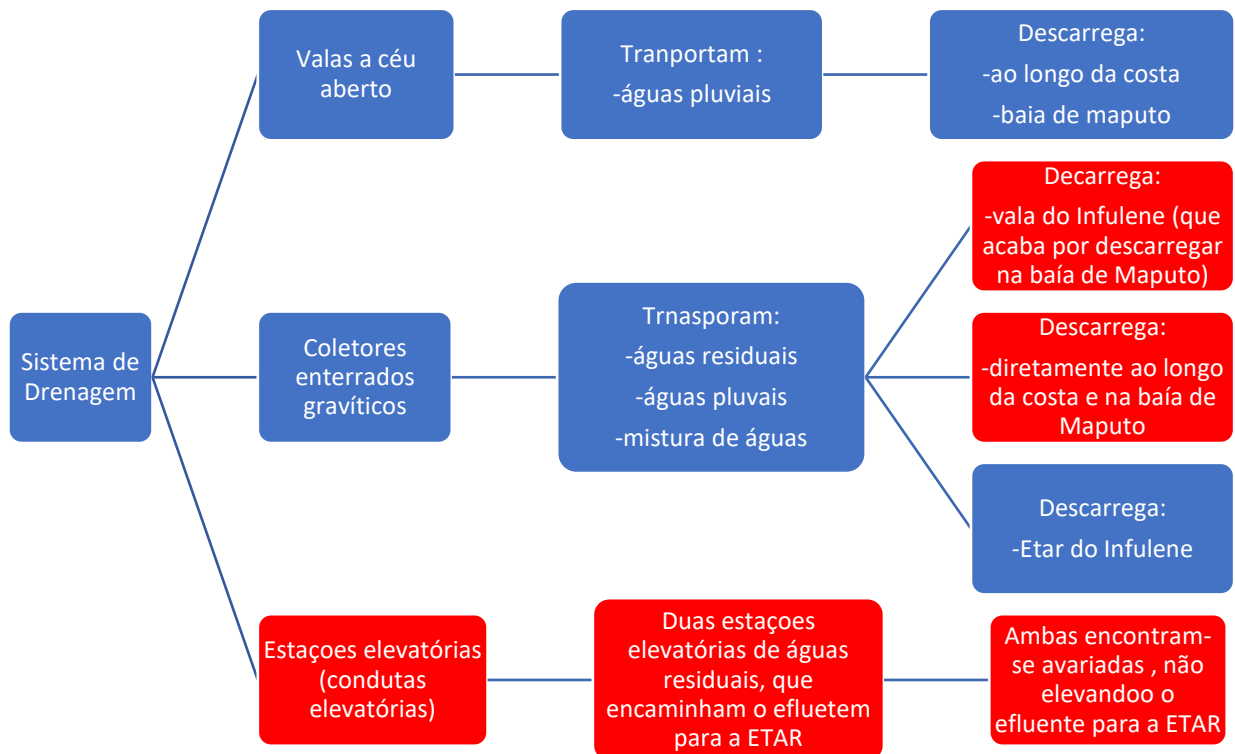


Figura 3.9 - Esquema representativo do sistema de drenagem na cidade de Maputo

O efluente que chega à ETAR através de uma rede de coletores, passa por uma obra de entrada (Figura 3.11) que, para além de utilizar apenas uma grade com espaçamento largo, já se encontra em condições muito degradadas. Esta obra de entrada não tem manutenção nem limpeza regular adequada o que resulta numa acumulação excessiva de material sólido que acaba por constituir uma obstrução à passagem do efluente. Na Figura 3.10 apresenta-se o esquema de tratamento a que a águas residuais são submetidas na ETAR do Infulene. Apesar de não haver atualmente tratamento de lamas fecais está em curso uma beneficiação da ETAR que irá incluir esse tratamento.



Figura 3.10 - Esquema do tratamento da ETAR do Infulene



Figura 3.11 - Fotografia da obra de entrada da ETAR de Maputo

A água residual é então encaminhada para uma lagoa anaeróbia (Figura 6.2) cujo volume de água, segundo o Eng. Jaime Muhate, se encontrava significativamente abaixo do que seria expectável. Este tema preocupa a equipa técnica local que reconhece a existência de perdas de efluente no sistema de coletores existente. Para corrigir esta situação, decorre um projeto para reabilitação dos sistemas de coletores. Nesta lagoa anaeróbia desenvolve-se um processo biológico anaeróbio que visa reduzir a carga de CBO5 (carência bioquímica de oxigénio) e sedimentar os elementos sólidos em suspensão para uma posterior digestão [21].

O aspeto da lagoa (Figura 3.12), bastante seco, deve-se ao facto de receber pouco efluente e muitas lamas fecais descarregadas nas lagoas pelos camiões limpa-fossas. Esta situação não é recente, e com o tempo as lagoas foram “solidificando” (ou ficando com um aspeto mais sólido) e apresentam vegetação.



Figura 3.12 - Fotografia da lagoa anaeróbia da ETAR de Maputo

Das lagoas anaeróbias o efluente evolui para as lagoas facultativas. Nestas, o efluente fica sujeito a diversos processos biológicos [21]:

- na base, desenvolve-se uma digestão anaeróbia onde sedimentam as lamas;
- acima, predominam bactérias facultativas; e
- à superfície, em regime aeróbio, devido à atividade fotossintética, vivem algas que contribuem para a oxigenação do efluente.

Na Figura 3.13 pode-se ver o excesso de plantas invasoras (jacintos de água) que existem nas lagoas e que apesar de não serem aconselháveis, por inibirem os processos fotossintéticos que ocorrem à superfície, acabam por contribuir para uma evapotranspiração do efluente.



Figura 3.13 - Fotografia da lagoa facultativa da ETAR de Maputo

É também destas lagoas que os agricultores com terrenos adjacentes recolhem água para as suas culturas. Remetendo para o Subcapítulo 3.3, na Figura 3.5, representa-se um agricultor a utilizar águas residuais provenientes de uma lagoa facultativa, desta ETAR, para o regadio das suas culturas, adjacentes à ETAR. Esta prática, apesar de pouco segura, contribui para uma maior produção agrícola e para o incremento do rendimento dos agricultores locais.

Na Figura 3.14 vê-se um agricultor regar as suas culturas com as águas residuais provenientes das lagoas facultativas da ETAR.



Figura 3.14 - Fotografia de um agricultor a regar as suas culturas com água recolhida na lagoa facultativa da ETAR de Maputo

O tratamento da ETAR termina nas lagoas facultativas e o efluente é libertado para o meio recetor, o Rio Infulene, ilustrado na Figura 3.15.



Figura 3.15 - Descarga da ETAR de Maputo para o meio

Relativamente aos efluentes trazidos pelos camiões-limpa-fossas, esses são despejados na lagoa anaeróbia em local munido por uma base de betão que evita o escavamento do fundo por pressão da descarga.

É também comum ver o descarregamento de plásticos, ou outras matérias inorgânicas, juntamente com as águas residuais uma vez que não é realizada a gradagem das lamas fecais descarregadas. A já mencionada reabilitação em curso irá suprimir esta lacuna.

Na Figura 3.16 vê-se um camião a descarregar diretamente na lagoa anaeróbia água residual proveniente de uma zona de restaurantes.



Figura 3.16 - Descarga de águas residuais recolhidas na ETAR de Maputo

No Nordeste de Moçambique, foi visitada a Ilha de Moçambique, na província de Nampula, capital de Moçambique até 1898. A ilha é densamente populada e as casas apresentam escassas e precárias condições de saneamento. De acordo com o Censo populacional de 2007, a Ilha de Moçambique, que mede $\pm 3.000\text{m}/400\text{m}$, cerca de 1 km^2 , acomoda perto de 18 mil habitantes.

Através de várias conversas com locais, constatou-se que o saneamento na ilha é maioritariamente assegurado por instalações partilhadas e que a defecção a céu aberto, na praia, é uma prática muito comum. O nível freático elevado, aliado a uma alta densidade populacional, leva a que as fossas e latrinas existentes na ilha sejam esvaziadas muito regularmente: pelo menos 2 vezes por ano.

Na Figura 3.17 está uma fotografia de uma casa de banho de apoio a um restaurante. Trata-se de uma latrina simples, mas bastante degradada.



Figura 3.17 - Instalações sanitárias de apoio a um restaurante local, na Ilha de Moçambique

A Figura 3.18 mostra uma instalação de saneamento partilhado na Ilha de Moçambique. São várias as infraestruturas deste tipo que vão estando localizadas junto às margens do mar e que servem a maior parte da população. Possivelmente, quando foram construídas descarregavam diretamente para o mar, mas atualmente são apoiadas por fossas que são esvaziadas regularmente.

Neste caso específico, há duas fossas que deveriam ser periodicamente esvaziadas. No entanto, a tampa de betão de uma das fossas encontrava-se partida resultando num mau odor intenso junto à instalação. Conclui-se assim a falta de manutenção das estruturas e, possivelmente, o incumprimento dos esvaziamentos regulares, o que acaba por fazer com que a população local evite, em parte, usar as instalações e opte pela defecção na praia.



Figura 3.18 - Instalação partilhada junto ao mar na Ilha de Moçambique

Foi também possível visitar algumas casas de locais e constatar as inadequadas condições de higiene e saneamento dos habitantes da ilha. É comum não terem acesso a água potável canalizada nas habitações nem estarem suportados por qualquer tipo de estrutura de saneamento.

Em relação à água potável, existem locais próprios para a sua distribuição: fontes e chafarizes. Os habitantes da ilha procedem à coleta de água por sua própria iniciativa e necessidade. Contudo, existe uma falta de confiança relativamente à qualidade daquela água, o que poderá estar na origem, em parte, do elevado número de casos e de mortes por cólera registados.

Em conclusão, percebe-se que Moçambique reflete a realidade da África Subariana:

- Os centros urbanos antigos, da época colonial, são apoiados por sistemas de saneamento convencionais, compostos por coletores. A grande percentagem de população dispõe de instalações precárias de saneamento a seco, ou pratica defecção a céu aberto.

- Só existem duas ETAR no país, em Maputo e na Beira, e nenhuma delas está preparada para tratar lamas fecais (a ETAR do Infulene está a ser alvo de um processo de ampliação e beneficiação nesse sentido). Apesar do tratamento dos efluentes e lamas fecais ser deficiente e limitado há uma consciência da sua importância, e um bom exemplo disso é processo montado para tratamento das águas residuais retiradas das fossas e latrinas da cidade de Maputo. Na cidade, coexistem diferentes estruturas de saneamento que convergem para a ETAR.

- Nas zonas rurais, a população em geral não tem acesso dedicado a água potável e esta, quando disponível, não é alvo de análises regulares para o controlo de qualidade. A população recorre a instalações sanitárias partilhadas e pratica a defecção a céu aberto, comprovando os níveis de saneamento identificados neste trabalho.

4 ESTIMATIVA DE CUSTOS E ENCARGOS DE SISTEMAS DE SANEAMENTO NOS PALOP

4.1 ASPETOS GERAIS

Para a estimativa de custos das diferentes soluções de saneamento foi utilizada a plataforma www.geradordeprecos.pt que disponibiliza uma base de dados *online* com valores associados a trabalhos de construção civil e materiais. Foram obtidos valores unitários para os diferentes trabalhos a realizar.

Estes preços foram recolhidos nas moedas locais e posteriormente convertidos em euros, para isso utilizou-se a taxa de câmbio disponível à data. Os valores obtidos para os custos serão apresentados em euros, associados aos diferentes países e às diferentes estruturas.

Importa referir que os preços obtidos, para Angola, através do gerador de preços são significativamente inferiores aos dos restantes países, o que se explica pela forte predominância de construtoras chinesas em Angola, que praticam valores muito abaixo de mercado e, também pela acentuada desvalorização da moeda local (kuanza), nos últimos anos. Desta forma considerou-se que os preços para Angola obtidos na plataforma “Gerador de preços” desajustados. Assim e com base no conhecimento local utilizaram-se os custos unitários de Portugal majorados em 1.5 vezes para Angola.

4.2 SISTEMAS DE SANEAMENTO CONVENCIONAIS

4.2.1 ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS

O dimensionamento dos sistemas de saneamento convencionais tem em conta o caudal médio, o fator de ponta horário e o caudal de infiltração. Também há que considerar algumas das propriedades dos coletores como os materiais utilizados e a inclinação imposta.

Para calcular o investimento de construção de uma solução de saneamento convencional ter-se-á de fazer uso das estimativas constantes de [24] - relatório que compila, com base em orçamentos diversos, custos de construção de infraestruturas associadas ao ciclo urbano da água, para Portugal. Contudo, por aqueles custos remeterem ao período de 2008 a 2016, o presente trabalho tem por objeto propor um adequado fator de atualização.

Neste trabalho foram considerados os emissários gravíticos enterrados em PVC e as condutas elevatórias enterradas em PVC, apresentados em [24].

Relativamente ao cálculo do fator de correção associado ao custo dos emissários gravíticos enterrados em PVC, foram consultados os respetivos valores constantes de [24] e realizados os cálculos dos custos atuais. Da Tabela 4.1 constam os custos de [24]:

Tabela 4.1 - Custo de construção de emissários gravíticos em PVC, por metro linear, para diferentes diâmetros

	DN 200	DN 315	DN 400	DN 500	DN 630	DN 800	DN 1000
Custo por unidade linear (€/m)	67 €	91 €	110 €	133 €	163 €	205 €	255 €

Os trabalhos considerados para a construção de emissários gravíticos, foram os seguintes:

- Escavação de vala;
- Aterro compactado;
- Levantamento de pavimento existente, asfáltico ou betuminoso;
- Fornecimento e montagem de coletor em PVC;
- Camada de areia para cobrir o coletor;
- Pavimentação com betuminoso, apropriado a tráfego;
- Construção de caixas de visita, de 40 em 40 metros.

Apesar do recobrimento mínimo ser de 1.00 metro, é de esperar que esta profundidade seja em média superior a este valor, por forma a garantir inclinações mínimas e máximas dos coletores exigidas pela topografia do local de implantação. Neste sentido, para a estimativa dos custos relativos à construção dos emissários gravíticos, foi considerada uma profundidade média de recobrimento acima do extradorso superior dos coletores de 2.00 metros. Em relação à largura da vala foram considerados na parte superior da vala, 15 centímetros adicionais para cada extremidade da vala, para o correto levantamento da pavimentação.

Em relação às caixas de visita, foi considerado que em média são dispostas de 40 em 40 metros. A distância máxima entre caixas de visita é de 60 metros, mas devido à necessidade de instalação destes órgãos sempre que haja mudanças de inclinações, mudanças de direção ou aumento de diâmetros, este valor foi reduzido para 40 m para ser um valor mais realista.

Com base na vala tipo representada no Anexo I, foram elaborados mapas de quantidades associados à construção dos emissários gravíticos em PVC, por metro linear.

Na Tabela 4.2 estão representados os valores totais calculados para a construção dos emissários gravíticos, assim como os valores retirados da regressão linear e a relação entre ambos.

Tabela 4.2 - Relação entre os custos calculados e os custos obtidos da regressão linear, para emissários gravíticos em PVC

Diâmetro nominal coletor	Preço Calculado (€/m)	Preço Guia (€/m)	Fator de atualização (-)
DN 200	128 €	67 €	1.93
DN 315	169 €	91 €	1.85
DN 400	208 €	110 €	1.89
DN 500	276 €	133 €	2.07
DN 630	316 €	163 €	1.93
DN 800	431 €	205 €	2.11
DN 1000	573 €	255 €	2.25

Após os cálculos anteriores, procedeu-se às estimativas de construção dos emissários gravíticos em PVC, por metro linear, para Angola, Cabo Verde e Moçambique. Esta estimativa, teve por base o mapa de quantidades utilizado para Portugal e dos custos unitários de cada país, de acordo com o "gerador de preços". Na Tabela 4.3 estão apresentados os valores de construção para os diferentes países, para 7 diâmetros diferentes.

Tabela 4.3 - Custo de construção de emissários gravíticos em PVC, por metro linear, para Angola, Cabo Verde, Moçambique e Portugal

Diâmetro nominal coletor	Angola (€/m)	Cabo Verde (€/m)	Moçambique (€/m)	Portugal (€/m)
DN 200	192 €	113 €	70 €	128 €
DN 315	169 €	155 €	104 €	169 €
DN 400	208 €	196 €	139 €	208 €
DN 500	276 €	275 €	208 €	275 €
DN 630	316 €	309 €	233 €	316 €
DN 800	431 €	438 €	343 €	431 €
DN 1000	573 €	599 €	482 €	573 €

Na Tabela 4.4 apresentam-se as relações dos custos de construção com Portugal. Observa-se que a relação com Portugal tende a aumentar com o aumento dos diâmetros. Esta evolução, seria expectável pois nos países em estudo, apesar de a mão de obra não qualificada ser mais barata, os equipamentos tendem a ser mais caros, devido à necessidade de importação. Desta forma com o aumento de diâmetro, o custo unitário vai dependendo mais do custo da tubagem, por exemplo em Moçambique para DN 200 o custo da tubagem representa cerca de 40 %, enquanto para DN 1000 a tubagem

representa cerca de 80 %, em comparação com Portugal observa-se, para DN 200, cerca de 25 % e para DN 1000 cerca 60%.

Tabela 4.4 – Relação de custo com Portugal para emissários gravíticos

Diâmetro nominal coletor	Angola (-)	Cabo Verde (-)	Moçambique (€/m)
DN 200	1.50	0.88	0.58
DN 315	1.50	0.91	0.64
DN 400	1.50	0.94	0.70
DN 500	1.50	1.00	0.79
DN 630	1.50	0.98	0.77
DN 800	1.50	1.01	0.83
DN 1000	1.50	1.04	0.89

Relativamente ao cálculo do fator associado às condutas elevatórias enterradas em PVC, foram levantados os respetivos valores constantes de [24] e realizados os cálculos dos custos atuais. Da Tabela 4.5 constam os custos de [24]:

Tabela 4.5 - Custo de construção de condutas elevatórias em PVC, por metro linear, para diferentes diâmetros

	DN 125	DN 160	DN 200	DN 315	DN 400
Custo por unidade linear (€/m)	39 €	46 €	54 €	76 €	92 €

Os trabalhos considerados para a construção das condutas elevatórias, foram os seguintes:

- Escavação de vala
- Aterro compactado
- Levantamento de pavimento existente, asfáltico ou betuminoso
- Fornecimento e montagem de coletor em PVC
- Camada de areia para cobrir o coletor
- Pavimentação com betuminoso, apropriado a tráfego

Para a escavação foi considerada a vala tipo do Anexo I. No mapa de medições foi considerado uma profundidade de escavação de 1 metro até ao extradorso superior da conduta, acrescendo o diâmetro do coletor e mais 20 centímetros. Em relação à largura da vala foram considerados na parte superior da vala, 15 centímetros adicionais para o correto levantamento da pavimentação.

Com base na vala tipo representada no Anexo I, foram elaborados mapas de quantidades associados à construção das condutas elevatórias em PVC por metro linear.

Na Tabela 4.6 estão representados os valores totais calculados para a construção das condutas elevatórias, assim como os valores retirados da regressão linear e a relação entre ambos.

Tabela 4.6 - Relação entre os custos calculados e os custos obtidos da regressão linear, para condutas elevatórias em PVC

Diâmetro nominal coletor	Preço Calculado (€/m)	Preço Guia (€/m)	Fator de atualização (-)
DN 125	60 €	37 €	1.54
DN 160	66 €	46 €	1.43
DN 200	74 €	54 €	1.39
DN 315	104 €	76 €	1.37
DN 400	131 €	93 €	1.42

Após os cálculos acima, tornou-se possível proceder às estimativas de construção das condutas elevatórias para Angola, Cabo Verde e Moçambique.

Estas estimativas tiveram por base o mapa de quantidades utilizado para Portugal. Na Tabela 4.7 estão apresentados os valores de construção para os diferentes países, para cinco diâmetro diferentes.

Tabela 4.7 - Custo de construção de condutas elevatórias em PVC, por metro linear, para Angola, Cabo Verde e Moçambique

Diâmetro nominal coletor	Angola (€/m)	Cabo Verde (€/m)	Moçambique (€/m)	Portugal (€/m)
DN 125	91 €	53 €	34 €	60 €
DN 160	99 €	59 €	39 €	66 €
DN 200	112 €	68 €	46 €	74 €
DN 315	156 €	99 €	72 €	104 €
DN 400	197 €	130 €	97 €	131 €

Na Tabela 4.8 são apresentadas as relações dos custos de construção com Portugal, observa-se que tal como acontecia com os emissários gravíticos, a relação com Portugal tende a aumentar com o aumento dos diâmetros.

Tabela 4.8 -Relação de custo com Portugal para condutas elevatórias

Diâmetro nominal coletor	Angola (€/m)	Cabo Verde (€/m)	Moçambique (€/m)
DN 125	1.50	0.88	0.60
DN 160	1.50	0.89	0.62
DN 200	1.50	0.91	0.64
DN 315	1.50	0.95	0.72
DN 400	1.50	0.98	0.77

Proposta de adaptação

Por comparação dos valores obtidos em [24] e dos valores calculados neste trabalho, foi visível um desfasamento pronunciado. Por esta razão, surge a necessidade de se propor fatores de atualização generalizados para [24], aplicáveis em Portugal.

Assim sendo, para as condutas elevatórias o fator multiplicativo proposto para adaptação dos custos é de 1.5 e para os coletores gravíticos é de 2. Com esta informação é possível realizar estimativas orçamentais atualizadas para sistemas de saneamento convencionais, em fase de estudo prévio ou de anteprojecto. No entanto, os custos associados à construção civil têm vindo a sofrer agravamentos pelo que será prudente considerar valores majorados, para utilizações futuras.

Através das Tabelas 4.4 e 4.8, é possível proceder à atribuição de fatores multiplicativos nas relações realizadas com Portugal:

- Angola - 1.5;
- Moçambique - 0.6 para diâmetros de menores dimensões e de 0.9 para os outros;
- Cabo Verde - 0.9 para diâmetros de menores dimensões e de 1.1 para os outros.

Apesar dos equipamentos (ex. grupo electrobomba) não serem do âmbito deste trabalho, adianta-se que os fatores multiplicativos, com Portugal, deverão ser de 1.5 para os três PALOPs em estudo, já que a sua importação acarreta custos acrescidos.

4.2.2 ESTIMATIVA DE ENCARGOS

Para a estimativa de encargos de operação e manutenção adotaram-se os valores propostos para Portugal constantes do "Custos de Exploração de Infraestruturas associadas ao Ciclo Urbano da Água". O custo de exploração anual proposto é de 2700 € por km, para um domínio de aplicação de 130 a 1000 km.

Na Tabela 4.9 são apresentados os fatores propostos calculados pela relação média (das várias estimativas realizadas no presente trabalho) dos custos de construção entre os diferentes países

africanos e Portugal. Aplicaram-se então os fatores, dos diferentes países, sobre o custo em Portugal, por forma a estimar os encargos de exploração.

Tabela 4.9 - Encargos de exploração anual par emissários e condutas enterradas

	Portugal	Angola	Cabo Verde	Moçambique
Fator (-)	1.00	1.50	0.90	0.60
Custo (€/km)	2700 €	4050 €	2430 €	1620 €

4.3 SISTEMAS DE SANEAMENTO DESCENTRALIZADO

Para as soluções descentralizadas a água, a estimativa dos custos associados à construção das diferentes infraestruturas foi feita em função dos estudos apresentados em [21]. Através desse estudo, os valores foram adaptados para os diferentes países em análise e as medições mapeadas para cada tipo de infraestrutura, nos diferentes países, diferentes aglomerados populacionais, diferentes tipos solos (areia, grossa, mistura de areia, etc.) e o nível freático, fator condicionante em estruturas enterradas.

Para se efetuar uma estimativa de custos de construção das infraestruturas é imprescindível ter-se uma noção das dimensões das infraestruturas. Desta forma, no subcapítulo seguinte é apresentado o pré-dimensionamento utilizado para as diferentes infraestruturas, que tem em conta os fatores acima descritos.

4.3.1 PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE INFRAESTRUTURAS

4.3.1.1 FOSSA SÉPTICA

Para o dimensionamento de uma fossa séptica são vários os dados necessários. Assumindo que o mais relevante é a capitação de água por dia por utilizador, é essencial conhecer o número de habitantes a servir. A capitação de água por utilizador, difere entre países em função da riqueza, do país e da sua população, as capitações também dependem da localização, em meios urbanos os consumos de água são superiores quando comparados com meios rurais.

Considera-se que a capitação é igual para todos os habitantes, para este tipo de infraestruturas, e que deve estar associada a um fator de afluência que, neste caso, foi considerado de 0.8 [21]. Isto significa que apenas 80% da água consumida é encaminhada para a rede de drenagem de águas residuais e posteriormente para a fossa séptica.

É então preciso proceder ao cálculo dos volumes associados às águas residuais, lamas digeridas e lamas em digestão. Estes cálculos consideram as seguintes variáveis:

- V -> volume útil (m^3)

- P -> população (*habitantes*)
- C -> capitação de água ($l/(hab * dia)$)
- F -> fator de afluência à rede de drenagem (-)
- C_{lf} -> capitação de lamas frescas ($l/(hab * dia)$)
- C_{ld} -> capitação de lamas digeridas ($l/(hab * dia)$)
- t_r -> tempo de retenção (*dia*)
- t_l -> tempo entre limpezas (*dia*)
- t_d -> tempo de digestão de lamas (*dia*)

O cálculo do volume das águas residuais faz-se através da Equação [4.1]:

$$V_{ar} = P * C * F * t_r \quad [4.1]$$

O tempo de retenção utilizado para o dimensionamento foi de 3 dias [21].

O cálculo do volume associado às lamas digeridas faz-se através da Equação [4.2]:

$$V_{ld} = P * C_{ld} * (t_l - t_d) \quad [4.2]$$

Neste dimensionamento, foi considerado intervalos entre limpezas de 720 dias e 60 dias para o tempo de digestão de lamas [21].

O cálculo do volume ocupado pelas lamas em digestão faz-se através da Equação [4.3]:

$$V_{led} = P * \frac{C_{lf} + C_{ld}}{2} * t_d \quad [4.3]$$

Os valores associados às capitações de lamas frescas variam com a população em estudo. Depende das dietas alimentares que diferem consoante as zonas geográficas e os rendimentos familiares (as capitações de lamas frescas são superiores nas zonas mais pobres devido à alimentação à base de fibras) [36].

Finalmente, o volume total necessário para uma fossa séptica calcula-se através da Equação [4.4]:

$$V = V_{ar} + V_{ld} + V_{led} \quad [4.4]$$

A construção de uma fossa séptica requer uma câmara sifonada que deverá ser instalada a montante da mesma para evitar a propagação de maus odores para o exterior.

Para os diferentes países em análise foram utilizados diferentes valores associados à capitação de água por habitante por dia. Relativamente a Portugal, o valor usado foi baseado na Tese [21], assim como todo o dimensionamento feito. Na Tabela 4.10 são apresentadas as capitações de água nos diferentes países, que foram consideradas para o dimensionamento de soluções descentralizadas a água, no entanto as capitações de água são superiores para utilizadores de sistemas convencionais

pois estão associados a populações mais ricas, e capitações inferiores para sistemas a seco pois habitualmente servem populações mais pobres e com acesso limitado/reduzido a água potável na habitação.

Tabela 4.10 - Capitações de água para Portugal, Angola, Cabo Verde e Moçambique

	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
Capitação (l/(habxdia))	150	80	80	60

Em relação às lamas frescas, considerou-se 0.45 litros por habitante por dia [21] para Portugal e 0.50 litros por habitante por dia para os restantes países (valor obtido com base no Quénia em [20] e utilizando a relação de densidade de fezes humanas expressa em [25], de 1.06 kg/l).

Para as capitações de lamas digeridas, e através da relação entre as lamas frescas e digeridas em [21], utilizou-se o valor de 0.11 litros por habitante por dia em Portugal e 0.15 nos restantes este valor vem da relação da produção de lamas fecais com as lamas digeridas.

O dimensionamento da fossa séptica para os casos em análise admitiu 2 compartimentos e 3 dias de retenção. Na Tabela 4.11 apresentam-se os resultados do dimensionamento para as fossas sépticas nos diferentes países. O valor a_u corresponde à altura útil de efluente na fossa.

Tabela 4.11 - Dimensionamento de fossas sépticas para 3, 5, 7, 10 e 15 utilizadores

País	Utilizadores (hab.)	C (l/(habxdia))	V cálculo (m ³)	a_u (m)	V adotado (m ³)
Portugal	3	150	1.4	1.15	1.5
	5		2.3	1.15	2.2
	7		3.2	1.15	3.2
	10		4.5	1.15	4.6
	15		6.8	1.20	7.1
Angola/ Moçambique	3	80	0.9	1.10	1.2
	5		1.6	1.10	1.6
	7		2.2	1.10	2.4
	10		3.1	1.10	3.3
	15		4.7	1.20	4.8
Cabo Verde	3	60	0.8	1.00	0.9
	5		1.3	1.00	1.5
	7		1.8	1.10	2.1
	10		2.6	1.10	2.7
	15		3.9	1.20	4.0

4.3.1.2 TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

Para o dimensionamento das trincheiras de infiltração, deve ser executado um ensaio ao solo, através de um teste, a fim de estimar o tempo necessário relativo a um rebaixamento de 2,5 centímetros, que irá depender da permeabilidade do solo, para uma largura de 60 centímetros (base da trincheira) [21]. Pretende-se agora dimensionar o comprimento total desta estrutura.

Para isso, utilizou-se como base de cálculo a Tabela 4.11 que indica uma capitação de água de 150 litros por dia por habitante em Portugal. Estabelece-se assim uma relação entre a permeabilidade dos solos e o comprimento necessário de trincheira de infiltração.

Tabela 4.12 - Relação entre o tempo de infiltração no solo e o comprimento necessário de trincheiras, adaptado de [21]

Tempo de infiltração para um rebaixamento de 2,5 cm (min)	Permeabilidade do solo (l/(m ² xdia))	Largura da base da trincheira (m)	Comprimento da trincheira de infiltração por habitante (m/hab)	Natureza dos solos
≤2	130	0.60	1.5	Areia grossa
3	105		1.7	
4	90		2.2	Mistura de areia
5	85		2.4	
10	60		3.3	Areia fina
15	45		4.4	
30	35		5.7	Areia siltosa
60	25		8.0	
≥60	Não aplicável			

Por análise da Tabela 4.12, retira-se que as trincheiras de infiltração não são adequadas para solos com taxa de infiltração inferior a 25 litros por metro quadrado por dia.

A largura da base da trincheira considerada, de 60 cm, é uma solução proposta, no entanto estas estruturas poderão ser concebidas com dimensões diferentes, a medida foi adotada com base no estudo de [21].

Quanto ao comprimento, este foi adaptado em função do efluente proveniente da fossa séptica. Foram realizados cálculos para quatro tipos de solos com diferentes permeabilidades: areia grossa, mistura de areia, areia fina e areia siltosa, cujos tempos de infiltração são de 3, 5, 15 e 60 minutos respetivamente, para um abaixamento de 2,50 cm. Será para estes tempos de infiltração que serão dimensionadas as trincheiras, optando-se assim pelo lado da segurança, isto é, por exemplo para uma areia grossa deverá ser sempre considerado um tempo de infiltração de 3 minutos, e para uma mistura de areia de 5 minutos (usando o limite superior de cada tipo de solo).

Os resultados para o comprimento da trincheira de infiltração, para os diferentes países, estão na Tabela 4.13. O comprimento, por habitante, destas trincheiras de infiltração varia entre os diferentes países (com solos iguais), devido às captações consideradas anteriormente na Tabela 4.10.

Tabela 4.13 - Comprimento das trincheiras de infiltração dimensionados, para diferentes tempos de infiltração, para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

Tempo de infiltração para um rebaixamento de 2,50 cm <i>(min)</i>	Portugal <i>(m/hab)</i>	Angola <i>(m/hab)</i>	Moçambique <i>(m/hab)</i>	Cabo Verde <i>(m/hab)</i>
3 <i>(areia grossa)</i>	1.70	1.00	1.00	0.70
5 <i>(mistura de areia)</i>	2.40	1.30	1.30	1.00
15 <i>(areia fina)</i>	4.40	2.40	2.40	1.80
60 <i>(areia siltosa)</i>	8.00	4.40	4.40	3.20
>60	Não aplicável			

4.3.1.3 POÇO DE INFILTRAÇÃO

Para o dimensionamento de um poço de infiltração é necessário conhecer a natureza do solo onde será instalado. Segundo [21], os valores de referência para os diferentes tipos de solos podem ser observados na Tabela 4.14.

Em relação ao cálculo da altura útil de poço, assumiu-se, nesta análise, o volume do efluente dimensionado atrás, para a fossa séptica em Portugal, e através de um ensaio de permeabilidade do solo, estabeleceu-se a altura necessária para um rebaixamento de 2,5 cm de efluente num poço com dois metros de diâmetro, para diferentes tipos de solo.

Tabela 4.14 - Relação entre o tempo de infiltração no solo e a altura útil de poço necessária, adaptado de [21]

Tempo de infiltração para um rebaixamento de 2,5 cm (min)	Permeabilidade do solo (l/(m ² xdia))	Diâmetro do poço (m)	Altura útil do poço de infiltração por habitante (m/hab)	Natureza dos solos
≤2	130	2.00	0.15	Areia grossa
3	105		0.18	
4	90		0.21	Mistura de areia
5	85		0.22	
10	60		0.32	Areia fina
15	45		0.42	
30	35		0.55	Areia siltosa
>30	Não aplicável			

Calculada a altura útil para poços com 2 metros de diâmetro, é possível estimar o número de poços necessários em função do tipo de solo e do número de habitantes a servir. É relevante atentar que a altura útil deve estar compreendida entre 1 e 3 metros de profundidade. A esta deve ser acrescida um metro de bordo livre de um metro, e 50 centímetros na base do poço para enchimento com material drenante (brita).

A utilização de poços de infiltração deve atender a uma distância superior a 2 metros do nível freático, medido desde a base da escavação até à cota superior do nível freático, uma vez que os aquíferos subterrâneos são habitualmente consumidos pelas populações locais, e a sua contaminação poderá inviabilizar essa utilização.

Para o cálculo de custos associados à construção do sistema de disposição final constituído por poços de infiltração, utilizaram-se os dimensionamentos dos efluentes da fossa séptica para cada país. Os resultados chegados estão apresentados na Tabela 4.15. Tal como para as trincheiras de infiltração, a diferença entre os países advém das diferentes capitações, constantes na Tabela 4.10.

Tabela 4.15 - Dimensionamento da altura útil necessária nos poços de infiltração, dependente do tempo de infiltração

Tempo de infiltração para um rebaixamento de 2,50 cm (min)	Portugal (m/hab)	Angola (m/hab)	Moçambique (m/hab)	Cabo Verde (m/hab)
3 (areia grossa)	0.18	0.10	0.10	0.08
5 (mistura de areia)	0.22	0.12	0.12	0.09
10 (areia fina)	0.32	0.18	0.18	0.13
30 (areia siltosa)	0.55	0.30	0.30	0.22

Em relação aos diferentes aglomerados populacionais/famílias foram concebidas soluções relacionadas com o número de poços necessários e com as alturas úteis adequadas.

Na Tabela 4.16 estão apresentadas as alturas úteis calculadas (A_u) e o respetivo número de poços (N_p) que se propõem utilizando o dimensionamento acima descrito. Para obtenção da altura real do poço deverá ser adicionado 1.5 metros à altura útil considerada (1 metro de bordo livre e 50 centímetros na base do poço para aplicação de material drenante).

Tabela 4.16 – Alturas úteis e número de poços, para os diferentes cenários

País	Tipo de solo	Número de utilizadores									
		3		5		7		10		15	
		A_u	N_p	A_u	N_p	A_u	N_p	A_u	N_p	A_u	N_p
		(m)	(-)	(m)	(-)	(m)	(-)	(m)	(-)	(m)	(-)
Portugal	Areia grossa	0.54	1	0.90	1	1.26	1	1.80	1	2.7	1
	Mistura de areia	0.63	1	1.05	1	1.47	1	2.10	1	3.15	2
	Areia fina	0.96	1	1.60	1	2.24	1	3.20	2	4.8	2
	Areia siltosa	1.65	1	2.75	2	3.85	2	5.50	2	8.25	3
Angola	Areia grossa	0.30	1	0.50	1	0.70	1	1.00	1	1.50	1
	Mistura de areia	0.36	1	0.60	1	0.84	1	1.20	1	1.80	1
	Areia fina	0.54	1	0.90	1	1.26	1	1.80	1	2.70	1
	Areia siltosa	0.90	1	1.50	1	2.10	1	3.00	2	4.50	2
Moçambique	Areia grossa	0.30	1	0.50	1	0.70	1	1.00	1	1.50	1
	Mistura de areia	0.36	1	0.60	1	0.84	1	1.20	1	1.80	1
	Areia fina	0.54	1	0.90	1	1.26	1	1.80	1	2.70	1
	Areia siltosa	0.90	1	1.50	1	2.10	1	3.00	1	4.50	2
Cabo Verde	Areia grossa	0.24	1	0.40	1	0.56	1	0.80	1	1.20	1
	Mistura de areia	0.27	1	0.45	1	0.63	1	0.90	1	1.35	1
	Areia fina	0.39	1	0.65	1	0.91	1	1.30	1	1.95	1
	Areia siltosa	0.66	1	1.10	1	1.54	1	2.20	1	3.30	2

4.3.1.4 TRINCHEIRA FILTRANTE

O dimensionamento deste tipo de estruturas não depende das condições de permeabilidade do terreno uma vez que é feita a recolha do efluente na base das mesmas. Segundo [21], para uma capitação de 150 litros por habitante por dia, estima-se uma área de, pelo menos, 2,50 m² de fundo de vala por cada habitante.

Assume-se assim uma relação linear entre as capitações de água e a área do fundo da vala necessária para cada habitante. Passamos à apresentação das áreas do fundo da vala obtidos para os diferentes países, apresentados na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 - Área de dimensionamento de base da vala da trincheira filtrante por habitante, para, Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
Área (m ² /hab)	2.5	1.35	1.35	1.00

4.3.1.5 ATERRO FILTRANTE

O dimensionamento do aterro filtrante, à semelhança da estrutura anterior, não depende das condições de permeabilidade do terreno, pois estas estruturas são construídas acima do solo, e segundo [21], tal como nas anteriores, é feita a recolha do efluente na sua base. Para uma capitação de 150 litros por habitante por dia, estima-se uma área de, pelo menos, 2,50 m² de base de aterro, por cada habitante.

Assume-se assim uma relação linear entre as capitações de água e a área de base do aterro necessária para cada habitante. Passamos à apresentação das áreas de base do aterro obtidas para os diferentes países, expressas na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 - Área de dimensionamento para a base do aterro filtrante, por habitante, para, Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
Área (m ² /hab)	2.50	1.40	1.40	1.00

4.3.1.6 LATRINA SIMPLES E LATRINA VIP

Por forma a pré-dimensionar estas infraestruturas, assumiu-se que são unifamiliares e por isso consideraram-se os agregados médios familiares de cada um dos países. Na Tabela 4.18 seguem o número médio de habitantes por habitação nos diferentes países, juntamente com o valor adotado para o dimensionamento. Apesar de na Tabela 4.19 serem apresentados valores para Portugal, os mesmos não serão utilizados para estas estruturas, uma vez que estas soluções não são utilizadas no país.

Tabela 4.19 - Número médio de habitantes por casa

	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
Nº de habitantes médio por casa	2.6 ^[34]	4.9 ^[35]	4.4 ^[34]	4.2 ^[34]
Nº de habitantes considerados por família	3	5	5	4

Para o dimensionamento de uma latrina simples e VIP, deve ser considerado o tempo entre esvaziamentos assim como o número de habitantes a servir. Contudo, o número de utilizadores dependerá de cada agregado familiar, a Tabela 4.19 é assim utilizada como base. Para Cabo Verde optou-se por utilizar um valor do número de habitantes por família inferior ao valor médio obtido, dada a proximidade dos valores.

Foi considerado para o dimensionamento das latrinas um volume anual de lamas fecais por utilizador de 60 litros. Para este valor é considerado que os utilizadores da latrina fazem a sua higiene fora do local [23].

À profundidade efetiva das latrinas são acrescentados cerca de 50 centímetros para a posterior cobertura com terra vegetal [20].

Na seguinte Equação [4.5] está expressa a sequência de cálculo para o dimensionamento da fossa associada à latrina.

$$V = \frac{(N * T * v)}{1000} + (0.5 * A) \quad [4.5]$$

Onde,

N - Número de utilizadores

T – Taxa de acumulação de lamas (litros/pessoa/ano)

v – Anos para o dimensionamento

A – Área da base da fossa

O termo $(0.5 * A)$ é referente aos 50 centímetros necessários para o enchimento da fossa com terra para um dimensionamento com segurança.

Para a estimativa de custos das latrinas simples, assumiu-se um dimensionamento para períodos entre esvaziamentos de 1, 2 e 4 anos. As latrinas dimensionadas para períodos de esvaziamento igual a 1 ano não deverão ser idealmente adotadas, pois é um período reduzido para a digestão das lamas fecais, por outro lado, poderão ser adequadas em locais com solos de difícil escavabilidade, adequando-se um menor movimento de terras.

Apesar de as latrinas poderem ter diferentes concepções no presente trabalho os custos associados à sua construção relacionam-se com fossas quadradas de 0.8x0.8 metros para esvaziamentos anuais e 1.2x1.2 metros para os restantes dimensionamentos (2 e 4 anos). Contudo para as estimativas aplicam-se os diâmetros equivalentes, a fossas redondas de 90 centímetros para esvaziamentos anuais, e 1.35 m para os dimensionamentos de 2 e 4 anos. É habitual a utilização de fossas cilíndricas, pois são mais fáceis de construir e a sua geometria contribui para a resistência da fossa (prevenindo possíveis desabamentos, ou a necessidade de recobrimento interior).

Assumiu-se ainda que o interior da fossa tem os primeiros 50 cm inteiramente forrados com alvenaria com as juntas argamassadas, para garantir um assentamento estável da laje da latrina, e o restante forrado com alvenaria com as juntas abertas para conferir uma maior estabilidade da estrutura. Quanto à base da latrina, esta não terá qualquer tipo de revestimento para que proporcione a desidratação mais acelerada das lamas. No entanto, a implantação destas estruturas deve ter em conta o nível freático, não devendo a solução ser considerada se este se encontrar a menos de 2 metros da base da escavação.

Da Tabela 4.20 constam os valores de dimensionamento, os períodos de dimensionamento e as diferentes profundidades, para os diferentes cenários

Tabela 4.20 - Dimensionamento de volume para latrinas simples para uma família, para 1, 2 e 4 anos para Angola, Moçambique e Cabo Verde

País	Anos	Volume mínimo (m ³)	Largura (quadradas) (m)	Diâmetro (cilíndricas) (m)	Área da base (m ²)	Profundidade (m)		Volume adotado (m ³)
						Min.	Adotada	
Angola	1	0.3	0.8	0.90	0.64	0.97	1.00	0.7
	2	0.6	1.2	1.35	1.44	0.92	0.95	1.4
	4	1.2	1.2	1.35	1.44	1.33	1.35	2.0
Moçambique	1	0.3	0.8	0.90	0.64	0.97	1.00	0.6
	2	0.6	1.2	1.35	1.44	0.92	0.95	1.3
	4	1.2	1.2	1.35	1.44	1.33	1.35	1.9
Cabo Verde	1	0.3	0.8	0.90	0.64	0.88	0.90	0.6
	2	0.5	1.2	1.35	1.44	0.83	0.85	1.2
	4	1.0	1.2	1.35	1.44	1.17	1.20	1.7

4.3.1.7 FOSSA ALTERNA

O dimensionamento das fossas alternas é semelhante ao das latrinas simples, variando o número de fossas, a sua profundidade e a acumulação de lamas fecais dos utilizadores.

O dimensionamento de cada fossa deve ter em conta que a matéria fecal armazenada, depois de cheia, fica em repouso por um período de 1 a 2 anos.

Tal como para as latrinas simples e VIP a utilização de fossas alternas não é provável em Portugal e por esse motivo não serão dimensionadas.

Estes tipos de fossas devem ter uma profundidade entre 1 e 1.5 metros [22]. Não deve ser adicionada água ao seu interior uma vez que a água promove a existência de organismos patogénicos e priva as bactérias aeróbias de oxigénio o que impossibilita a degradação da matéria fecal.

O interior das fossas deve ser devidamente revestido para garantir a longevidade da estrutura, e a fossa em repouso deve ser fechada de forma a garantir a não entrada de água ou resíduos para o seu interior, o que poderia inviabilizar a decomposição da matéria fecal do seu interior [22].

A taxa de acumulação de lamas fecais foi considerada em 90 litros por pessoa por ano. Incluiu-se aqui a utilização de folhas para a limpeza anal e a utilização de cinzas usadas posteriormente à defecção para reduzir odores [22].

Na fossa alterna a supraestrutura tem de ser leve e portátil para se poder mover entre as duas fossas.

Dimensionou-se assim uma fossa com área da base de 0.64, tal como para as anteriores estruturas dimensionadas para um ano, e podendo ser de base redonda ou quadrada. No entanto, para estas estruturas a utilização de base quadrada é mais comum, e poderá ser benéfico, dado que as fossas se encontram lado a lado, a base quadrada permite uma menor área de implantação.

Na Tabela 4.20 estão representados os valores de cálculo para os diferentes países, considerando uma produção média anual de 90 litros por utilizador (lamas, folhas, etc.) e um período de enchimento da fossa de 2 anos.

Para o dimensionamento destas estruturas utilizaram-se os valores de agregados médios familiares, anteriormente considerados na Tabela 4.21. Resultam assim volumes distintos para os diferentes países devido ao número médio de habitantes por agregado familiar.

Tabela 4.21 - Volumes de dimensionamento de fossas alternas para Angola, Moçambique e Cabo Verde

País	Volume mínimo (m^3)	Largura (quadradas) (m)	Diâmetro (cilíndricas) (m)	Área da base (m^2)	Profundidade adotada (m)	Volume adotado (m^3)
Angola	0.90	0.8	0.9	0.64	1.95	1.25
Moçambique	0.90	0.8	0.9	0.64	1.95	1.25
Cabo Verde	0.72	0.8	0.9	0.64	1.65	1.05

4.3.1.8 LATRINA ECOLÓGICA

Para as latrinas ecológicas o dimensionamento tem de prever um volume adicional por habitante devido à utilização da matéria orgânica que é utilizada para acelerar a compostagem das lamas fecais e reduzir os elementos patogénicos existentes [22].

O dimensionamento destas estruturas considerou o volume gerado de lamas fecais por habitante em 300 litros anuais. [22].

Apesar destas estruturas não serem comuns para Portugal serão dimensionadas pois considera-se que em alguns casos pontais (como por exemplo em ambientes rurais, reservas naturais, etc.) tais estruturas possam ser utilizadas, como acontece em alguns países desenvolvidos.

Quanto ao reservatório de urina não foi feito o dimensionamento de volume. Considerou-se a utilização de uma recolha simples através de um tubo, de pequenas dimensões, ligado a um jerrican instalado no exterior da latrina.

A utilização da urina para a agricultura também poderá trazer benefícios para as culturas se previamente armazenada e aplicada de maneira correta. No entanto, os agricultores deverão ser educados a uma utilização segura e otimizada da mesma.

Na Tabela 4.22 constam os volumes obtidos:

Tabela 4.22 - Volumes de dimensionamento para latrinas ecológicas, para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
Volume de dimensionamento (m ³)	0.90	1.50	1.50	1.20

4.3.2 ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS PARA SISTEMAS COM ÁGUA

4.3.2.1 FOSSA SÉPTICA

Para a estimativa de custos da fossa séptica foram considerados os seguintes trabalhos:

- Escavação do terreno a céu aberto com meios mecânicos em solos coerentes de argila semi-dura, para implantação do órgão;
- Remoção e transporte a vazadouro, para uma distância máxima de 10 km, incluindo 20% de empolamento;
- Betão armado na execução do órgão, incluindo cofragem. Armadura com aço A400 com uma concentração de 40kg/m³, e betão C25/30 S3;
- Reboco interior com aplicação de revestimento com tinta epóxi;

- Tampa de ferro fundido com 600 mm de diâmetro e classe B125; e
- Tubagem de entrada e saída em PVC-U DN200 PN6, incluindo todos os trabalhos complementares.

Em relação à fossa séptica, foram calculadas as quantidades necessárias para cada trabalho identificado, considerando os diferentes aglomerados.

Na Tabela 4.23 está representada uma estimativa de preço total, de construção da fossa séptica, para os diferentes números de utilizadores, nos diferentes países.

Tabela 4.23 - Custo de construção de fossas sépticas para servir 3, 5, 7, 10 e 15 utilizadores

Número de utilizadores	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
3	1 410 €	1973 €	1 055 €	1 368 €
5	1 732 €	2206 €	1 121 €	1 550 €
7	2 060 €	2588 €	1 229 €	1 736 €
10	2 414 €	3152 €	1 387 €	1 878 €
15	3 091 €	3725 €	1 549 €	2 171 €

4.3.2.2 TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

Concluído o dimensionamento da trincheira de infiltração, passa-se agora à estimativa dos custos de construção. Foram considerados os seguintes trabalhos:

- Escavação e abertura de valas para a implantação da tubagem, em terreno compacto;
- Aterro regado com material da própria escavação;
- Remoção e transporte a vazadouro, para uma distância máxima de 10 km, incluindo 20% de empolamento;
- Tubagem de entrada e saída em PVC-U DN110 PN6;
- Tubagem de distribuição em polietileno DN90 PE80 PN10;
- Tubagem de alimentação das trincheiras em polietileno DN90 PE80 PN10;
- Brita com diâmetro de 40 a 70 mm; e
- Manta de fibras de polipropileno.

Para a estimativa de custos da câmara repartidora, com quatro saídas, foram considerados os seguintes trabalhos:

- Escavação do terreno a céu aberto com meios mecânicos em solos coerentes de argila semi-dura, para implantação do órgão;
- Remoção e transporte a vazadouro, para uma distância máxima de 10 km, incluindo 20% de empolamento;
- Betão armado na execução do órgão, incluindo cofragem. Armadura com aço A400 com uma concentração de 40kg/m³, e betão C25/30 S3;
- Reboco interior com aplicação de revestimento com tinta epóxi;
- Reboco exterior com argamassa de 300 kg de cimento com 1 cm de espessura e pintura com tinta plástica 2 demãos;
- Tampa metálica em chapa nervurada de 3 mm de espessura, protegido contra a corrosão, com dimensão de 1000 x 1000 mm;
- Descarregador em PVC de 3 mm de espessura.

Na Figura 4.1 está representada uma câmara repartidora ligada a uma fossa séptica a montante, e a trincheiras de infiltração a jusante.

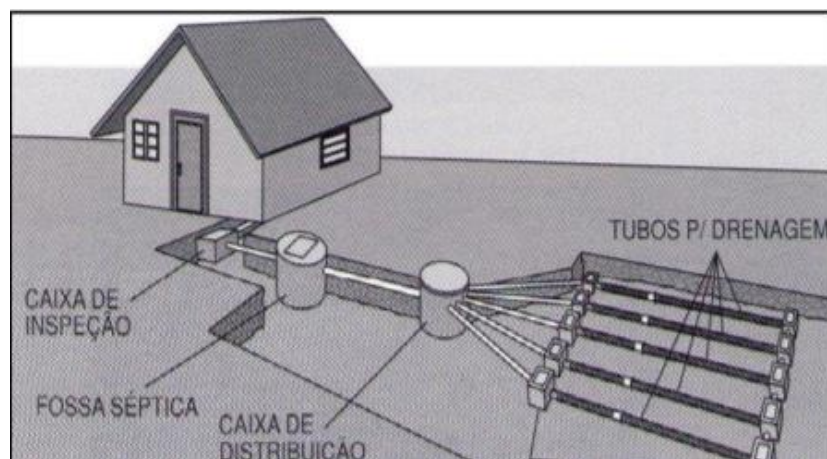


Figura 4.1 - representação de fossa séptica ligada a câmara repartidora e consecutivamente a trincheiras de infiltração

Na Tabela 4.24 apresentam-se as diferentes estimativas de construção de trincheiras de infiltração e respectivas câmaras repartidoras, para diferentes cenários.

Tabela 4.24 - Custo de construção de trincheiras de infiltração, incluindo câmara repartidora

País	Tipo de solo	Nº de utilizadores				
		3	5	7	10	15
Portugal	Areia grossa	1 210 €	1 317 €	1 424 €	1 584 €	1 851 €
	Mistura de areia	1 276 €	1 427 €	1 578 €	1 804 €	2 181 €
	Areia fina	1 464 €	1 741 €	2 018 €	2 432 €	3 124 €
	Areia siltosa	1 804 €	2 307 €	2 809 €	3 564 €	4 821 €
Angola	Areia grossa	1 713 €	1 805 €	1 897 €	2 035 €	2 265 €
	Mistura de areia	1 758 €	1 881 €	2 003 €	2 187 €	2 493 €
	Areia fina	1 913 €	2 139 €	2 364 €	2 703 €	3 267 €
	Areia siltosa	2 193 €	2 606 €	3 019 €	3 638 €	4 669 €
Moçambique	Areia grossa	1 217 €	1 258 €	1 298 €	1 360 €	1 462 €
	Mistura de areia	1 236 €	1 290 €	1 344 €	1 424 €	1 559 €
	Areia fina	1 304 €	1 403 €	1 503 €	1 651 €	1 899 €
	Areia siltosa	1 428 €	1 609 €	1 791 €	2 064 €	2 518 €
Cabo Verde	Areia grossa	1 397 €	1 436 €	1 474 €	1 532 €	1 627 €
	Mistura de areia	1 422 €	1 476 €	1 519 €	1 613 €	1 750 €
	Areia fina	1 488 €	1 587 €	1 685 €	1 833 €	2 080 €
	Areia siltosa	1 604 €	1 781 €	1 957 €	2 222 €	2 663 €

4.3.2.3 POÇO DE INFILTRAÇÃO

Para a estimativa de custos de construção dos poços de infiltração, foram considerados os seguintes trabalhos:

- Escavação do terreno a céu aberto com meios mecânicos em solos coerentes de argila semi-dura, para implantação do órgão;
- Aterro regado com material da própria escavação;
- Remoção e transporte a vazadouro, para uma distância máxima de 10 km, incluindo 20% de empolamento;
- Brita com diâmetro de 40 a 70 mm;
- Manta de fibras de polipropileno;
- Alvenaria de tijolo maciço 22x11x7 com juntas argamassadas;
- Alvenaria de tijolo maciço 22x11x7 com juntas abertas;
- Betão armado na execução da laje, incluindo cofragem. Armadura com aço A400 com uma concentração de 40kg/m³, e betão C25/30 S3;
- Tampas metálicas com grade electrosoldada metálica formada por chapa de aço de 30x2 mm em quadricula de 30x30 mm;
- Tubagem de entrada e saída em PVC-U DN110 PN6.

A utilização deste tipo de estrutura também prevê a construção de câmaras repartidoras de caudal, colocadas a montante dos poços e a jusante da fossa séptica, semelhantes às utilizadas nas trincheiras de infiltração.

Apresenta-se assim a estimativa de custos totais associados à construção de poços de infiltração e respetivas câmaras repartidoras, na Tabela 4.25 para os diferentes cenários em análise.

Tabela 4.25 - Custo de construção de poços de infiltração para diferentes cenários, para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

País	Tipo de solo	Número de utilizadores				
		3	5	7	10	15
Portugal	Areia grossa	1 897 €	1 959 €	2 021 €	2 093 €	2 226 €
	Mistura de areia	2 014 €	2 261 €	2 508 €	2 879 €	3 498 €
	Areia fina	2 202 €	2 575 €	2 949 €	3 509 €	5 459 €
	Areia siltosa	2 607 €	3 250 €	4 910 €	5 875 €	8 499 €
Angola	Areia grossa	2 883 €	3 058 €	3 233 €	3 496 €	3 935 €
	Mistura de areia	2 935 €	3 146 €	3 356 €	3 672 €	4 198 €
	Areia fina	3 093 €	3 409 €	3 724 €	4 198 €	4 987 €
	Areia siltosa	3 409 €	3 935 €	4 461 €	5 250 €	8 247 €
Moçambique	Areia grossa	1 256 €	1 295 €	1 334 €	1 392 €	1 489 €
	Mistura de areia	1 268 €	1 314 €	1 361 €	1 430 €	1 547 €
	Areia fina	1 303 €	1 373 €	1 442 €	1 546 €	1 721 €
	Areia siltosa	1 373 €	1 489 €	1 605 €	1 779 €	2 585 €
Cabo Verde	Areia grossa	1 868 €	1 937 €	2 006 €	2 110 €	2 282 €
	Mistura de areia	1 881 €	1 959 €	2 036 €	2 153 €	2 347 €
	Areia fina	1 933 €	2 045 €	2 157 €	2 325 €	2 606 €
	Areia siltosa	2 049 €	2 239 €	2 429 €	2 714 €	3 188 €

4.3.2.4 TRINCHEIRA FILTRANTE

Para a estimativa de custos de trincheiras filtrantes foram considerados os seguintes trabalhos:

- Escavação do terreno a céu aberto com meios mecânicos em solos coerentes de argila semi-dura, para implantação da tubagem;
- Aterro regado com material da própria escavação;
- Remoção e transporte a vazadouro, para uma distância máxima de 10 km, incluindo 20% de empolamento;
- Tubagem de entrada e saída em PVC-U DN110 PN6;
- Tubagem de distribuição em polietileno DN90 PE80 PN10;
- Tubagem de recolha das trincheiras em polietileno DN90 PE80 PN10;

- Brita com diâmetro de 40 a 70 mm;
- Areia grossa de diâmetro eficaz de 0.5 mm e coeficiente de uniformidade não superior a 4; e
- Manta de fibras de polipropileno.

Esta solução é composta por 1 câmara repartidora com 3 saídas e 3 câmaras repartidoras com 4 saídas.

Para a estimativa de custos das câmaras repartidoras foram considerados os trabalhos semelhantes aos utilizados nas trincheiras de infiltração.

São agora apresentados os custos associados à construção de trincheiras filtrantes e respetivas câmaras repartidoras, na Tabela 4.26.

Tabela 4.26 - Custo de construção de trincheiras filtrantes para diferentes aglomerados populacionais, para, Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

Número de utilizadores	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
3	1 681 €	1 788 €	971 €	1 147 €
5	2 384 €	2 354 €	1 163 €	1 372 €
7	3 087 €	2 921 €	1 355 €	1 597 €
10	4 143 €	3 771 €	1 644 €	1 934 €
15	5 901 €	5 187 €	2 124 €	2 496 €

4.3.2.5 ATERRO FILTRANTE

Para a estimativa de custos do aterro filtrante foram considerados os seguintes trabalhos:

- Escavação do terreno a céu aberto com meios mecânicos em solos coerentes de argila semi-dura, para implantação do órgão;
- Aterro regado e compactado com terra vegetal;
- Remoção e transporte a vazadouro, para uma distância máxima de 10 km, incluindo 20% de empolamento;
- Tubagem de distribuição e recolha em PVC-U DN110 PN6;
- Tubagem de entrada e saída em PVC-U DN110 PN6;
- Brita com diâmetro de 40 a 70 mm;
- Areia grossa de diâmetro eficaz de 0/5 mm; e
- Manta de fibras de polipropileno.

Esta solução é composta por 1 câmara repartidora com 2 saídas. Para a estimativa de custos das câmaras repartidoras foram considerados os trabalhos descritos para as trincheiras de infiltração.

Calculadas as quantidades necessárias associadas a cada um dos trabalhos descritos acima, passou-se à estimativa dos custos totais de construção do aterro filtrante e respetiva câmara repartidora. Os custos totais obtidos apresentam-se na Tabela 4.27.

Tabela 4.27 - Custo de construção do aterro filtrante para diferentes aglomerados populacionais, para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

Número de utilizadores	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
3	2 076 €	2 107 €	965 €	1 171 €
5	3 113 €	2 981 €	1 254 €	1 516 €
7	4 149 €	3 854 €	1 542 €	1 860 €
10	5 704 €	5 165 €	1 644 €	2 377 €
15	8 295 €	7 350 €	2 697 €	3 239 €

4.3.3 ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS PARA SISTEMAS A SECO

4.3.3.1 LATRINA SIMPLES

Para a estimativa de custos de latrinas simples foram considerados os seguintes trabalhos:

- Execução da escavação;
- Deposição do material sobranete da escavação;
- Construção de estrutura de reforço para as paredes do fosso, em alvenaria de tijolo maciço com juntas abertas (apenas para o dimensionamento a 2 anos, devido aos periódicos esvaziamentos);
- Construção de estrutura de reforço para as paredes do fosso, em alvenaria de tijolo maciço com juntas argamassadas, até uma profundidade de 50 cm abaixo da laje de assentamento;
- Laje em betão ligeiramente armada.

Não foram contabilizados trabalhos/custos detalhados para a supraestrutura tendo sido assumido um valor simbólico de 15 euros. Esta opção teve por base o facto de as supraestruturas, nos países em desenvolvimento, serem construídas com materiais acessíveis, tradicionalmente utilizados de baixo custo.

Os custos globais associados à construção destas estruturas constam da Tabela 4.28, estão expressos em euros e em função do número de anos de dimensionamento.

Tabela 4.28 - Custo associado à construção de latrinas simples com períodos de dimensionamento de 1, 2 e 4 anos para Angola, Moçambique e Cabo Verde

Nº de anos	Angola	Moçambique	Cabo Verde
1	215 €	53 €	89 €
2	359 €	83 €	146 €
4	430 €	97 €	168 €

4.3.3.2 LATRINA VIP

O mapa de quantidades utilizado para este tipo de estruturas é semelhante ao utilizado para as latrinas simples com o acréscimo de um tubo que vai do interior da latrina até 30 cm acima do telhado das superestruturas. Mantém-se o valor simbólico de 15 euros para a supraestrutura, sendo que o tubo utilizado nesta solução será contabilizado de forma independente.

Foram considerados, para além dos anteriormente descritos nas latrinas simples, os seguintes trabalhos:

- Tubo de polietileno para ventilação da latrina com diâmetro de 110 mm;
- Rede mosquiteira, a colocar na extremidade do tubo de polietileno.

Os custos globais associados à construção destas estruturas estão expressos na Tabela 4.29.

Tabela 4.29 - Custo associado à construção de latrinas VIP com períodos de dimensionamento de 1, 2 e 4 anos para Angola, Moçambique e Cabo Verde

Nº de anos	Angola	Moçambique	Cabo Verde
1	262 €	70 €	121 €
2	406 €	100 €	177 €
4	477 €	114 €	199 €

4.3.3.3 FOSSA ALTERNA

Para o cálculo das estimativas de custos foram considerados os seguintes trabalhos:

- Execução da escavação para duas fossas;
- Deposição do material sobranete da escavação;
- Construção de estrutura de reforço para as paredes do fosso, em alvenaria de tijolo maciço com juntas abertas;

- Construção da estrutura de assentamento da laje da fossa, em alvenaria de tijolo maciço com juntas argamassadas, até 50 cm abaixo da laje da latrina;
- Laje em betão ligeiramente armado;
- Parede de estrutura leve em madeira;
- Telhado mono-inclinado de madeira;
- Porta de 0.8x2.10 m, de madeira;
- Rede para aplicar na folga existente entre as paredes de alvenaria e o telhado;
- Tubo de polietileno para ventilação da latrina com diâmetro de 110 mm;
- Rede mosquiteira, a colocar na extremidade do tubo de polietileno.

Na Tabela 4.30 são apresentados os valores obtidos para a construção de uma fossa alterna com um volume útil dimensionado para 2 anos.

Tabela 4.30 - Custo de construção de fossas alterna para um volume de dimensionamento de 2 anos, para Angola, Moçambique e Cabo Verde

Nº de anos	Angola	Moçambique	Cabo Verde
2	1 035 €	328 €	532 €

O facto destas estruturas serem consideravelmente mais caras que as latrinas simples e VIP, prende-se com a utilização de uma supraestrutura elaborada de madeira que permita ser transportada entre as duas fossas.

4.3.3.4 LATRINA ECOLÓGICA

Estas estruturas podem ter diversas conceções, nomeadamente ter um funcionamento semelhante ao da fossa alterna. Mas também podem assegurar funcionamento contínuo, e foi esta a solução estimada neste trabalho. São essencialmente adequadas para locais de nível freático elevado ou de difícil escavabilidade (rocha), pois não necessitam de escavação podendo ser construídas acima do solo natural.

Para a construção destas estruturas foi adotada uma estrutura em betão armado para armazenar a matéria fecal e orgânica e uma supraestrutura com um custo simbólico de 15 euros.

Foram considerados os seguintes trabalhos:

- Escavação para nivelamento do solo, para implantação da latrina;
- Espalhamento do material sobranete da escavação;
- Estrutura de betão armado na execução do órgão (pode também ser de alvenaria), incluindo cofragens, para a construção da latrina;
- Laje de betão levemente armado;

- Grelhas de ventilação de lâminas fixas de aço galvanizado para assentamento em betão, de dimensão 50x20 cm;
- Tubo de ventilação;
- Rede mosquiteira (a colocar na extremidade do tubo de ventilação);
- Porta de ferro de acesso à latrina.

Na Tabela 4.31 são apresentados os custos obtidos, para a construção de uma latrina ecológica, com um volume útil dimensionado para 1 ano.

Tabela 4.31 - Custo de construção de latrinas ecológicas para Portugal, Angola, Moçambique e Cabo Verde

Nº de anos	Portugal	Angola	Moçambique	Cabo Verde
1	562 €	1 059 €	305 €	520 €

4.3.4 ESTIMATIVA DE CUSTOS DE OPERAÇÃO

Para as latrinas simples e VIP foram contabilizados os custos de esvaziamento associados ao volume de lamas fecais produzidas por família obtidos para Moçambique que se apurou ser de 3 mil meticais (cerca de 35 euros) de 2 em 2 anos.

Para Angola e Cabo Verde, os valores acima foram adaptados a partir do fator que relaciona os custos de construção estimados no âmbito deste trabalho.

Foi assim que se estimaram os valores que constam da Tabela 4.32. Estes representam o custo de esvaziamento de latrinas unifamiliares para uma periodicidade de 2 anos, assim como o valor associado ao custo por metro cúbico de matéria a esvaziar.

Tabela 4.32 - Custo de esvaziamento de latrinas simples e VIP

	Angola	Moçambique	Cabo Verde
Custo (€/m³)	206 €	59 €	75 €
Custo (€/2anos)	122 €	35 €	36 €

4.4 VARIABILIDADE DOS CUSTOS DE CONSTRUÇÃO

A variabilidade local, em cada país, dos custos de construção pode ser significativa (por exemplo, a construção de infraestruturas em locais de difícil acesso encarece a obra). Tendo em conta estas dependências, são propostos alguns fatores com base na localização e em valores obtidos em [26].

Resumindo, o fator associado à zona deriva de um encarecimento na utilização de materiais nobres e de mão de obra qualificada. São então propostos 3 tipos de zonas:

- cidades e centros urbanos, zonas com facilidade de acesso a materiais, mão de obra e equipamentos;
- zonas periurbanas e semi-rurais, estas apesar de próximas dos centros urbanos são normalmente muito densas, de difícil acesso, inviabilizando a utilização de alguns tipos de equipamentos mecânicos;
- zonas rurais e remotas, com um fator de majoração associado mais elevado.

Na Tabela 4.33 estão expressos os fatores multiplicativos para os diferentes tipos de zonas, para soluções a água.

Tabela 4.33 - Fatores multiplicativos associados à zona a construir para soluções a água

	Zonas Urbanas	Zonas periurbanas e semi-rurais	Zonas rurais e remotas
Fator multiplicativo Para saneamento a água	1.00	1.25	1.50

Os valores propostos apenas devem ser aplicados às infraestruturas a água. Não seria coerente encarecer as obras de sistemas a seco, como as latrinas em meios rurais, já que normalmente se recorre à utilização de materiais tradicionais e disponíveis nos locais o que reduz significativamente os custos de construção. São apresentados os fatores multiplicativos de soluções a seco para os diferentes tipos de zonas, na Tabela 4.34.

Tabela 4.34 - Fatores multiplicativos associados à zona a construir para soluções a seco

	Zonas Urbanas	Zonas periurbanas e semi-rurais	Zonas rurais e remotas
Fator multiplicativo para saneamento a seco	1.00	1.00	0.80

5 FERRAMENTA PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS

De forma a facilitar o cálculo e a consulta de estimativas de custo para os diferentes tipos de infraestruturas de saneamento, analisados nos capítulos anteriores, procedeu-se ao desenvolvimento de uma ferramenta interativa com recurso ao programa *Excel*.

Através de etapas sucessivas a ferramenta estima custos de construção para diferentes infraestruturas de saneamento descentralizado a água para aglomerados populacionais de 3 a 15 utilizadores. Apresenta também as estimativas das infraestruturas a seco unifamiliares, para famílias de 3 a 5 habitantes, adequadas a cada país. Relativamente aos sistemas convencionais de saneamento, o programa apresenta as estimativas de emissários gravíticos e condutas elevatórias, por metro linear.

Segue o link para acesso à ferramenta:

<https://1drv.ms/x/s!AvnIMIH1HM3MyBMc3HUxEbVTKsIP?e=VGeDL1>

Na Figura 5.1, está representado um fluxograma representativo das principais características da ferramenta e do seu funcionamento.

Ferramenta para Estimativas de Custos

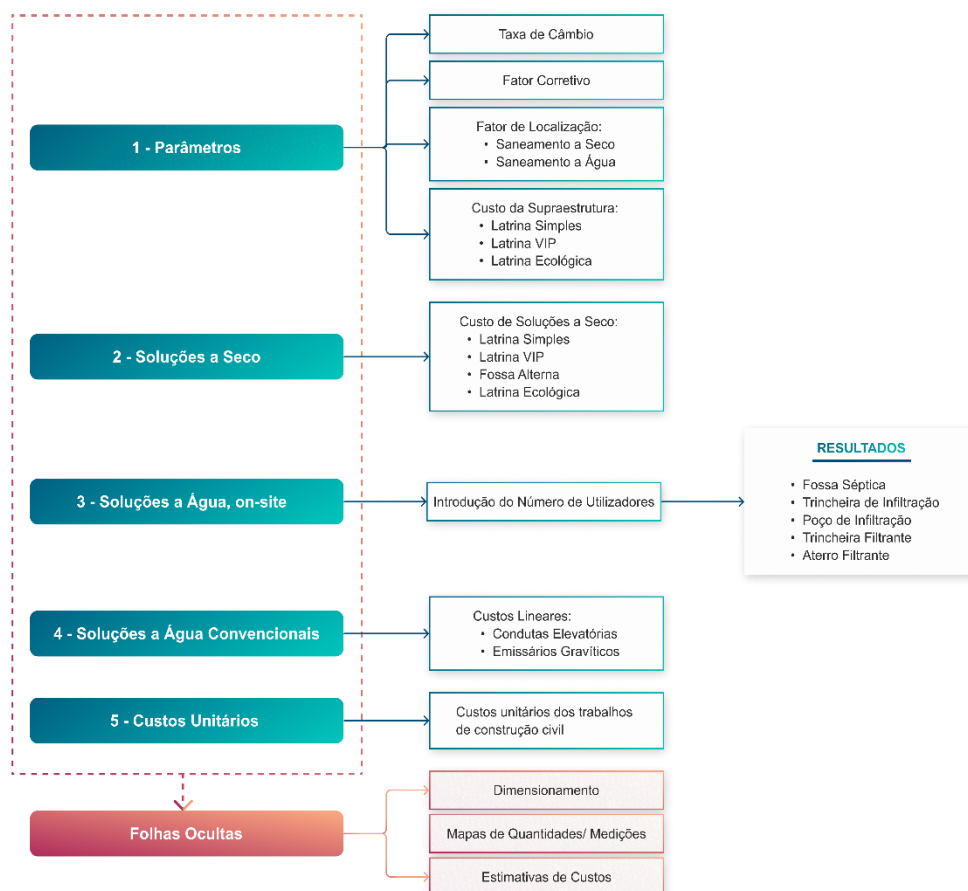


Figura 5.1 - Fluxograma, representativo da ferramenta para estimativas de custos

Esta ferramenta é composta por 5 folhas (de Excel) principais que se encontram visíveis e nas quais o utilizador consegue proceder à estimativa dos custos de construção de infraestruturas de saneamento:

- “1-Parâmetros”;
- “2-Soluções a Seco”;
- “3-Soluções a Água, *on-site*”;
- “4-Soluções a água convencionais”
- “Custos unitários”.

Na primeira folha, “1-Parâmetros”, apresentam-se alguns parâmetros que, essenciais a qualquer estimativa, podem ser alterados pelo utilizador, nomeadamente:

- Taxa de Câmbio, a alteração deste parâmetro é desaconselhada, uma vez estar associado à taxa de câmbio aplicável aquando da obtenção dos custos unitários utilizados. A variação brusca, do valor das moedas locais, tende a ter consequências nos custos de materiais e serviços, desta forma, esta taxa só deverá ser alterada em simultaneidade com a alteração dos custos unitários, por valores mais atuais.
- Fator de correção, este fator tem por objetivo aproximar os valores obtidos no gerador de preços com valores mais realistas.
- Fator de localização, está associado aos pressupostos considerados no Subcapítulo 4.3. Este fator difere de soluções a seco para soluções a água devido aos materiais utilizados e à mão-de-obra especializada.
- Custo de construção da supraestrutura, valor associado à construção da supraestrutura das latrinas simples, VIP e ecológicas com materiais locais e tradicionais de baixo custo.

Na Figura 5.2 está representada a primeira folha visível da ferramenta, “1-Parâmetros”, as células de cor verde podem ser alteradas pelo utilizador, todas as restantes não devem ser alteradas para garantir o bom funcionamento da ferramenta.

Parâmetros a alterar				
	Cambio de Julho de 2020			
	Euro	MZN	ECV	Kz
Euro =1	1.00 €	70.00	110.00	600.00
(Moçambique) Metical =1	0.01 €	1.00	1.57	8.57
(Cabo Verde) Escudo=1	0.01 €	0.64	1.00	5.45
(Angola) Kuanza =1	0.002 €	0.12	0.18	1.00
	Fator de Correção			
	País	Fator		
	Portugal	1.00		
	Angola	1.00		
	Moçambique	1.00		
	Cabo Verde	1.00		
	Fator de localização (a água)		1.00	
	Fator de localização (a seco)		1.00	
	Custo de construção de supraestrutura		15.00 €	

(Valor deve ser 1.00 para zonas urbanas, 1.25 para zonas peri-urbanas ou semi-rurais e 1.5 para zonas rurais)

(Valor deve ser 1.00 para zonas urbanas, 1.00 para zonas peri-urbanas ou semi-rurais e 0.8 para zonas rurais)

(Valor de 15 € considerado para a construção com materiais locais de fácil aquisição)

Figura 5.2 - Representação da folha da ferramenta, "1-Parâmetros"

A segunda folha, “2-Soluções a Seco”; inclui a visualização do custo de construção de soluções de saneamento a seco, nomeadamente:

- Latrina Simples;
- Latrina VIP;
- Fossa Alternativa;
- Latrina ecológica.

O utilizador deve aceder à segunda folha, “2-Soluções a Seco”, e consultar o preço para o país em análise. É de reforçar que as estas soluções foram dimensionadas para aglomerados familiares em função do valor médio do país: para Angola e Moçambique tratam-se de famílias com 5 habitantes, para Cabo Verde famílias com 4 habitantes e para Portugal famílias com 3 habitantes. Na Figura 5.3 está representada a interface apresentada ao utilizador para a estimativa de soluções de saneamento a seco.

Estimativa de custos - Saneamento a Seco					
Latrina simples					
Período entre esvaziamentos	Portugal	Angola	Cabo Verde	Moçambique	
1 anos	136.34 €	214.78 €	89.42 €	53.30 €	
2 anos	224.99 €	358.65 €	145.77 €	83.02 €	
4 anos	253.65 €	430.29 €	167.72 €	96.91 €	
Latrina VIP					
Período entre esvaziamentos	Portugal	Angola	Cabo Verde	Moçambique	
1 anos	167.79 €	261.95 €	120.66 €	69.89 €	
2 anos	256.44 €	405.82 €	177.01 €	99.61 €	
4 anos	285.10 €	477.47 €	198.96 €	113.50 €	
Fossa Alternativa					
Período entre esvaziamentos	Portugal	Angola	Cabo Verde	Moçambique	
1 anos	647.56 €	1,035.15 €	532.20 €	328.23 €	
Latrina Ecológica					
Período entre esvaziamentos	Portugal	Angola	Cabo Verde	Moçambique	
1 anos	562.26 €	1,059.45 €	519.92 €	305.46 €	

Notas
O dimensionamento das estruturas a seco foi efetuado em função dos agregados médios familiares dos diferentes países.

Portugal = 3 utilizadores
Angola = 5 utilizadores
Cabo Verde = 4 utilizadores
Moçambique = 5 utilizadores

Figura 5.3 - Representação da folha da ferramenta, "2-Soluções a Seco"

Na terceira folha, “3-Soluções a água descent.”, apresentam-se os custos de construção das infraestruturas de saneamento a água, descentralizadas, de retenção e tratamento primário assim como de disposição final. Esta folha de Excel é interativa permitindo que o utilizador altere o número de habitantes para o qual pretende a estimativa, num intervalo compreendido entre 3 e 15 habitantes. Na Figura 5.4, está representada a folha da ferramenta relativa à estimativa de custos para soluções a água, descentralizadas.

Estimativa de Custos - Saneamento a Água - Descentralizado					
Inserir o número de habitantes		10	(Valor compreendido entre 3 e 15 habitantes)		
Solução	Custo de Construção				
	País				
	Portugal	Moçambique	Cabo Verde	Angola	
Fossa Séptica	2,413.89 €	1,387.47 €	1,877.78 €	3,152.04 €	
Trincheira de Infiltração	Areia Grossa	1,583.91 €	1,359.79 €	1,531.50 €	2,034.62 €
	Mistura de areia	1,803.88 €	1,424.31 €	1,612.98 €	2,186.75 €
	Areia Fina	2,432.37 €	1,651.35 €	1,833.44 €	2,702.51 €
	Areia Siltosa	3,563.66 €	2,063.52 €	2,221.61 €	3,637.54 €
Poço de infiltração	Areia Grossa	2,092.64 €	1,391.86 €	2,109.67 €	3,496.44 €
	Mistura de areia	2,879.44 €	1,430.57 €	2,152.80 €	3,671.81 €
	Areia Fina	3,509.41 €	1,546.71 €	2,325.33 €	4,197.91 €
	Areia Siltosa	5,874.62 €	1,779.00 €	2,713.51 €	5,250.11 €
Trincheira Filtrante	4,142.51 €	1,643.59 €	1,934.02 €	3,770.53 €	
Aterro Filtrante	5,703.95 €	1,975.24 €	2,377.32 €	5,165.17 €	

Figura 5.4 - Representação da folha da ferramenta, "3-Soluções a água, on-site"

Para visualizar o custo de construção das soluções de saneamento convencionais a água, nomeadamente os custos, por metro linear, de emissários gravíticos enterrados e de condutas elevatórias enterradas, o utilizador deve aceder à quarta folha da ferramenta, "4-Soluções a água convencionais". Na Figura 5.5, está representada esta folha para diferentes diâmetros de emissários gravíticos e condutas elevatórias.

Estimativa de Custos - Saneamento a Água - Convencionais				
Custo de Construção por metro linear -Emissários Gravíticos				
Diâmetro	País			
	Portugal	Angola	Cabo Verde	Moçambique
DN200	128.11 €	192.17 €	113.37 €	70.47 €
DN315	169.12 €	253.68 €	154.51 €	104.09 €
DN400	208.26 €	312.39 €	196.38 €	139.07 €
DN500	275.59 €	413.39 €	274.96 €	207.51 €
DN630	316.18 €	474.27 €	309.26 €	232.89 €
DN800	431.31 €	646.96 €	437.54 €	342.80 €
DN1000	572.68 €	859.03 €	598.63 €	481.68 €
Custo de Construção por metro linear -Condutas Elevatórias				
Diâmetro	País			
	Portugal	Angola	Cabo Verde	Moçambique
DN125	60.37 €	90.56 €	53.14 €	34.39 €
DN160	65.97 €	98.96 €	59.08 €	39.10 €
DN200	74.49 €	111.74 €	67.69 €	45.91 €
DN315	103.87 €	155.81 €	99.24 €	71.83 €
DN400	131.34 €	197.01 €	129.60 €	97.28 €

Figura 5.5 - Representação da folha da ferramenta, "4-Soluções a água convencionais"

Adicionalmente a ferramenta dispõe de algumas folhas ocultas ao utilizador. Destas folhas, constam os cálculos base às estimativas de custos. Nas Figuras 5.6 e 5.7 está representada a folha relativa aos

custos unitários utilizados. É possível ao utilizador alterar de raiz os valores propostos para os diferentes trabalhos, nas moedas locais de cada país.

B		C	D	E	F	G
Custos unitários						
Trabalho	Unidades	País				
		Portugal (€)	Angola (Kz)	Moçambique (MZN)	Cabo Verde (ECV)	
Movimentação de Terras						
Escavação do terreno para implantação do orgão	m3	14.65	13185.00	337.54	965.47	
Escavação de vala	m3	27.01	24309.00	610.51	1733.73	
Remoção e transporte a vazadouro, incluindo 20% de empolamento	m3	5.44	4896.00	151.85	440.84	
Aterro regado e compactado com material da própria vala	m3	9.40	8460.00	210.06	700.24	
Aterro regado e compactado com terra vegetal	m3	32.39	29151.00	934.22	2889.55	
Brita, godo ou escória de 0.02 a 0.05 m	m3	40.00	36000.00	885.70	2784.85	
Manta geotêxtil	m2	0.64	576.00	46.65	80.44	
Areia grossa de diâmetro eficaz de 0.5 mm e coeficiente de uniformidade não superior a 4	m3	21.83	19647.00	649.94	2005.89	
Camada de brita com 0.1 m de espessura	m2	4.00	3600.00	78.66	274.41	
Camada de areia com 0.3 m de espessura	m2	9.64	8676.00	29.91	94.62	
Camada de terra vegetal com 0.10 m de espessura	m2	3.24	2915.10	93.42	288.96	
Geotêxtil e tela de polietileno de alta densidade com 1 mm de espessura	m2	3.25	2925.00	224.41	497.05	
Betão						
Betão armado na execução do orgão, incluindo cofragem	m3	248.01	223209.00	7236.95	22520.01	
Laje de betão levemente armado para latrinas	m2	41.22	37098.00	924.17	2912.05	
Alvenaria e Revestimentos						
Reboco interior com argamassa de 500 Kg de cimento por m3 e 2cm de espessura ou aplicação de revestimento com	m2	6.77	6093.00	269.79	633.91	
Reboco exterior com argamassa de 300 Kg de cimento por m3 e 1 cm de espessura e pintura com tinta de água 3	m2	20.89	18801.00	372.28	956.52	
Alvenaria de tijolo maciço 22x11x7, com:						
-Juntas argamassadas	m2	90.41	81369.00	1906.58	6951.82	
-Juntas abertas	m2	70.54	63489.60	1623.75	5987.31	
Alvenaria para recobrimento interior de fossas, com as juntas abertas	m2	9.94	8946	157.1	551.01	
Bloco de betão para assentamento de laje da fossa	m2	21.52	19368.00	358.36	1216.60	
Parede de alvenaria simples	m2	14.83	13347.00	273.58	1559.48	
Reboco e pintura de paredes	m2	14.36	12924.00	126.71	838.44	
Tubagens						
Tubagem de distribuição e recolha em grês cerâmico DN	m	13.79	12411.00	1022.70	1765.62	
Tubagem de alimentação das trincheiras em grês	m	13.79	12411.00	1022.70	1765.62	
Tubagem de distribuição e recolha em grês cerâmico DN 100, com juntas argamassadas	m	13.79	12411.00	1022.70	1765.62	
Tubagem de distribuição e recolha em grês cerâmico DN 100, com campândulas simplesmente emboquilhadas	m	13.79	12411.00	1022.70	1765.62	
Tubage, em ferro fundido DN 50, incluindo curva, flanges e todos os trabalhos complementares	m	21.86	19674.00	1758.28	3011.35	
Tubagem em ferro fundido DN 80, incluindo curva, flanges e todos os trabalhos complementares	m	25.86	23274.00	2092.73	3577.69	
Tubagem de saída em PVC DN 110 PN4, incluindo todos os trabalhos complementares	m	9.53	8577.00	564.91	1027.53	
Tubagem de entrada em PVC DN 200 PN 4, incluindo todos os trabalhos complementares.	m	23.70	21330.00	1732.18	3013.48	
Descarregador em PVC de 5 mm de espessura, ajustáveis por dois parafusos de fixação	Un.	71.70	64530.00	10038.00	15774.00	
Tubagens (e elevatórias) com enchimento de areia						
DN125	mi	14.86	13374.00	623.89	1351.37	
DN160	mi	18.14	16326.00	876.67	1805.36	
DN200	mi	23.29	20961.00	1244.97	2469.26	
DN315	mi	43.23	38907.00	2753.01	5139.20	
DN400	mi	62.77	56493.00	4285.98	7826.33	
Tubagens (e gravitivas) com enchimento de areia						
DN200	mi	34.43	30987.00	1804.74	3494.58	
DN315	mi	62.64	56376.00	3771.92	6995.61	
DN400	mi	91.08	81972.00	5908.85	10743.38	
DN500	mi	145.69	131121.00	10334.98	18393.39	
DN630	mi	168.61	151749.00	11606.89	20785.63	
DN800	mi	258.35	232515.00	18607.68	32981.19	
DN1000	mi	369.77	332793.00	27478.62	48379.53	
Serralharias						
Tampas metálicas em chapa xadrez de 3 mm de espessura, protegidas contra corrosão	m2	44.58	40122.00	4952.38	8561.08	
Tampas em ferro fundido DN 625	Un.	110.78	99702.00	15509.20	24371.60	

Figura 5.6 – Representação da folha de Excel “Custos unitários” (parte 1)

Dimensionamento Trincheira de infiltração												
Portugal							moçam/angola		Cabo verde			
Tempo de infiltração para um abaixamento de 2.5 cm (min)	Taxa de Infiltração (l/(m ³ xdia))	Largura da trincheira de infiltração por habitante (m/hab)	Profundidade	Comprimento da trincheira de infiltração por habitante (m/hab)	Permeabilidade (cm/s)	Naturaza dos solos	Factor	Caudal dim	Comprimento da trincheira de infiltração por habitante	Caudal dim	Comprimento da trincheira de infiltração por habitante	
≤2	130	0.60	0.65	1.50	1 x 10 ⁻²	areia grossa	0.63	50.70	0.80	38.03	0.60	
3	105			1.70	5 x 10 ⁻³	mistura de areia	0.58	46.41	0.91	34.81	0.68	
4	90			2.20			0.64	51.48	1.17	38.61	0.88	
5	85			2.40			0.66	53.04	1.28	39.78	0.96	
10	60			3.30	1 x 10 ⁻³	areia fina	0.64	51.48	1.76	38.61	1.32	
15	45			4.40			0.64	51.48	2.35	38.61	1.76	
30	35			5.70	1 x 10 ⁻⁴	areia siltosa	0.65	51.87	3.04	38.90	2.28	
60	25			8.00			0.65	52.00	4.27	39.00	3.20	
>60				Não aplicável			1 x 10 ⁻⁵	silte				

Figura 5.9 - Representação da folha de Excel, "Dim TI", relativa ao dimensionamento de trincheiras de infiltração

Dimensionamento Poço de infiltração										
Portugal							moçam/angola		Cabo verde	
Tempo de infiltração para um abaixamento de 2.5 cm (min)	Taxa de Infiltração (l/(m ³ xdia))	Diâmetro do poço (m/hab)	Altura util do poço de infiltração por habitante (m/hab)	Permeabilidade (cm/s)	Natureza dos solos	fator	Caudal dim	Altura util do Poço	Caudal dim	Altura util do Poço
≤2	130	2.00	0.15	1 x 10 ⁻²	areia grossa	0.41	32.67	0.08	24.50	0.06
3	105		0.18	5 x 10 ⁻³	mistura de areia	0.40	31.67	0.10	23.75	0.08
4	90		0.21			0.40	31.67	0.12	23.75	0.09
5	85		0.22			0.39	31.33	0.12	23.50	0.09
10	60		0.32	1 x 10 ⁻³	areia fina	0.40	32.17	0.18	24.13	0.13
15	45		0.42			0.40	31.67	0.23	23.75	0.17
30	35		0.55	1 x 10 ⁻⁴	areia siltosa	0.40	32.25	0.30	24.19	0.22
>30			Não aplicável							

Figura 5.10 - Representação da folha de Excel, "Dim", relativa ao dimensionamento de poços de infiltração

Nas Figuras 5.11, 5.12 e 5.13 apresentam-se os dimensionamentos para as estruturas a seco, disponíveis na ferramenta, para latrinas simples e VIP, fossa alternas e latrina ecológica, respetivamente.

Latrina Seca/VIP (dimensionamento)						
	Nº médio de utilizadores (-)	Nº de anos para encher (anos)	Taxa de acumulação de lamas por pessoa (m ³ /pessoa/ano)	Volume efectivo da fossa (m ³)	Altura para secção quadrada 0.8*0.8 (m)	Altura para secção quadrada 1.2*1.2 (m)
Portugal	3	1	0.06	0.18	0.78	
Cabo Verde	4		0.06	0.24	0.88	
Angola/Moçambique	5		0.06	0.3	0.97	
Portugal	3	2	0.06	0.36		0.75
Cabo Verde	4		0.06	0.48		0.83
Angola/Moçambique	5		0.06	0.6		0.92
Portugal	3	4	0.06	0.72		1.00
Cabo Verde	4		0.06	0.96		1.17
Angola/Moçambique	5		0.06	1.2		1.33

Figura 5.11 - Representação da folha de Excel relativa ao dimensionamento de latrinas simples e VIP

	A	B	C	D	E	F
1			Fossa Alternativa (dimensionamento)			
2						
3						
4		Nº médio de utilizadores	Nº de anos para encher	Taxa de acumulação de lamas por pessoa	Volume efectivo da fossa	Altura para secção quadrada 0.8*0.8
5		(-)	(anos)	(m3/pessoa/ano)	(m3)	(m)
6	Portugal	3		0.09	0.54	1.34
7	Cabo Verde	4	2	0.09	0.72	1.63
8	Angola/Moçambique	5		0.09	0.9	1.91

Figura 5.12 - Representação da folha de Excel relativa ao dimensionamento da Fossa Alternativa

	A	B	C	D	E
1			Latrina Ecológica (dimensionamento)		
2					
3					
4		Nº médio de utilizadores	Nº de anos para encher	Taxa de acumulação de lamas por pessoa	Volume efectivo da fossa
5		(-)	(anos)	(m3/pessoa/ano)	(m3)
6	Portugal	3		0.3	0.9
7	Cabo Verde	4	1	0.3	1.2
8	Angola Moçambique	5		0.3	1.5

Figura 5.13 - Representação da folha de Excel relativa ao dimensionamento da latrina ecológica

Através dos dimensionamentos efetuados e dos custos unitários utilizados, o utilizador poderá visualizar a estimativa orçamental associada às diferentes estruturas com as quantidades totais para cada trabalho. Nas Figuras 5.14, 5.15, 5.16 e 5.17, representa-se a estimativa orçamental de fossas sépticas, para Portugal, Moçambique, Cabo Verde e Angola, respetivamente.

Portugal												
Fossa Séptica de 3 a 15 habitantes												
Trabalho	Unidades	Custo Unitário (€)	População									
			3	5	7	10	15					
			Quant.	Custo	Quant.	Custo	Quant.	Custo	Quant.	Custo	Quant.	Custo
Escavação do terreno para implantação do orgão	m3	14.65	5	73.25 €	7	102.55 €	9	131.85 €	12	175.80 €	18	263.70 €
Remoção e transporte a vazadouro, incluindo 20% de empolamento	m3	5.44	6	32.64 €	8	43.52 €	11	59.84 €	15	81.60 €	21	114.24 €
Betão armado na execução do orgão, incluindo cofragem	m3	248.01	3	744.03 €	4	992.04 €	5	1,240.05 €	6	1,488.06 €	8	1,984.08 €
Reboco interior com argamassa de 500 Kg de cimento por m3 e 2cm de espessura ou aplicação de revestimento com resinas epoxi	m2	6.77	15	101.55 €	20	135.40 €	25	169.25 €	31	209.87 €	40	270.80 €
Tampa de ferro Fundido DN 625	Un.	110.78	2	221.56 €	2	221.56 €	2	221.56 €	2	221.56 €	2	221.56 €
Tubagem de entrada e saída em PVC DN 200 PN 4, incluindo todos os trabalhos complementares	m	23.70	10	237.00 €	10	237.00 €	10	237.00 €	10	237.00 €	10	237.00 €
Total				1,410.03 €		1,732.07 €		2,059.55 €		2,413.89 €		3,091.38 €
Total por Habitante				470.01 €		346.41 €		294.22 €		241.39 €		206.09 €

Figura 5.14 - Representação da folha de Excel, "Fossa Séptica", relativa ao mapa de quantidades da fossa séptica e respetivo preço, para Portugal

Moçambique												
Fossa Séptica de 3 a 15 habitantes												
Trabalho	Unidades	Custo Unitário (€)	População									
			Quant.	3	Quant.	5	Quant.	7	Quant.	10	Quant.	15
Escavação do terreno para implantação do orgão	m3	337.54	5	1,687.70 MZN	6	2,025.24 MZN	8	2,700.32 MZN	10	3,375.40 MZN	13	4,388.02 MZN
- Remoção e transporte a vazadouro, incluindo 20% de empolamento	m3	151.85	6	911.10 MZN	7.2	1,093.32 MZN	9.6	1,457.76 MZN	12	1,822.20 MZN	15.6	2,368.86 MZN
- Betão armado na execução do orgão, incluindo cofragem	m3	7236.95	2.65	19,188.01 MZN	3.12	22,571.29 MZN	3.86	27,931.15 MZN	5.08	36,759.33 MZN	6.20	44,865.61 MZN
- Reboco interior com argamassa de 500 Kg de cimento por m3 e 2cm de espessura ou aplicação de revestimento com resinas epoxi	m2	269.79	13.74	3,706.91 MZN	16.45	4,438.05 MZN	20.74	5,595.44 MZN	25.30	6,825.69 MZN	31.28	8,439.03 MZN
- Tampa de ferro Fundido DN 625	Un.	15509.20	2	31,018.40 MZN	2	31,018.40 MZN	2	31,018.40 MZN	2	31,018.40 MZN	2	31,018.40 MZN
- Tubagem de entrada e saída em PVC DN 200 PN 4, incluindo todos os trabalhos complementares	m	1732.18	10	17,321.80 MZN	10	17,321.80 MZN	10	17,321.80 MZN	10	17,321.80 MZN	10	17,321.80 MZN
Total (meticais)				73,833.93 MZN		78,468.09 MZN		86,024.88 MZN		97,122.81 MZN		108,401.73 MZN
Total por habitante (meticais/hab)				24,611.31 MZN		15,693.62 MZN		12,289.27 MZN		9,712.28 MZN		7,226.78 MZN
Total (Euros)				1,054.77 €		1,120.97 €		1,228.93 €		1,387.47 €		1,548.60 €
Total por habitante (euros/hab)				351.59 €		224.19 €		175.56 €		138.75 €		103.24 €

Figura 5.15 - Representação da folha de Excel, "Fossa Séptica", relativa ao mapa de quantidades da fossa séptica e respetivo preço, para Moçambique

Cabo Verde												
Fossa Séptica de 3 a 15 habitantes												
Trabalho	Unidades	Custo Unitário (€)	População									
			Quant.	3	Quant.	5	Quant.	7	Quant.	10	Quant.	15
Escavação do terreno para implantação do orgão	m3	965.47	4	3,861.88 ECV	5	4,827.35 ECV	7	6,758.29 ECV	8	7,723.76 ECV	11	10,620.17 ECV
- Remoção e transporte a vazadouro, incluindo 20% de empolamento	m3	440.84	5	2,116.03 ECV	6	2,645.04 ECV	8	3,703.06 ECV	10	4,232.06 ECV	13	5,819.09 ECV
- Betão armado na execução do orgão, incluindo cofragem	m3	22520.01	3	58,147.11 ECV	3	74,156.02 ECV	4	89,345.77 ECV	5	101,630.44 ECV	6	125,740.92 ECV
- Reboco interior com argamassa de 500 Kg de cimento por m3 e 2cm de espessura ou aplicação de revestimento com resinas epoxi	m2	633.91	12	7,530.85 ECV	16	9,984.08 ECV	19	12,221.78 ECV	22	14,091.82 ECV	28	17,705.11 ECV
- Tampa de ferro Fundido DN 625	Un.	24371.60	2	48,743.20 ECV	2	48,743.20 ECV	2	48,743.20 ECV	2	48,743.20 ECV	2	48,743.20 ECV
- Tubagem de entrada e saída em PVC DN 200 PN 4, incluindo todos os trabalhos complementares	m	3013.48	10	30,134.80 ECV	10	30,134.80 ECV	10	30,134.80 ECV	10	30,134.80 ECV	10	30,134.80 ECV
Total (escudos)				150,533.87 ECV		170,490.50 ECV		190,906.90 ECV		206,556.08 ECV		238,763.29 ECV
Total por habitante (escudos/hab)				50,177.96 ECV		34,098.10 ECV		27,272.41 ECV		20,655.61 ECV		15,917.55 ECV
Total (Euros)				1,368.49 €		1,549.91 €		1,735.52 €		1,877.78 €		2,170.58 €
Total por habitante (euros/hab)				456.16 €		309.98 €		247.93 €		187.78 €		144.71 €

Figura 5.16 - Representação da folha de Excel "Fossa séptica", relativa ao mapa de quantidades da fossa séptica e respetivo preço, para Cabo Verde

Angola												
Fossa Séptica de 3 a 15 habitantes												
Trabalho	Unidades	Custo Unitário (€)	População									
			Quant.	3	Quant.	5	Quant.	7	Quant.	10	Quant.	15
Escavação do terreno para implantação do orgão	m3	13185.00	5	65,925.00 Kz	6	79,110.00 Kz	8	105,480.00 Kz	10	131,850.00 Kz	13	171,405.00 Kz
- Remoção e transporte a vazadouro, incluindo 20% de empolamento	m3	4896.00	6	29,376.00 Kz	7.2	35,251.20 Kz	9.6	47,001.60 Kz	12	58,752.00 Kz	15.6	76,377.60 Kz
- Betão armado na execução do orgão, incluindo cofragem	m3	223209.00	2.65	591,815.18 Kz	3.12	696,165.39 Kz	3.86	861,479.55 Kz	5.08	1,133,766.63 Kz	6.20	1,383,788.61 Kz
- Reboco interior com argamassa de 500 Kg de cimento por m3 e 2cm de espessura ou aplicação de revestimento com resinas epoxi	m2	6093.00	13.74	83,717.82 Kz	16.45	100,229.85 Kz	20.74	126,368.82 Kz	25.30	154,152.90 Kz	31.28	190,589.04 Kz
- Tampa de ferro Fundido DN 625	Un.	99702	2	199,404.00 Kz	2	199,404.00 Kz	2	199,404.00 Kz	2	199,404.00 Kz	2	199,404.00 Kz
- Tubagem de entrada e saída em PVC DN 200 PN 4, incluindo todos os trabalhos complementares	m	21330.00	10	213,300.00 Kz	10	213,300.00 Kz	10	213,300.00 Kz	10	213,300.00 Kz	10	213,300.00 Kz
Total (kuanzas)				1,183,538.00 Kz		1,323,460.44 Kz		1,553,033.97 Kz		1,891,225.53 Kz		2,234,864.25 Kz
Total por habitante (kuanza/hab)				394,512.67 Kz		264,692.09 Kz		221,862.00 Kz		189,122.55 Kz		148,990.95 Kz
Total (Euros)				1,972.56 €		2,205.77 €		2,588.39 €		3,152.04 €		3,724.77 €
Total por habitante (euros/hab)				657.52 €		441.15 €		369.77 €		315.20 €		248.32 €

Figura 5.17 - Representação da folha de Excel "Fossa séptica", relativa ao mapa de quantidade da fossa séptica e respetivo preço, pra Angola

A utilização desta ferramenta poderá tornar-se útil em fases iniciais de projeto para antever os custos de construção de implantação de diferentes soluções de saneamento. A sua fácil utilização e o facto de não necessitar de conhecimento técnico na área são efetivamente uma mais-valia.

Adicionalmente, para um interesse mais alargado, as folhas de cálculo ocultas poderão ser úteis, nomeadamente as relativas aos dimensionamentos uma vez que podem servir de base de cálculo para pré-dimensionamentos.

6 CASO DE ESTUDO - ESTIMATIVA DE CUSTOS E ENCARGOS ASSOCIADOS AO SANEAMENTO A SECO NA CIDADE DO SOYO

Neste capítulo, pretende-se mostrar as vantagens das soluções a seco por recurso a um caso prático hipotético com carácter académico, utilizando por base dados reais: a cidade do SOYO. A cidade do Soyo está localizada no Norte litoral de Angola e desenvolve-se no estuário do rio Congo. Esta localização levaria, à partida, à exclusão de infraestruturas de saneamento a seco escavadas, já que a proximidade com o rio pressupõe a existência de níveis freáticos elevados, ou seja, próximos da superfície. Nesta região, o fornecimento de água, através de infraestruturas adequadas, chega a menos de 10% da população o que é uma situação muito encorajante para a consideração de soluções de saneamento a seco. Esta dualidade, e o facto de se dispor de dados de base, motivaram a escolha da cidade do Soyo para o desenvolvimento deste exercício. Através de alguns dados reais e também de dados estimados, tendo em conta a realidade Subsariana, assume-se que o saneamento na cidade está dividido da seguinte forma:

- 5 % da população tem acesso a saneamento convencional;
- 10 % da população utiliza fossa séptica;
- 50 % da população beneficia de latrinas;
- 30 % da população não dispõe de qualquer tipo de instalação de saneamento, remetendo para a defecação a céu-aberto.

A Figura 6.11 retrata os 35 bairros, maioritariamente residenciais, que compõem a Cidade do Soyo.

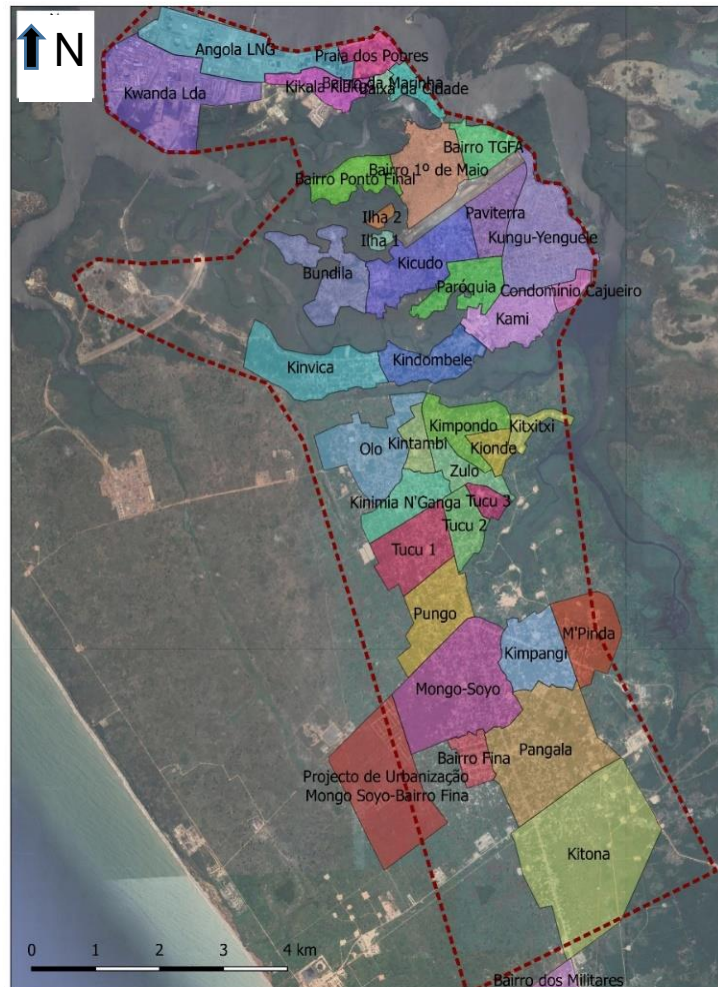


Figura 6.1 - Bairros que compõem a cidade do SOYO

Por análise deste mapa, e por forma a otimizar o recurso de soluções a seco numa região com nível freático elevado, fixou-se uma cota de 5 metros como condicionante. Assim, nas zonas com cota de terreno inferior a 5 metros não seriam propostas latrinas e fossas escavadas, nas demais zonas o nível freático não teria influência na escolha da estrutura de saneamento a seco.

Na Figura 6.11, está representado o SIG da cidade do Soyo: a amarelo as zonas com a cota do terreno inferior a 5 metros e a azul as zonas com cota superior a 5 metros.

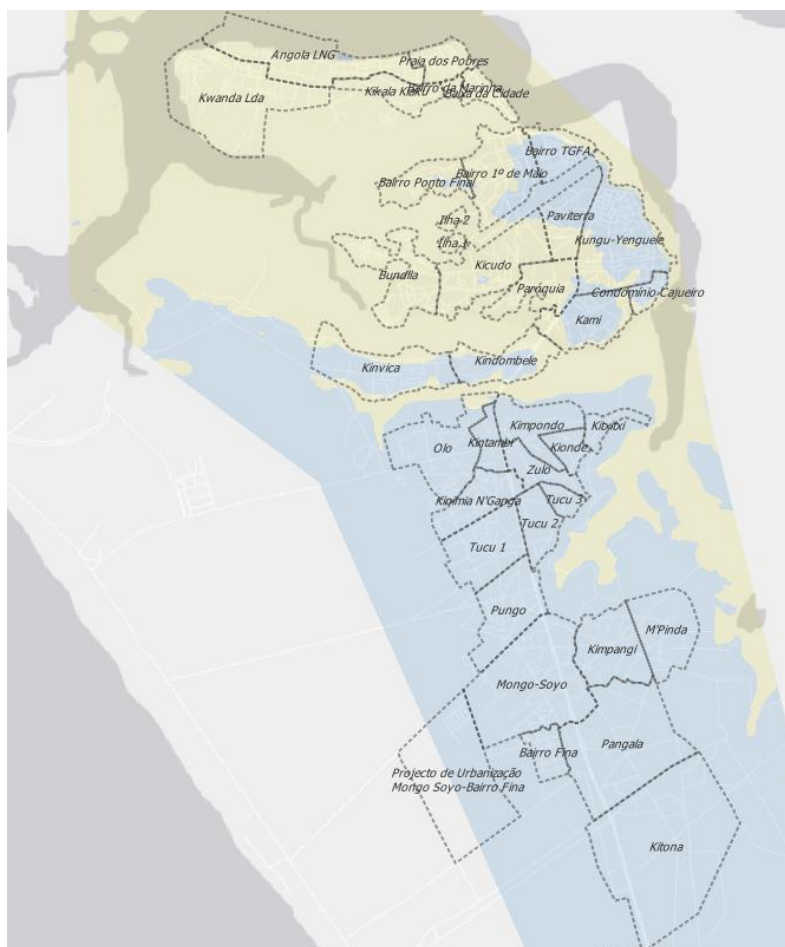


Figura 6.2 - SIG da cidade do SOYO, com a delimitação dos bairros e altimetria (mais do que 5 metros azul e menor do que 5 metros amarelo)

Na Tabela 6.2 apresentam-se detalhadas as percentagens de área para cada um dos cenários, em cada bairro, bem como a população, a estimativa do número de habitações e a densidade populacional. Constatou-se que a densidade populacional em alguns bairros é elevada, tornando assim limitativo o espaço disponível para a construção. Por outro lado, existem bairros onde esta densidade é baixa e pressupõe-se, à semelhança do que se passa nas regiões idênticas do país, que os habitantes destes bairros desenvolvam culturas agrícolas para consumo próprio e que, por isso, possam ter interesse agrícola, no composto gerado pelas lamas fecais.

Com os dados relativos ao número de habitantes existentes em cada bairro estimou-se, através do número médio de elementos por agregado familiar (que consta na Tabela 4.18, 5 pessoas), o número de habitações em cada bairro. Na Tabela 6.1 é apresentado o número de habitações estimado para cada bairro.

Tabela 6.1 - Dados referentes a 10 bairros da cidade do Soyo

Bairro	Área (ha)	População (hab)	Habitações (nº casas)	Cota do terreno		Densidade (hab./ha)
				< 5m (%)	> 5m (%)	
Praia dos Pobres	44.88	4 485	897	100%	0%	100
Kikala Kiaku	51.02	8 154	1631	100%	0%	160
Bairro TGFA	55.04	8 965	1793	28%	72%	163
Bairro 1º de Maio	120.22	19 580	3916	67%	33%	163
Kungu-Yenguele	181.30	13 732	2747	24%	76%	76
Kami	93.37	3 041	609	32%	68%	33
Kindombele	82.62	1 902	381	42%	58%	23
Kinimia N’Ganga	73.01	927	186	0%	100%	13
Mongo-Soyo	249.60	8 274	1655	0%	100%	33
Pangala	255.56	3 551	711	0%	100%	14
Outros*	1 947.55	82 734	16 409	26%	74%	42*

*valores médio do conjunto de bairros, no entanto os bairros foram analisado individualmente.

Finalmente, adotaram-se 3 tipos de infraestruturas de saneamento distintas, sendo elas:

- Latrinas ecológicas, para as zonas de baixa altitude topográfica (cota do terreno ≤ 5 metros). A escolha destas estruturas está associada à sua implementação acima da cota do terreno, sem necessidade de escavação, e à sua estrutura em betão, que garante a estanqueidade necessária pela proximidade ao nível freático.
- Latrinas VIP, para as zonas altas (cota do terreno > 5 metros), e com densidades populacionais superiores a 90 habitantes por hectare, considera-se o espaço disponível reduzido e o interesse em composto gerado para agricultura também reduzido.
- Fossa alterna, para as zonas altas (cota do terreno > 5 metros), e com densidades populacionais inferiores a 90 habitantes por hectare. A utilização destas estruturas em bairros de reduzida densidade populacional prende-se com o pressuposto de que, devido ao espaço disponível, os habitantes terão culturas próprias, podendo beneficiar do composto gerado. Por outro lado, a sua utilização em bairros de baixa densidade populacional garante a disponibilidade de espaço para instalação destas estruturas (para uma estrutura correspondem duas fossas).

De forma a garantir um saneamento adequado e seguro, propõem-se infraestruturas unifamiliares. Dado haver uma parte da população que dispõe de soluções de saneamento adequadas, não seria apropriado propor soluções para a totalidade da população, considerou-se assim necessário para a população que não dispõe de qualquer tipo de infraestrutura de saneamento (que pratica defecção a

céu-aberto) e que 25 % das latrinas existentes não teriam as condições adequadas à região (nível freático elevados, levando a possíveis contaminações) e por isso necessitariam de ser alteradas.

A Tabela 6.2 reflete a distribuição final proposta para as infraestruturas de saneamento a seco pelos bairros da cidade do Soyo, para os 55 % da população que se visa servir neste estudo. Percebe-se que grande parte da população vive em zonas de reduzida cota topográfica, ou seja, a latrina ecológica irá servir cerca de 50% da população em análise.

Tabela 6.2 - Número de tipos de latrinas nos diferentes bairros

Bairro	Latrina VIP (nº)	Fossa Alternativa (nº)	Latrina Ecológica (nº)
Praia dos Pobres	0	0	493
Kikala Kiaku	0	0	897
Bairro TGFA	708	0	278
Bairro 1º de Maio	718	0	1 436
Kungu-Yenguele	0	1 150	361
Kami	0	227	108
Kindombele	0	122	88
Kinimia N’Ganga	0	102	0
Mongo-Soyo	0	910	0
Pangala	0	391	0
Outros	111	4 424	4 491
Total	1 537	7 326	8 152

Por forma a quantificar o custo total associado à construção destas infraestruturas, utilizaram-se os valores obtidos no Capítulo 4. Para as latrinas VIP foi admitido um período entre esvaziamentos de 2 anos. Na Tabela 6.3 apresentam-se os custos de construção para a instalação global de saneamento a seco na Cidade do Soyo. O custo total corresponde a cerca de 195 € por utilizador, este valor elevado deve-se, maioritariamente, à vasta necessidade de instalação de latrinas ecológicas, consequência do elevado nível freático. Ainda assim, é uma solução menos dispendiosa quando comparada com soluções de saneamento a água.

Pela solução de saneamento convencional que está em análise para ser implementada na cidade do Soyo foi estimado um custo por utilizador de 410 €, onde foram contabilizadas condutas elevatórias e coletores enterrados que visa beneficiar cerca de 15 % da população. Este valor tenderá a subir uma vez não estar a contemplar qualquer ETAR ou estações elevatórias.

Tabela 6.3 - Estimativa de custo associada à implantação das diferentes latrinas, nos diferentes bairros

Bairro	Latrina VIP	Fossa Alternativa	Latrina Ecológica	Total
Praia dos Pobres	- €	- €	522 310 €	522 310 €
Kikala Kiaku	- €	- €	950 328 €	950 328 €
Bairro TGFA	287 320 €	- €	294 528 €	581 848 €
Bairro 1º de Maio	291 378 €	- €	1 521 372 €	1 812 750 €
Kungu-Yenguele	- €	1 190 428 €	382 462 €	1 572 890 €
Kami	- €	234 980 €	114 421 €	349 401 €
Kindombele	- €	126 289 €	93 232 €	219 521 €
Kinimia N’Ganga	- €	105 586 €	- €	105 586 €
Mongo-Soyo	- €	941 990 €	- €	941 990 €
Pangala	- €	404 745 €	- €	404 745 €
Outros	45 046 €	4 579 523 €	4 757 997 €	9 382 566 €
Total	623 745 €	7 583 541 €	8 636 650 €	16 843 936 €

Através deste exercício chegou-se a uma solução de saneamento a seco capaz de satisfazer, de forma eficiente e segura, toda a população da cidade. Na incapacidade de instalação de uma solução a água, situação desta região (pois apenas 10% da população tem acesso a água fornecida por infraestruturas adequadas), o saneamento a seco é certamente uma alternativa. Por vezes as soluções a seco são menosprezadas, no entanto estas soluções podem ser, em muitos casos, a única opção possível, e prevenir a propagação de doenças.

Por comparação com as soluções de saneamento a seco acima identificadas, é fácil constatar que a solução de saneamento convencional em causa, não só cobre uma percentagem de população bem inferior (por falta de infraestruturas de adução de água apropriadas) como implica um custo de investimento significativamente superior o que se torna um tema de difícil gestão num contexto em que se reconhece dificuldade de financiamento disponível em Angola.

Por outro lado, parece adequado que os utilizadores paguem uma taxa de serviço que assegure os esvaziamentos das latrinas a fim de subsidiar um sistema de gestão de lamas fecais complementar, que inclua a remoção, transporte, tratamento e disposição final das lamas, e que assegure condições de higiene que não perturbem a saúde pública.

7

CONCLUSÃO E PROPOSTA PARA ESTUDOS FUTUROS

O aumento populacional, associado a um intenso êxodo rural na região da África Subsariana reforça a necessidade do investimento em infraestruturas de saneamento adequadas, por forma a salvaguardar a higiene e a saúde das populações.

O aumento da escassez de água deve ser tido em atenção na adoção das diferentes soluções de saneamento a implementar, e dever-se-á privilegiar a utilização de soluções com consumos de águas reduzidos. Reforça-se a utilização de soluções de saneamento a seco, quando possível, de forma adequada. Contudo, reconhece-se haver uma tendência geral em classificar este tipo de soluções como pouco higiénicas, mas não há qualquer dúvida de que, mesmo com algumas limitações difíceis de gerir, qualquer instalação de soluções de saneamento reduz a defecção a céu-aberto e por conseguinte tem um impacto positivo na saúde pública das populações da África Subsariana. Pretende-se, através deste trabalho, criar esta consciência por forma a que se promovam estas instalações em África.

O facto destas soluções serem de fácil construção e envolverem baixos custos de investimento inicial reforça a sua importância e viabilidade. Qualquer solução de saneamento convencional envolve custos elevados: materiais utilizados, complexidade da obra, necessidade de recursos técnicos e finalmente, o esforço necessário à sua manutenção.

É conclusão deste trabalho também que custos associados a soluções de saneamento não seguem proporcionalidades constantes entre os diferentes países. Isto é, para Portugal observa-se que o custo associado à mão-de-obra tem um peso superior quando comparado com os restantes países. Por outro lado, nos países africanos os materiais e equipamentos são bastante mais dispendiosos, assim como a mão-de-obra especializada. Com esta discrepância, do custo de mão-de-obra e dos materiais, nos diferentes países, conclui-se que a solução mais económica, para um determinado número de utilizadores, possa ser distinta entre países.

Propõem-se os seguintes estudos futuros:

- A contínua atualização dos custos unitários, constantes da ferramenta apresentada, por forma a que possam ser aplicáveis em estimativas de soluções de saneamento, no geral;
- Para complementar o exercício realizado neste trabalho, também se propõe a:
 - elaboração de estimativas relativas aos encargos de instalação/exploração de sistemas de gestão de lamas;
 - realização de estimativa dos encargos relativos à construção de ETAR e estações elevatórias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] – World Health Organization. Disponível online: www.who.int/health-topics/water-sanitation-and-hygiene-wash , acessado a 25 de Fevereiro 2021
- [2] – UN, 2015. Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations.
- [3] – WHO/UN, 2017. Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines. World Health Organization and the United Nations Children's Fund.
- [4] - Hutton, Guy, and Mili Varughese. The Costs of Meeting the 2030 Sustainable Development Goal Targets on Drinking Water, Sanitation, and Hygiene. 2016.
- [5] – WHO/UN, 2020. State of the World's Sanitation – An urgent call to transform sanitation for better health, environments, economies, and societies. World Health Organization and the United Nations Children's Fund.
- [6] – WHO, 2018. Guidelines on Sanitation and health. World Health Organization.
- [7] – Ensure Availability and sustainable management of water and sanitation for all. Disponível online: <https://sdgs.un.org/goals/goal6> (consultado a 2 de Março 2021)
- [8] – Majik Water. Disponível online: <http://www.majikwater.co/> (consultado a 8 de Março 2021)
- [9] – Sanivation. Disponível online: <https://sanivation.com/approach> (consultado a 8 de Março 2021)
- [10] – FAO. 2020. The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture. Roma.
- [11] – Engineering News-Record. Disponível online: <https://www.enr.com/articles/49714-threats-of-day-zero-water-scarcity-multiplies> (consultado a 9 de Março 2021)
- [12] – DownToEarth. Disponível online: <https://www.downtoearth.org.in/blog/water/chennai-water-crisis-a-wake-up-call-for-indian-cities-66024> (consultado a 9 de Março 2021)
- [13] – Luvy Rodina. Water resilience lessons from Cape Town's water crisis. 2019
- [14] – Lixil, WA, OE. The True Cost of Poor Sanitation .Lixil, WaterAid, Oxford Economics, 2016.
- [15] – UNICEF. Disponível online: <https://www.unicef.org/wash/sanitation>, (consultando a 3 de março de 2021)
- [16] – Progress on household drinking water, sanitation, and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization, 2019
- [17] – State of the World's Sanitation: An urgent call to transform sanitation for better health, environments, economies and societies. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF) and the World Health Organization, 2020.

- [18] – United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)
- [19] – United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.
- [20] – Franceys, R., Pickford, J. & Reed, R., 1992. A guide to the development of on-site sanitation. England: World Health Organization
- [21] – Bartolomeu, F. Tecnologias de drenagem e tratamento de águas residuais apropriadas a aglomerados até 5000 habitantes. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1996.
- [22] - Tilley, E. et al., 2014. Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd ed. Dubendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- [23] – Lifewater International (2011). Latrine design and construction Manual
- [24] – Covas, D. et al., 2018. Custos de construção de infraestruturas associadas ao ciclo urbano da água.
- [25] – Penn R., Ward B. J., Strande L., Maurer M. Review of synthetic human faeces and faecal sludge for sanitation and wastewater research. Water Research.
- [26] – MCA-Moçambique (2013). Plano de Investimentos de água e saneamento da administração de infra-estruturas de águas e saneamento (AIAS). Versão preliminar – Relatório Síntese. Millenium Challenge Account, Engidro.
- [27] –How to reduce wastewater and manage the toilet issue in tourism and events?. Disponível online: <https://futureofwaste.makesense.org/toilets-issue-in-tourism-and-events-2/> (consultado a 15 de Junho de 2021)
- [28] – Sasse, L., 1998. DEWATS Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries. Research and Development Association (BORDA), Alemanha.
- [29] – Brian Reed, 2012. Latrine slabs: an engineer’s guide. WEDC, Loughborough University.
- [30] – OpenWASH, 2016. Urban Sanitation and Solid Waste Management, The Open University UK/World Vision Wthiopia/UNICEF.
- [31] – Rober A. Schultheis, 2010. Septic Tank/Absorption Field Systems: A Homeowner’s Guide to Installation and Maintenance. University of Missouri-Columbia.
- [32] – WHO, 2012. Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage. World Health Organization.

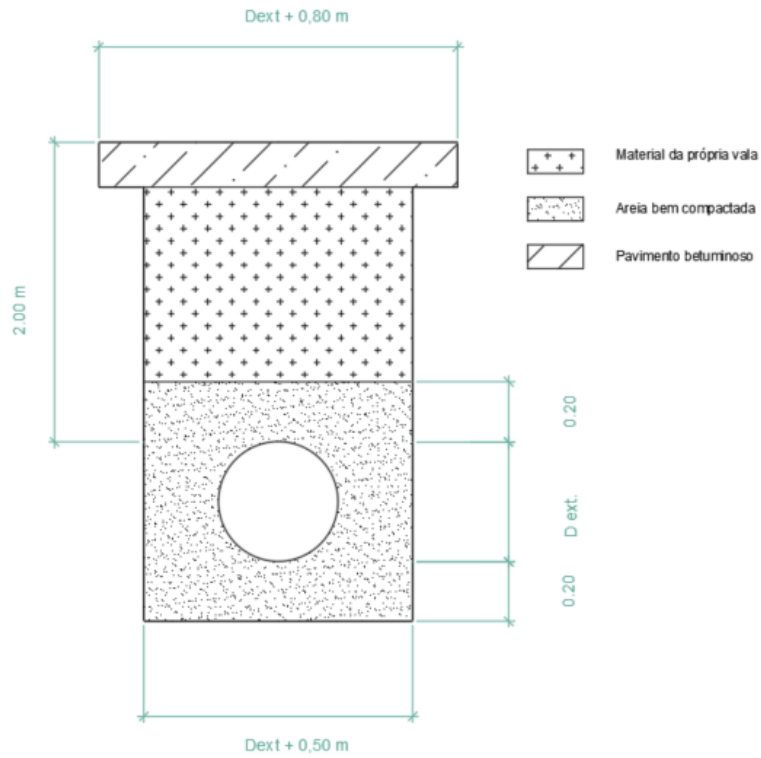
[33] – World Health Organization and United Nations Children’s Fund Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation (JMP). *Progress on Drinking Water and Sanitation: Special Focus on Sanitation*. UNICEF, New York and WHO, Geneva, 2008.

[34] – United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). *Household Size and Composition Around the World 2017 – Data Booklet*. (ST/ESA/SER.A/405).

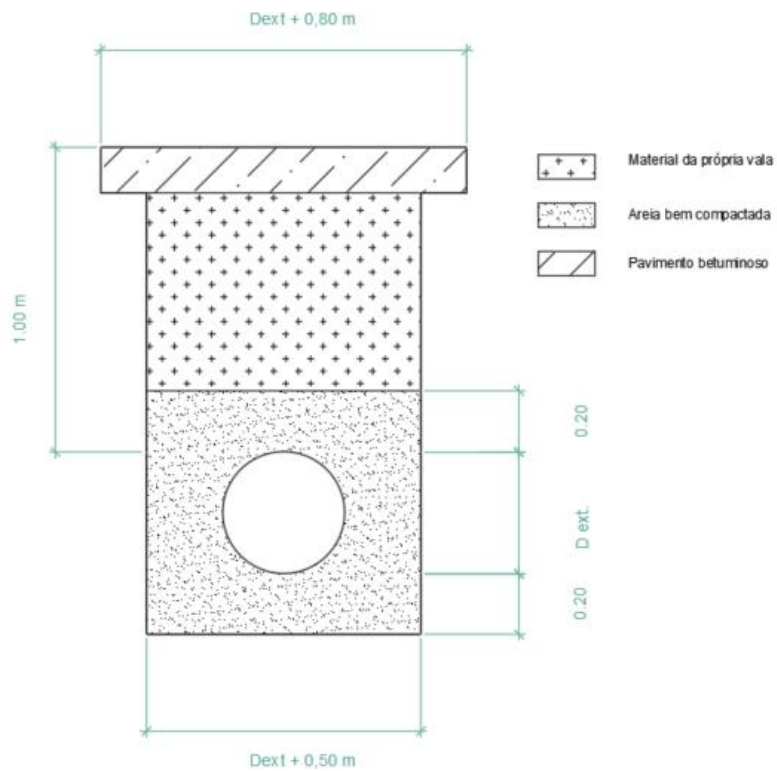
[35] – Distribution of households in Angola as of 2018 to 2019, by number of members. Disponível online: <https://www.statista.com/statistics/1201120/households-size-in-angola/> (Consultado a 15 de Junho de 2021) .

[36] – Strand, L., Ronteltap, M., Brdjanovic, D. *Feecal Sludge Management -Systems Approach for Implementation and Operation*. IWA publishing, Londres, 2014

ANEXO I – VALAS TIPO PARA SISTEMAS CONVENCIONAIS – DESENHO TÉCNICO

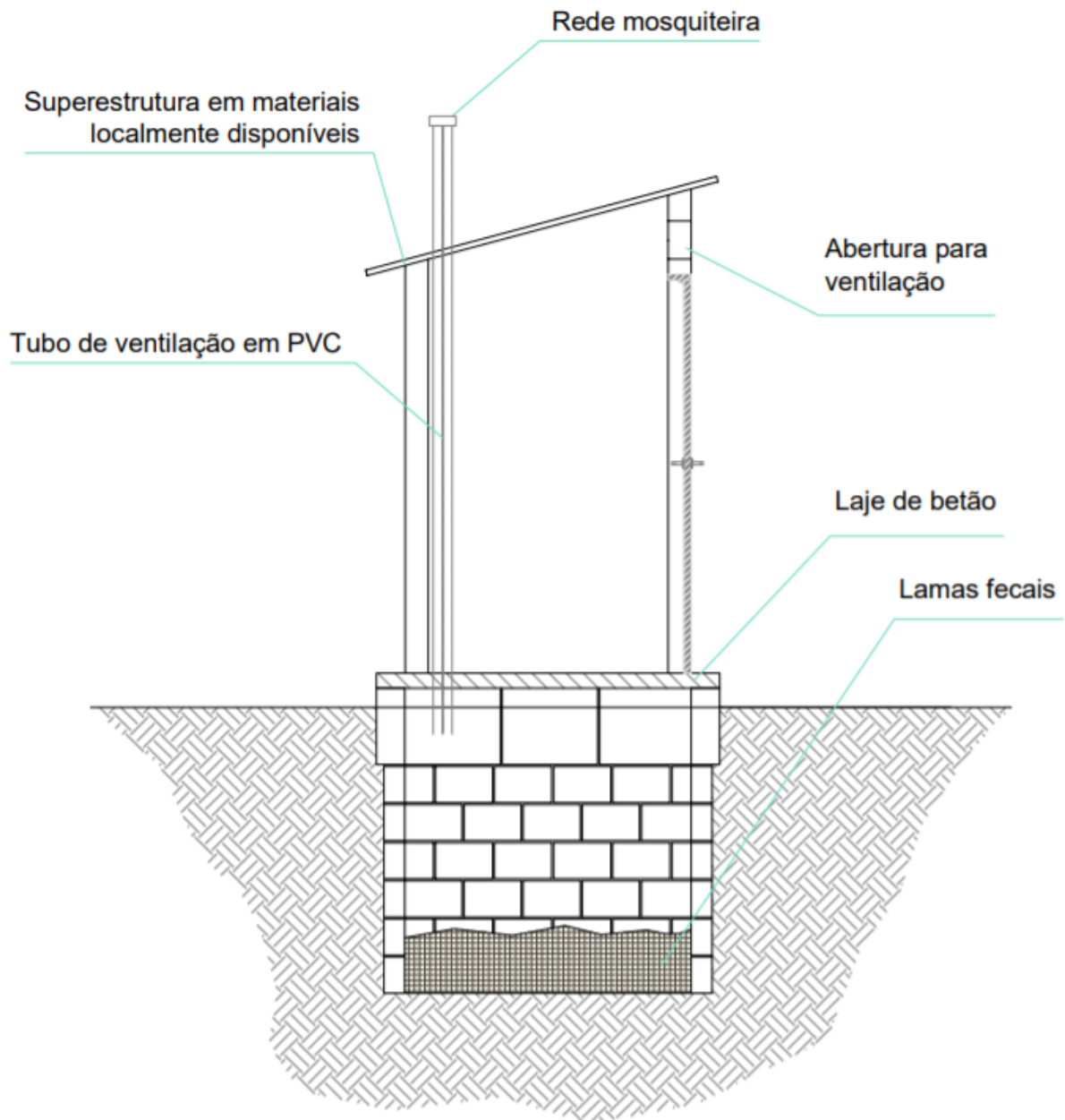


Vala tipo para estimativa de custos de emissários gravíticos, em PVC

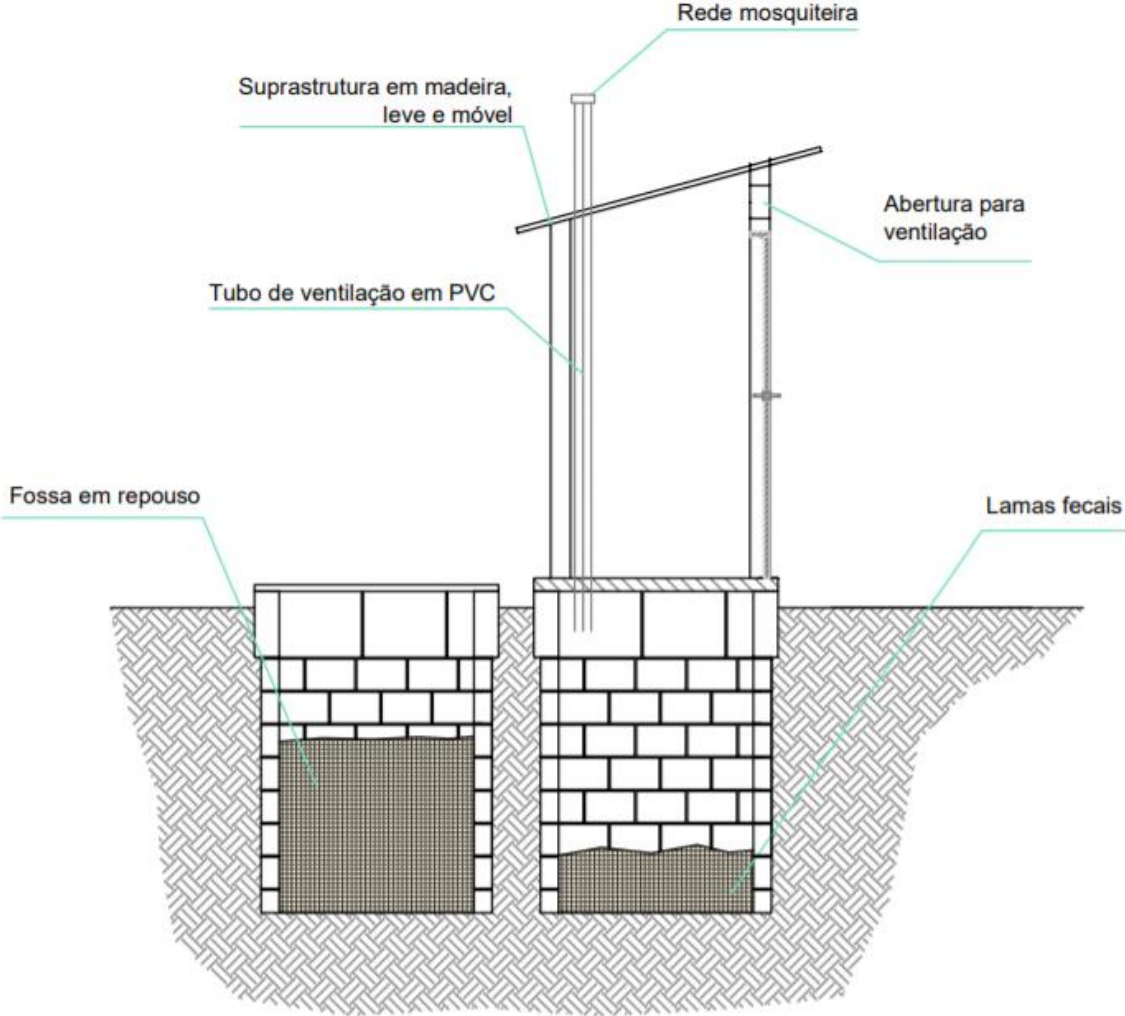


Vala tipo para estimativa de custos de condutas elevatórias, em PVC

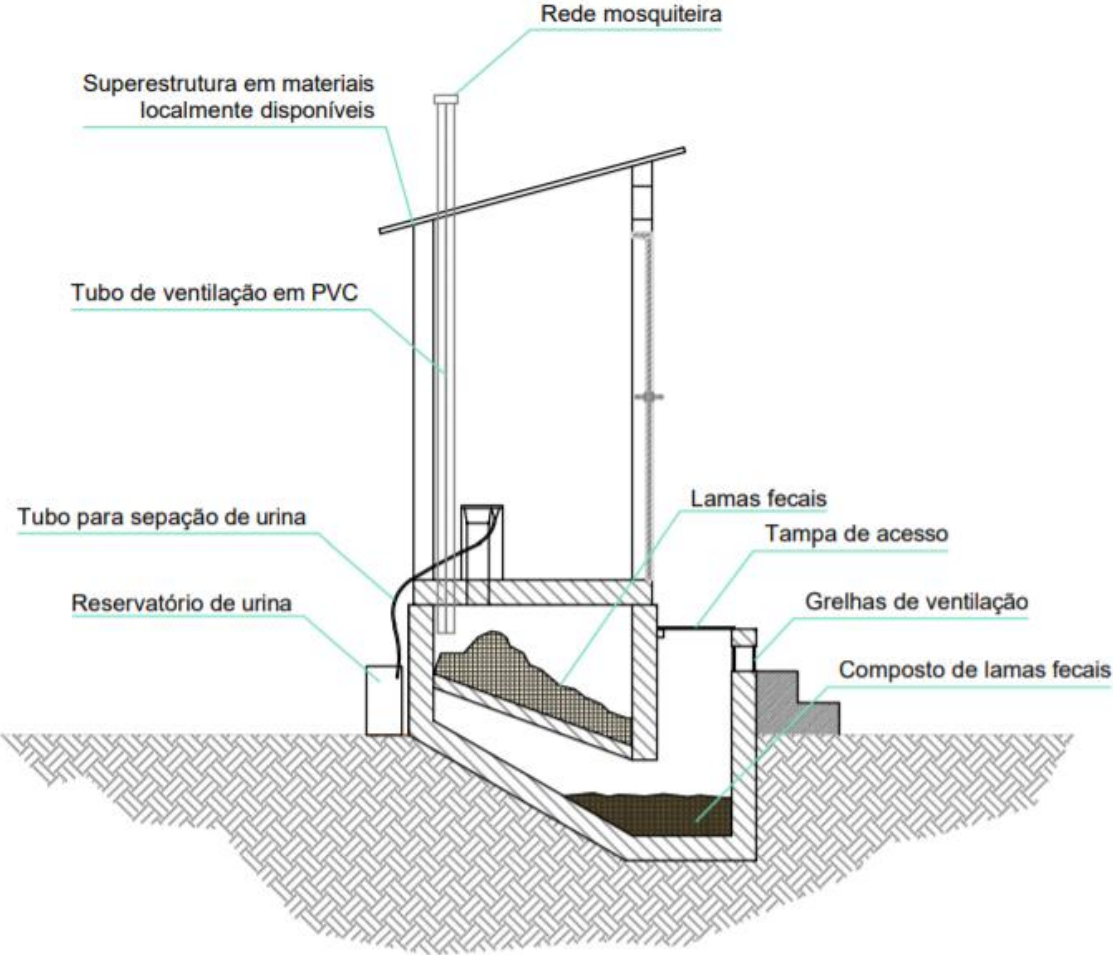
ANEXO II – LATRINA VIP – DESENHO TÉCNICO



ANEXOS III – FOSSA ALTERNA – DESENHO TÉCNICO

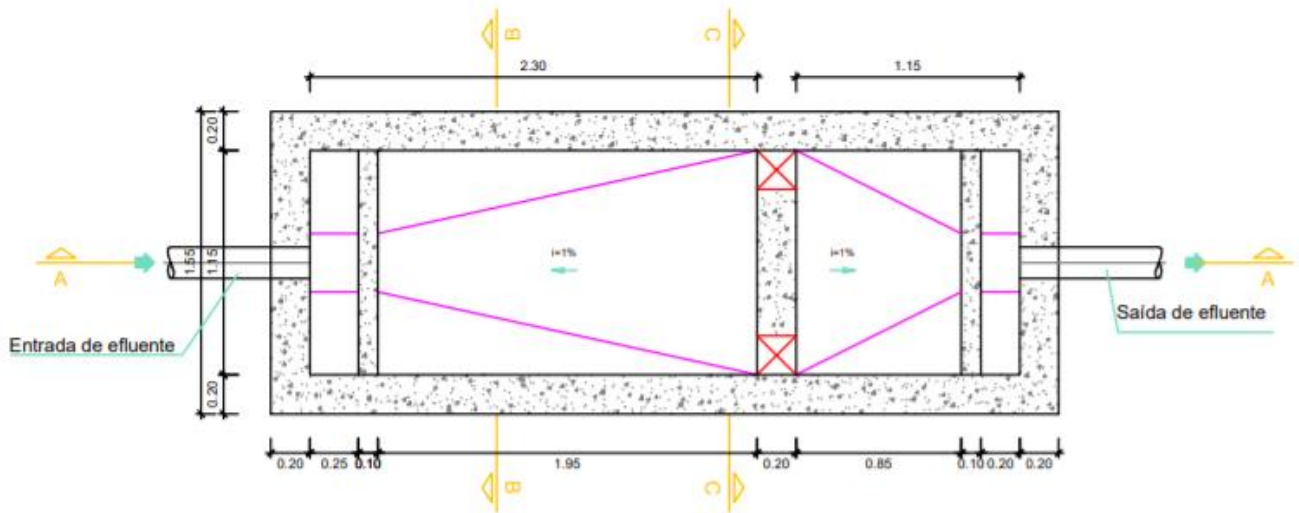


ANEXOS IV – LATRINA ECOLÓGICA – DESENHO TÉCNICO

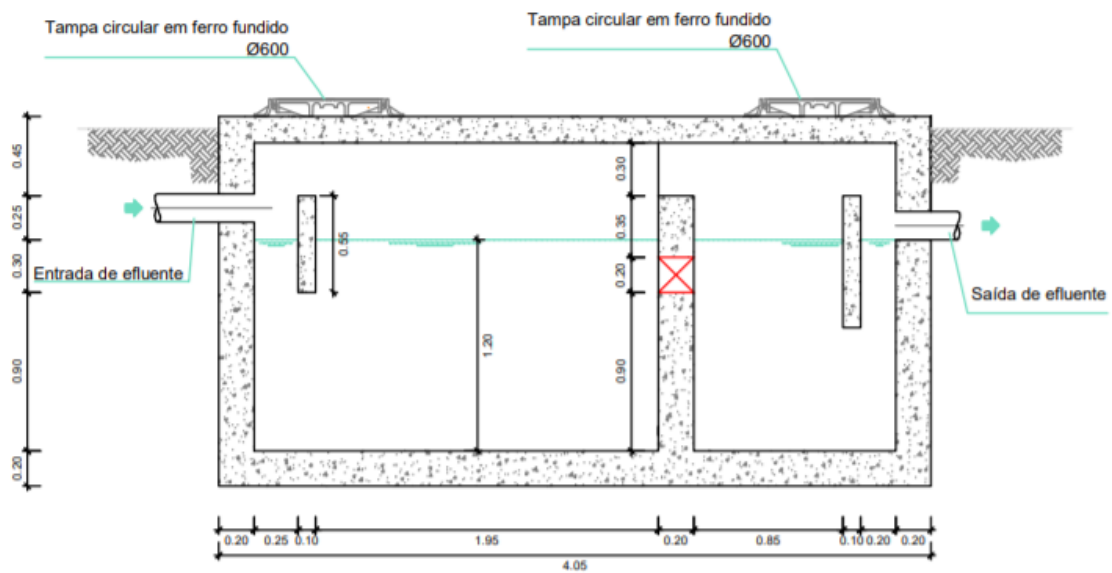


ANEXOS V – FOSSA SÉPTICA – DESENHOS TÉCNICOS

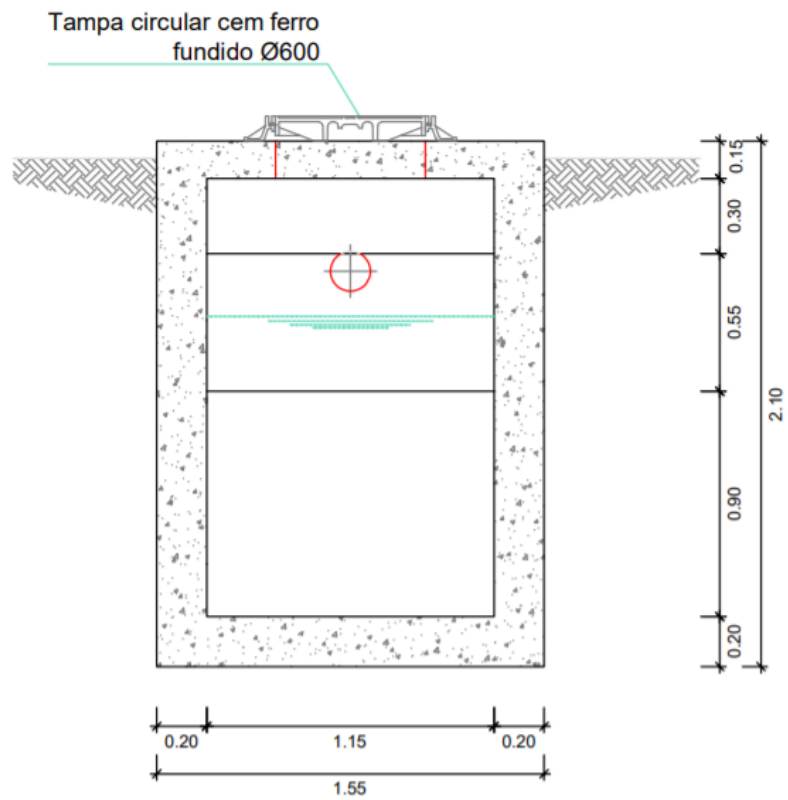
Desenho técnico para 15 utilizadores em Angola e Moçambique.



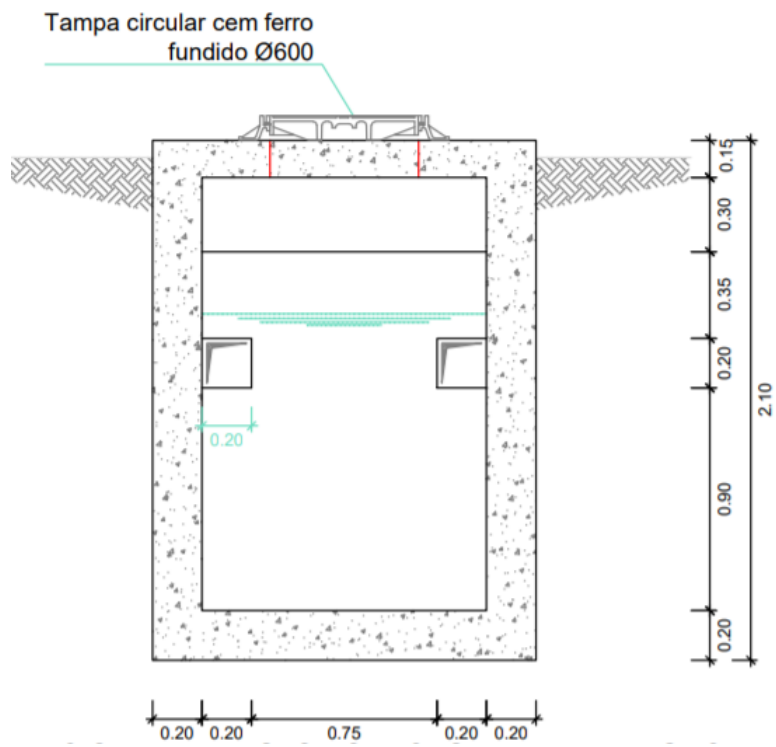
Planta fossa séptica



Corte A-A

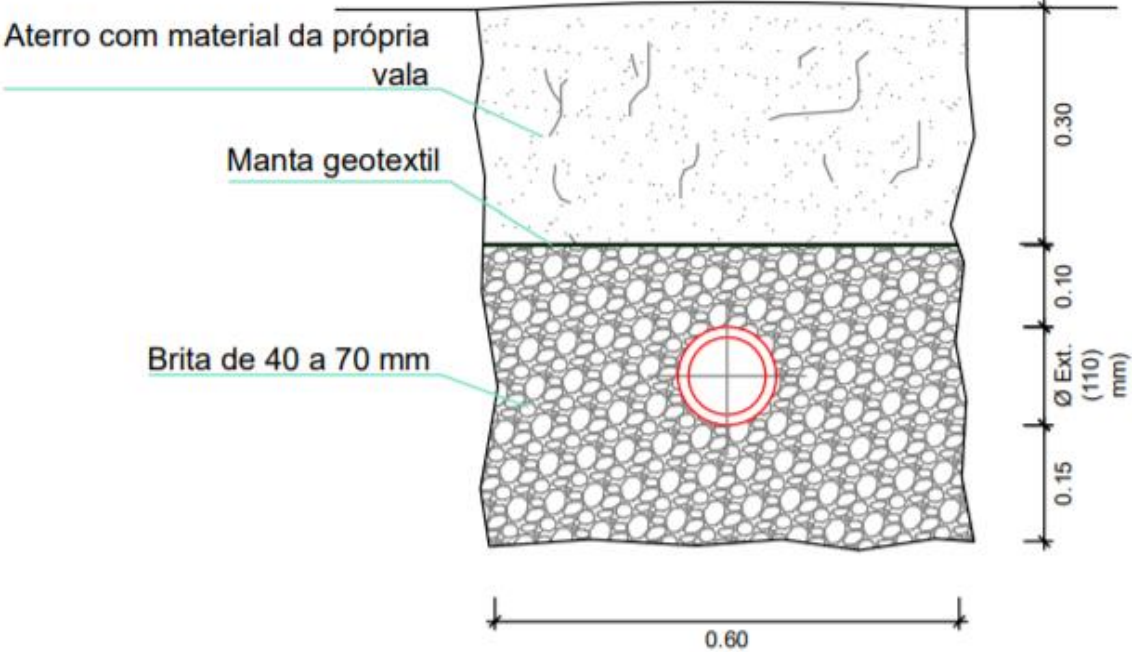


Corte B-B



Corte C-C

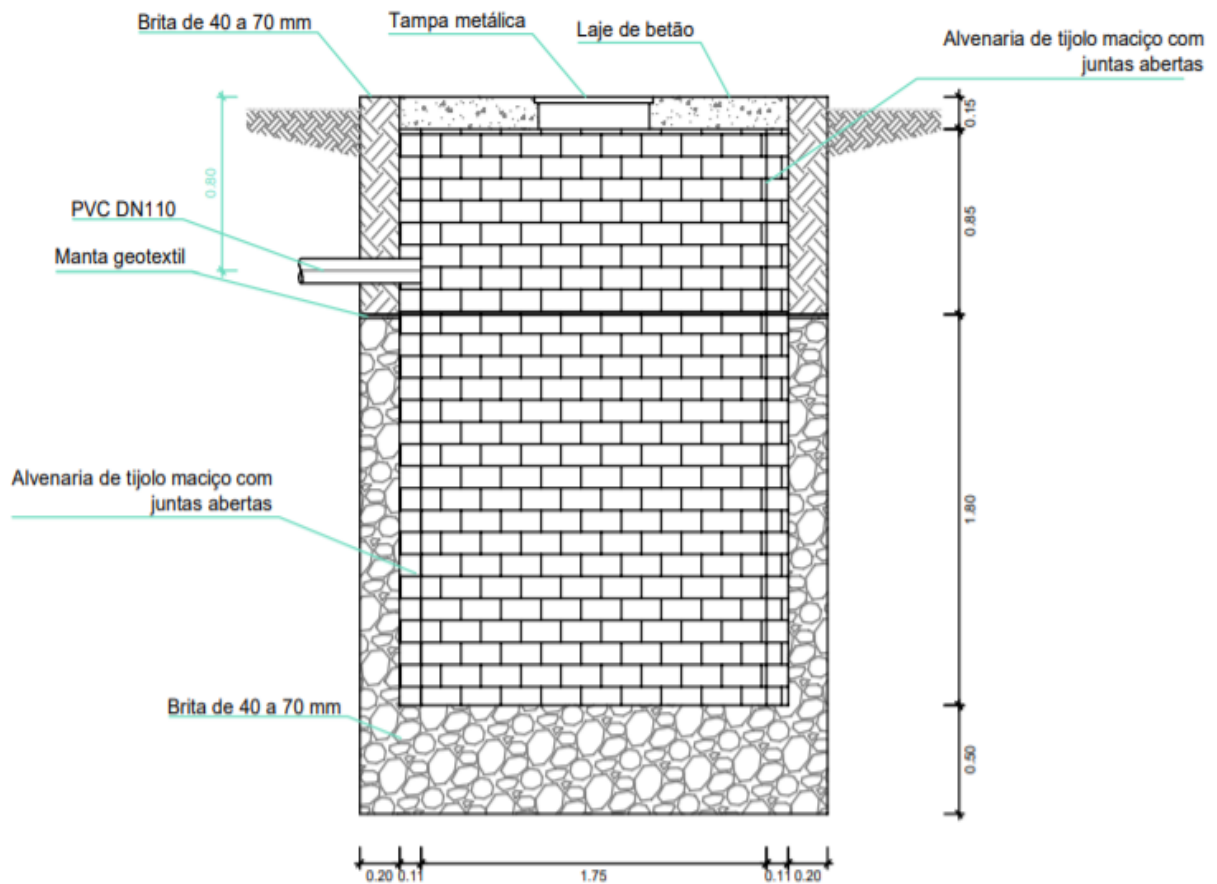
ANEXOS VI – TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO – DESENHO TÉCNICO



Vala tipo da trincheira de infiltração

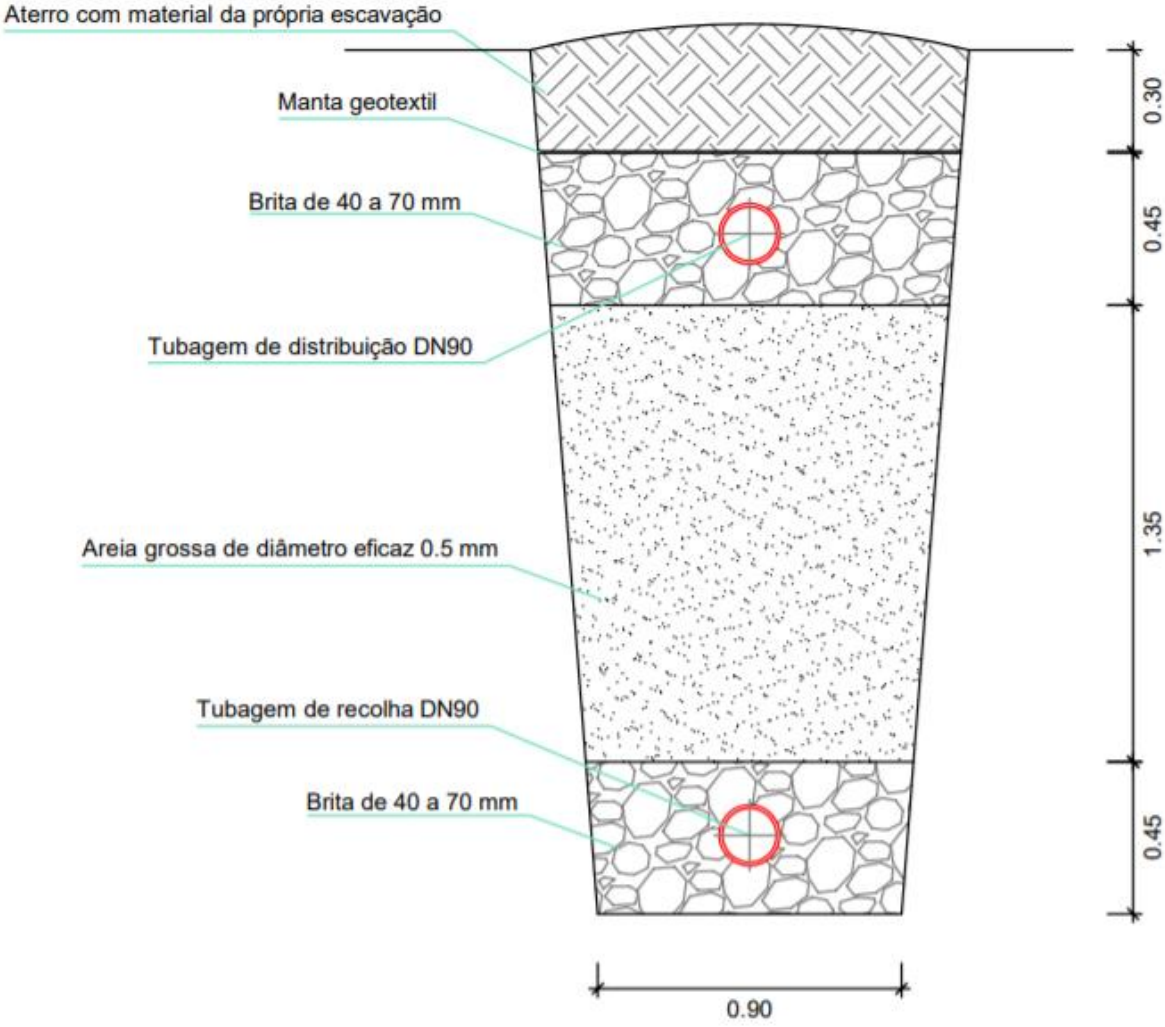
ANEXOS VII – POÇO DE INFILTRAÇÃO – DESENHO TÉCNICO

Desenho técnico para 15 utilizadores em Angola e Moçambique, para o tipo de solo, mistura de areia.



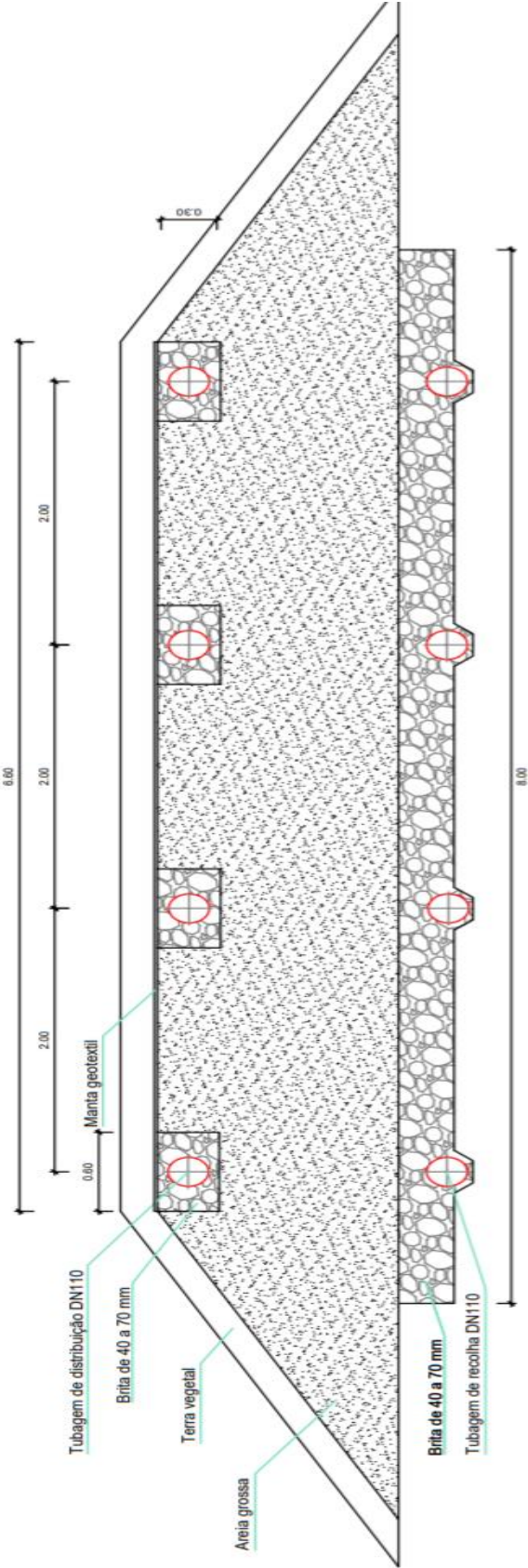
Corte - Poço de infiltração

ANEXOS VIII – TRINCHEIRA FILTRANTE



Vala tipo - Trincheira filtrante

ANEXOS IX – ATERRO FILTRANTE



Corte de Aterro filtrante