



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Trabalho de Licenciatura

**Gestão de Lamas Fecais no Contexto das Cidades
Moçambicanas: Desafios e Oportunidades**

Eric Didier Fafetine

Supervisor:

Prof. Doutor Nelson Matsinhe, Engº.

Maputo, Março de 2025



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Trabalho de Licenciatura

**Gestão de Lamas Fecais no Contexto das Cidades
Moçambicanas: Desafios e Oportunidades**

Eric Didier Fafetine

Supervisor:

Prof. Doutor Nelson Matsinhe, Engº.

Maputo, Março de 2025



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que o estudante **Eric Didier Fafetine** entregou no dia ____/____/____/, as quatro (4) cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura intitulado: **Gestão de Lamas Fecais no Contexto das Cidades Moçambicanas: Desafios e Oportunidades**

O Chefe de Secretaria

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Eric Didier Fafetine**, declaro por minha honra, que o presente trabalho é resultado de uma pesquisa por mim feita e nunca foi publicado ou apresentado para obtenção de qualquer grau acadêmico.

O Autor

Eric Didier Fafetine

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha irmã.

*“Don’t run away from challenges,
run over them.” - Enzo Ferrari*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo dom da vida.

Ao meu Supervisor Prof. Doutor Nelson Matsinhe pela motivação, sabedoria, apoio e orientação prestada na realização deste trabalho.

À toda equipa da Salomon e em especial ao Eng^o Amiro Martins pelos conselhos e apoio prestado durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus pais Natércia Fumo e José Fafetine, por todo esforço e sacrifício feito para o meu desenvolvimento, crescimento e formação como indivíduo e, por toda motivação, apoio e amor incondicional que me deram.

Agradeço à minha irmã Malaika Fafetine e a todos meus familiares, em particular aos meus avôs Teófilo e Serafina, que me apoiaram, motivaram e contribuíram para o meu desenvolvimento.

Um especial agradecimento a minha parceira Milena Wate por todo carinho, motivação, apoio e força prestada durante os momentos agradáveis e difíceis da vida académica e pessoal e, por sempre acreditar em mim.

Agradeço ao Eng.^o Carlos Caupers, Prof.^a Alexandra Neves, Dr. Jaime Palalane, Eng.^o Omar Khan, Eng.^o Rafael Mabunda e a todo corpo de docentes da Faculdade de Engenharia da UEM pelo conhecimento e lições transmitidas durante o meu percurso pela mesma e, pelo desenvolvimento de senso de organização e responsabilidade.

Aos meus amigos de longa data: Cícero Tauzene, Cláudio Venâncio, Élber Libombo e Marvin Muquingue um agradecimento por me terem sempre acompanhado e motivado durante estes longos anos de amizade.

Ao meu amigo, colega e companheiro de batalha de longa data Kevin Bila, o meu muito obrigado por todo apoio e companheirismo prestado durante todo o meu percurso académico desde a escola primária até à faculdade. Aos amigos que fiz durante este percurso pela faculdade: Chenice Laweki, Emmanuece Salia, Hans Dete, Irson Pedro, Ivan Folige, Nilza Rai, Valdimiro Alberto e Yara Raviua, com quem compartilhei várias experiências, o meu muito obrigado.

RESUMO

O presente estudo visou identificar as potenciais oportunidades, desafios e deficiências existentes ao nível da cadeia de serviços de gestão de lamas fecais (deposição, esvaziamento, transporte, tratamento e, reuso ou eliminação) com enfoque empresarial nas cidades moçambicanas.

A nível da deposição foi realizada a estimativa de produção doméstica de lamas fecais para a totalidade da população urbana e para treze (13) cidades moçambicanas, com recurso a taxas de acumulação de lodos em tecnologias de saneamento localizado para dois (2) cenários. Verificou-se a possibilidade de agrupar as cidades em quatro (4) grupos: A, B, C e D, de acordo com os níveis de produção de lamas fecais reutilizáveis, sobressaindo a cidade da Matola como a maior produtora.

Quanto ao transporte e esvaziamento foi realizada a avaliação do modelo de esvaziamento e transporte privado e, do modelo de licenciamento, usando o método de Caixa de Fluxo, tendo-se chegado à conclusão que é possível obter retorno do investimento ao fim de 4 anos e 1 mês considerando a compra e operação de um camião-cisterna de 4m³, na situação mais optimista. Identificou-se como formas de minimização de custos através da redução das distâncias a percorrer: a colocação de estações de transferência de lamas fecais e a descentralização das estações de tratamento.

A produção de biogás foi realizada com base em dados existentes em bibliografia diversa e considerado que será efetuada sob condições não óptimas. Os resultados obtidos levaram à conclusão de que tecnologias mais avançadas como sanitas ligadas a fossas sépticas produzem menores quantidades de biogás. Por isso, cidades como Maputo que embora seja a 2ª maior produtora de lamas fecais domésticas, não tem elevado potencial de produção de biogás.

Com base na análise comparativa dos custos de capital, custos de operação, receita e volume de fertilizante obtido por volume de lamas fecais tratadas, a compostagem foi identificada como a melhor solução devido a sua maior renda e produção por volume de lamas fecais tratadas. A sua materialização exige, no entanto, a criação de parcerias para obtenção de resíduos sólidos orgânicos.

Palavras-chave: saneamento localizado, lamas fecais, gestão de lamas fecais, saneamento melhorado, esvaziamento, transporte, biogás, fertilizante.

ABSTRACT

The current study was conducted with the objective of identifying potential opportunities, challenges and deficiencies in the fecal sludge management service chain (containment, emptying, transport, treatment, disposal or reuse) with emphasis on the entrepreneurial sector in Mozambican cities.

In relation to the containment, an estimation of the domestic production of fecal sludge was conducted for the total urban population and for thirteen (13) Mozambican cities, using as a basis the accumulation rates for onsite sanitation technologies for two (2) scenarios. It was found that it was possible to divide the cities into four (4) groups: A, B, C and D, according to the volume of fecal sludge produced and that the biggest producer would be Matola City.

For the emptying and transport, an economic viability assessment using Cash-flow analysis was conducted for the private emptying and transport model and licensing model. It was found that it is possible, under optimistic circumstances, to achieve payback after 4 years and 1 month, considering the acquisition and operation of a 4m³ capacity vacuum truck. The use of fecal sludge transfer stations and decentralization of the treatment plants were identified as ways of reducing distance travelled for the operators, resulting in a reduction of costs for operators.

Regarding biogas production, the estimation was conducted using production values from literature and considering that it would occur under sub-optimal conditions. The results obtained led to the conclusion that more advanced technologies such as septic tanks result in a reduced production of biogas. Therefore, cities such as Maputo, with the second highest production of domestic fecal sludge, does not produce high levels of biogas.

Using as basis the capital costs, operational cost, revenue and volume of fertilizer produced per volume of fecal sludge produced it was determined that the best option for fertilizer production was Co-Composting, due to its higher revenue and fertilizer production per volume of sludge treated. Although it requires established partnerships in order to obtain organic solid waste.

Keywords: onsite sanitation technologies, fecal sludge management, fecal sludge emptying, improved sanitation, emptying, transport, biogas, fertilizer.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTAS DE SIGLAS E ACRÓNIMOS	xi
SÍMBOLOS QUÍMICOS	xii
ÍNDICE DE TABELAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJECTIVOS	3
1.2.1. Geral	3
1.2.2. Específicos	3
1.3. METODOLOGIA DESENVOLVIDA	3
1.4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	4
2. EQUADRAMENTO TEÓRICO	5
2.1. ORIGEM, COMPOSIÇÃO E PROBLEMA DAS LAMAS FECAIS	5
2.1.1. Origem	5
2.1.2. Caracterização das Lamas Fecais	5
2.1.2.1. Concentração de Sólidos	5
2.1.2.2. Teor de Matéria Orgânica (MO)	6
2.1.2.3. Nutrientes	6
2.1.2.4. Metais	8
2.1.2.1. Agentes Patogénicos	8
2.1.3. Variabilidade das características Lamas Fecais	9

2.1.4.	Quantificação das Lamas Fecais	9
2.1.4.1.	Acumulação de LFs nos locais de armazenamento	9
2.1.4.2.	Taxa de recolha de Lamas Fecais	10
2.2.	CADEIA DE SERVIÇOS DE GESTÃO DE LAMAS FECAIS	10
2.2.1.	Deposição	11
2.2.1.1.	Sistemas Húmidos	11
2.2.1.2.	Sistemas Secos.....	12
2.2.2.	Esvaziamento e Transporte	12
2.2.2.1.	Camiões-cisterna de lamas	13
2.2.2.2.	Bombas menores	13
2.2.2.1.	Esvaziamento e transporte manual	14
2.2.3.	Estações de transferência (ETr)	14
2.2.4.	Tratamento	15
2.2.4.1.	Co-tratamento das LF juntamente com águas residuais em ETAR	15
2.2.4.2.	Tratamento em Estações de Tratamento de Lamas Fecais e Resíduos Sépticos (ETLFRS).....	16
2.2.5.	Eliminação e Reuso	18
2.2.5.1.	Reuso	18
2.2.5.2.	Eliminação.....	19
2.3.	ESTRUTURA DA CADEIA DE SERVIÇOS DE GESTÃO DE LAMAS FECAIS	19
2.3.1.	Relações Institucionais	19
2.3.1.1.	Partes Interessadas	19
2.3.1.2.	Aspectos de Regulamentação e Regulação.....	20
2.3.1.3.	Fluxos Financeiros	21
2.4.	MODELOS DE NEGÓCIO GENÉRICOS PARA GESTÃO DE LAMAS FECAIS	22

3. GESTÃO DE LAMAS FECAIS NO CONTEXTO DAS CIDADES MOÇAMBICANAS	24
3.1. Dimensão do problema	24
3.2. Organização e Funcionamento	27
3.3. Modelos de negócios de GLF praticados nas cidades moçambicanas	28
3.4. Constrangimentos e dificuldades para uma gestão eficiente	28
3.5. Oportunidades e Potencialidades.....	30
4. METODOLOGIA DE ANÁLISE DESENVOLVIDA.....	31
4.1. ESTIMATIVA DOS VOLUMES DE LF PRODUZIDOS NAS CIDADES MOÇAMBICANAS	31
4.1.1. Cenários Considerados	31
4.1.2. Procedimentos de cálculo	32
4.1.2.1. Taxas de Produção de LF	32
4.1.2.2. Projecção da população	32
4.1.2.3. Taxas de acesso/cobertura	33
4.1.2.4. Volumes de LF produzidas.....	34
4.2. AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÓMICA DOS MODELOS DE GLF	35
4.2.1. Cálculo dos proveitos totais (PT)	35
4.2.2. Cálculo dos custos operacionais (O&M).....	35
4.2.3. Valor Contabilístico (VC).....	35
4.2.4. Resultados Operacionais (RO)	36
4.2.5. Imposto sobre rendimentos (I)	36
4.2.6. Resultados Líquidos (RL)	36
4.2.7. <i>Cash-Flow</i> de Exploração (CFE)	36
4.2.8. Investimento.....	37
4.2.9. Valor Residual (VR)	37

4.2.10. Cash-Flow Simples	37
4.2.11. Indicadores de avaliação de investimentos	37
4.3. ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE LAMAS FECAIS	38
4.3.1. Determinação da temperatura média anual	38
4.3.2. Determinação da taxa de produção de biogás a partir de LF	38
4.3.3. Determinação do potencial de produção anual de biogás a partir de LF ...	39
4.3.4. Determinação do potencial de produção de bio-metano a partir de biogás	39
4.4. COMPARAÇÃO DE OPÇÕES DE REUTILIZAÇÃO DE LF COMO FERTILIZANTE	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1. PRODUÇÃO DE LF NAS CIDADES MOÇAMBICANAS	40
5.1.1. Projecção de produção de LF à nível da população urbana	40
5.1.2. Ao nível das cidades seleccionadas	41
5.1.2.1. Projecção da cobertura do saneamento melhorado- Cenários 1 e 2 ..	43
5.1.2.2. Agrupamento das cidades estudadas por produção de LF	44
5.1.2.3. Comparação do valor estimado ao registado nas Cidades de Maputo e Matola	46
5.2. ADEQUAÇÃO DOS MODELOS DE GLF AS CIDADES MOÇAMBICANAS	47
5.2.1. Modelo de esvaziamento privado	47
5.2.1.1. Proveitos	47
5.2.1.2. Custos Operacionais	48
5.2.1.3. Custo de Capital	48
5.2.1.4. Viabilidade económica	48
5.2.1.5. Adequação do modelo ao contexto das cidades moçambicanas	48
5.2.2. Modelo sem fins lucrativos	50
5.2.2.1. Adequação do modelo ao contexto das cidades moçambicanas	50

5.2.3.	Modelo de estações de transferências	50
5.2.3.1.	Proveitos	50
5.2.3.2.	Custos Operacionais	51
5.2.3.3.	Custo de Capital	51
5.2.3.4.	Adequação do modelo ao contexto das cidades moçambicanas	51
5.2.4.	Modelo de gestão pelo poder público	52
5.2.5.	Modelo de Licenciamento	52
5.2.5.1.	Viabilidade Económica	53
5.2.5.2.	Adequação do modelo ao contexto das cidades moçambicanas	53
5.3.	CARACTERIZAÇÃO DAS LAMAS FECAIS EM TERMOS DE POTENCIAL/ACTIVIDADE METANOGENICA	53
5.4.	OPÇÕES PARA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE	55
5.4.1.	Armazenamento prolongado	55
5.4.2.	Biodigestão anaeróbica	56
5.4.3.	Compostagem	56
5.4.4.	Estabilização com Cal	56
5.4.5.	Pirólise	57
5.4.6.	Radiação Infravermelha	57
5.4.7.	Comparação em termos financeiros, volume de produção e de área de produção	57
6.	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	59
7.	BIBLIOGRAFIA	61
7.1.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS.....		A.1-1
Anexo 1-	Variabilidade das características das Lamas Fecais em comparação com águas residuais	A.1-1
Anexo 2-	Tratamento de Lamas Fecais	A.2-1

Anexo 3- Modelos de negócio de gestão de lamas fecais.	A.3-1
Anexo 3.1. Modelos para garantir esvaziamento, transporte de deposição em local designado.....	A.3-1
Anexo 3.2. Modelos para garantir o esvaziamento, transporte e deposição ambientalmente segura das LFs	A.3-3
Anexo 4- Projecção da população	A.4-1
Anexo 5- Produção de Lamas Fecais para o Cenário 1	A.5-1
Anexo 6- Produção de Lamas Fecais para o Cenário 2	A.6-1
Anexo 7. Estudo de viabilidade económica dos modelos de GLF	A.7-1
Anexo 8. Produção de Biogás.....	A.8-1

LISTAS DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AF	Agregado Familiar
AIAS	Administração de Infraestruturas de Águas e Saneamento
AURA	Autoridade de Regulação de Água
CapEx	Custos de Capital
CAWST	Center for Affordable Water and Sanitation Technology
DAS	Departamento de Águas e Saneamento do Conselho Municipal
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigénio
DNAAS	Direcção Nacional de Abastecimento de Águas e Saneamento
DQO	Demanda Química de Oxigénio
EMSD	Empresa Municipal de Saneamento e Drenagem
EPI	Equipamento de protecção individual
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
ETLFRS	Estação de Tratamento de Lamas Fecais e Resíduos Sépticos
ETr	Estação de Transferência
GLF	Gestão de Lamas Fecais
IDC	Instituto de Desenvolvimento Rural
INE	Instituto Nacional de Estatísticas
IOF	Inquérito sobre Orçamento Familiar
IWA	International Water Association
LF	Lamas Fecais
MO	Matéria Orgânica
MOPHRH	Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos
NIUA	National Institute of Urban Affairs

O&M	Operação e Manutenção
OCB	Organizações Comunitária de Base
ODS	Objectivos de Desenvolvimento Sustentáveis
OMS	Organização Mundial da Saúde
PDUL	Projecto de Desenvolvimento Urbano e Local
RRR	Recuperação e reutilização de recursos
SASB	Serviços Autônomos de Saneamento da Beira
SBC	Saneamento baseado em colectores
TS	Sólidos Totais (Sólidos dissolvidos + sólidos suspensos)
TSS	Sólidos Suspensos
WHO	World Health Organization
WSP	Water Sanitation Program
WSUP	Water and Sanitation for the Urban Poor

SÍMBOLOS QUÍMICOS

Ca(OH)₂	Hidróxido de Cálcio/Cal viva/Cal hidratada
CaO	Óxido de cálcio/cal apagada
Cd	Cadmio
Cr	Crómio
Cu	Cobre
Fe	Ferro
K	Potássio
Mn	Manganês
N	Nitrogénio

Ni	Níquel
P	Fósforo
Pb	Chumbo
Zn	Zinco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Taxas de produção anual de LF per capita por tecnologia de saneamento localizado (Fonte: PDUL, 2020).....	10
Tabela 2. Descrição dos modelos de negócio genéricos que abordam o esvaziamento e transporte na cadeia de GLF (Adaptado de Rao <i>et al.</i> , 2016; Rao <i>et al.</i> , 2020).	23
Tabela 3. Evolução da distribuição da população urbana por tecnologia de saneamento.	24
Tabela 4. Organização e funcionamento do sector de saneamento de água nas zonas urbanas.....	27
Tabela 5. Modelos de negócio de GLF praticados nas cidades moçambicanas.....	28
Tabela 6. Taxas de produção de biogás a partir de lamas fecais consoante a temperatura (adaptado de Diener <i>et al.</i> , 2014 apud Song <i>et al.</i> , 2012).	38
Tabela 7. Comparação da evolução na cobertura do saneamento melhorado nas cidades em estudo.....	40
Tabela 8. Evolução da cobertura do saneamento melhorado nas cidades em estudo.	43
Tabela 9. Projecção da cobertura de saneamento melhorado nas cidades em estudo para o período de 2025 a 2030 para os cenários 1 e 2.	43
Tabela 10. Agrupamento das cidades moçambicanas por volume de produção de LF.	44
Tabela 11. Variação do valor cobrado por esvaziamento de fossas sépticas.....	47
Tabela 12. Custos operacionais anuais do modelo de esvaziamento e transporte privado para o camião-cisterna de 4m ³ realizando em média 4 carradas por dia.	48

Tabela 13. Estimativa de produção média anual de biogás por cidade a temperatura ambiente.....	54
Tabela 14. Comparação das opções de tratamento de LF para obtenção de fertilizante.	58
Tabela A.1.1. Características das LF em comparação com águas residuais provenientes de zonas tropicais (adaptado de Heinss <i>et al.</i> , 1998).....	A.1-1
Tabela A.2.1. Opções de tratamento para Separação líquido-sólido.....	A.2-1
Tabela A.2.2. Opções de tratamento para Desidratação dos resíduos sólidos.....	A.2-2
Tabela A.2.3. Tratamento dos Resíduos sólidos com recuperação de recursos	A.2-3
Tabela A.4.1. Taxa de crescimento geométrico da população urbana calculadas para cada província.	A.4-1
Tabela A.4.2. População Projetada para o período de 2024 a 2030 nas cidades moçambicanas selecionadas.....	A.4-2
Tabela A.5.1. Taxas de Saneamento por tecnologias de saneamento a nível da população urbana nacional para o cenário 1.....	A.5-1
Tabela A.5.2. Volumes de LF produzidos por tecnologias de saneamento a nível da população urbana nacional para o cenário 1.....	A.5-2
Tabela A.5.3. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade da Matola para o cenário 1.....	A.5-3
Tabela A.5.4. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade da Matola para o cenário 1.....	A.5-4
Tabela A.5.5. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Maputo para o cenário 1.	A.5-5
Tabela A.5.6. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Maputo para o cenário 1.....	A.5-6
Tabela A.5.7. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Nampula para o cenário 1.	A.5-7
Tabela A.5.8. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Nampula para o cenário 1.....	A.5-8

Tabela A.5.9. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Beira para o cenário 1.	A.5-9
Tabela A.5.10. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade da Beira para o cenário 1.....	A.5-10
Tabela A.5.11. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Chimoio para o cenário 1.	A.5-11
Tabela A.5.12. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Chimoio para o cenário 1.....	A.5-12
Tabela A.5.13. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Quelimane para o cenário 1.	A.5-13
Tabela A.5.14. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Quelimane para o cenário 1.	A.5-14
Tabela A.5.15. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Mocuba para o cenário 1.....	A.5-15
Tabela A.5.16. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Mocuba para o cenário 1.....	A.5-16
Tabela A.5.17. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Tete para o cenário 1.	A.5-17
Tabela A.5.18. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Tete para o cenário 1.....	A.5-18
Tabela A.5.19. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Nacala para o cenário 1.	A.5-19
Tabela A.5.20. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Nacala para o cenário 1.....	A.5-20
Tabela A.5.21. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Pemba para o cenário 1.	A.5-21
Tabela A.5.22. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Pemba para o cenário 1.....	A.5-22

Tabela A.5.23. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Lichinga para o cenário 1.	A.5-23
Tabela A.5.24. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Lichinga para o cenário 1.....	A.5-24
Tabela A.5.25 Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Xai-Xai para o cenário 1.....	A.5-25
Tabela A.5.26. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Xai-Xai para o cenário 1.....	A.5-26
Tabela A.5.27. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Inhambane para o cenário 1.....	A.5-27
Tabela A.5.28. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Inhambane para o cenário 1.....	A.5-28
Tabela A.5.29. Projecção das taxas anuais de saneamento melhorado nas cidades moçambicanas para o cenário 1.....	A.5-29
Tabela A.5.30. Resumo da projecção da produção anual de lamas fecais nas cidades moçambicanas para o cenário 1.....	A.5-30
Tabela A.6.1. Taxas de Saneamento por tecnologias de saneamento a nível da população urbana nacional para o cenário 2.....	A.6-1
Tabela A.6.2. Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento a nível da população urbana nacional para o cenário 2.....	A.6-2
Tabela A.6.3. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade da Matola para o cenário 2.....	A.6-3
Tabela A.6.4. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade da Matola para o cenário 2.....	A.6-4
Tabela A.6.5. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Maputo para o cenário 2.	A.6-5
Tabela A.6.6. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Maputo para o cenário 2.....	A.6-6

Tabela A.6.7. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Nampula para o cenário 2.	A.6-7
Tabela A.6.8. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Nampula para o cenário 2.....	A.6-8
Tabela A.6.9. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Beira para o cenário 2.	A.6-9
Tabela A.6.10. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade da Beira para o cenário 2.....	A.6-10
Tabela A.6.11. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Chimoio para o cenário 2.	A.6-11
Tabela A.6.12. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Chimoio para o cenário 2.....	A.6-12
Tabela A.6.13. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Quelimane para o cenário 2.	A.6-13
Tabela A.6.14. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Quelimane para o cenário 2.	A.6-14
Tabela A.6.15. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Mocuba para o cenário 2.....	A.6-15
Tabela A.6.16. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Mocuba para o cenário 2.....	A.6-16
Tabela A.6.17. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Tete para o cenário 2.	A.6-17
Tabela A.6.18. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Tete para o cenário 2.....	A.6-18
Tabela A.6.19. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Nacala para o cenário 2.	A.6-19
Tabela A.6.20. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Nacala para o cenário 2.....	A.6-20

Tabela A.6.21. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Pemba para o cenário 2.	A.6-21
Tabela A.6.22. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Pemba para o cenário 2.....	A.6-22
Tabela A.6.23. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Lichinga para o cenário 2.	A.6-23
Tabela A.6.24. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Lichinga para o cenário 2.....	A.6-24
Tabela A.6.25. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Xai-Xai para o cenário 2.	A.6-25
Tabela A.6.26. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Xai-Xai para o cenário 2.....	A.6-26
Tabela A.6.27. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Inhambane para o cenário 2.....	A.6-27
Tabela A.6.28. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Inhambane para o cenário 2.....	A.6-28
Tabela A.6.29. Projecção das taxas anuais de saneamento melhorado nas cidades moçambicanas para o cenário 2.....	A.6-29
Tabela A.6.30. Resumo da projecção da produção anual de lamas fecais nas cidades moçambicanas para o cenário 2.....	A.6-30
Tabela A.7.1. Taxas de Licenciamento aplicadas aos operadores de esvaziamento e transporte de LF na Área Metropolitana de Maputo (Fonte: Empresa Municipal de Saneamento e Drenagem).	A.7-1
Tabela A.7.2. Avaliação de viabilidade económica pelo Método de Fluxo de Caixa para o Modelo de esvaziamento e transporte privado.	A.7-2
Tabela A.7.3. Avaliação de viabilidade económica pelo Método de Fluxo de Caixa para o Modelo de esvaziamento e transporte privado.	A.7-5
Tabela A.7.4. Mapa de Amortização para o Modelo de licenciamento.	A.7-8

Tabela A.8.1. Volume de biogás e bio-metano produzido por cidade em ambos cenários.	A.8-1
---	-------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadeia de serviços de saneamento para sistemas de saneamento localizado (Fonte: Rao <i>et al.</i> , 2016).....	10
Figura 2. <i>Processos de tratamento de LF e opções de destino final</i> (Fonte: Tayler, 2018).	17
Figura 3. Estimativa do crescimento da taxa de cobertura do saneamento melhorado em zonas urbanas ao nível nacional.	25
Figura 4. Crescimento do saneamento melhorado ao nível da população urbana moçambicana.	26
Figura 5. Projecção de produção de LF pela população urbana entre 2022 a 2030. ...	41
Figura 6. Taxas de saneamento melhorado (Fonte: Censo 2017).....	42
Figura A.3.1. Elementos de regulamentação e papel das partes interessadas na cadeia de serviços (adaptado de Rao <i>et al.</i> , 2016).	A.3-1
Figura A.3.1.1. Modelo de Esvaziamento e Transporte Privado (Fonte: Rao <i>et al.</i> , 2016)	A.3-1
Figura A.3.1.2. Modelos sem fins lucrativos (Fonte: Rao <i>et al.</i> , 2016).	A.3-2
Figura A.3.1.3. Modelos com Estação de Transferência (Fonte: Rao <i>et al.</i> , 2016).	A.3-2
Figura A.3.2.1. Modelo de Gestão pelo poder público (Fonte: Rao <i>et al.</i> , 2016).	A.3-3
Figura A.3.2.2. Modelo de licenciamento (Fonte: Rao <i>et al.</i> , 2016).	A.3-3

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Os Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas estabelecem as prioridades e objectivos de desenvolvimento sustentável até 2030, a serem adoptados por todos os Estados-membros. Como ponto nº 6 dos ODS, está definido: “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água potável e saneamento para todos”. Neste ponto é definido que até 2030, deve ser alcançado o acesso ao saneamento e higiene adequados e equitativos (saneamento melhorado/básico¹) para todos, eliminando a defecação a céu aberto, tendo especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade.

Segundo WaterAid (2022), a cadeia de saneamento é o conjunto de tecnologias e serviços que têm como objectivo a gestão segura das excreções de origem humana. As cadeias de saneamento mais comuns são:

- Saneamento com rede de esgotos com gestão de águas de esgoto e de águas residuais;
- Saneamento localizado com gestão de lamas fecais ou de resíduos sépticos (são exemplos destas instalações: a sanita conectada à fossa séptica, latrina a seco, latrina de balde, sanitário comunitário, entre outros, que geram e acumulam lamas fecais que necessitam de esvaziamento periódico).

Ambos sistemas de saneamento podem existir simultaneamente na mesma cidade. O presente trabalho focar-se-á no saneamento localizado com gestão de lamas fecais.

Globalmente, estima-se que cerca de 62% da população tem acesso ao saneamento melhorado, sendo que, a grande maioria da população sem acesso ao saneamento melhorado reside em países em vias de desenvolvimento (UNICEF e WHO, 2023). Strande *et al.* (2014), estima ainda que cerca de 2.7 mil milhões de pessoas recorre a sistemas localizados, podendo este número ascender aos 5 mil milhões até 2030, no entanto, apenas uma pequena percentagem das lamas fecais produzidas é gerenciada

¹ **Saneamento melhorado** – infraestruturas que garantem a separação higiénica entre os humanos e a excreta. São exemplos: retretes ligadas a sistemas de esgoto/fossas sépticas, latrinas de despejo manual, latrinas melhoradas, latrinas tradicionais melhoradas, latrinas de despejo manual. São apenas consideradas melhoradas as soluções não partilhadas entre vários agregados familiares.

e tratada adequadamente uma vez que grande parte é acumulada em fossas mal projectadas e descarregadas em drenos ou valas de drenagem (WSP, 2015; Klingel *et al.*, 2002).

Na África subsariana cerca de 34% da população total tem acesso ao saneamento melhorado, com 24% da população rural e 48% da população urbana tendo acesso ao saneamento básico (UNICEF e WHO, 2023). Estima-se que aproximadamente de 80% da população recorre ao saneamento localizado e que apenas metade das cidades apresentam sistemas de esgoto onde servem, em grande parte dos casos, abaixo de 10% da população (WSP, 2015).

Em Moçambique, estima-se que aproximadamente 31.7% da população tem acesso ao saneamento melhorado, sendo a situação mais dramática nas zonas rurais onde cerca de 16.9% da população tem acesso ao saneamento melhorado, em contraste com as zonas urbanas onde quase 60.8% da população tem acesso ao saneamento melhorado (INE, 2023). Uma grande maioria da população recorre à soluções de saneamento fora da rede com gestão de lamas fecais (GLF), estando as redes de esgoto limitadas a zonas cimento de algumas das maiores cidades moçambicanas dentre elas Maputo e Beira que apresentam estações de tratamento públicas, enquanto nas restantes os resíduos recolhidos são descarregados em corpos de água (mar e rios) sem tratamento, perigando a saúde pública e criando um impacto ambiental negativo (Jane, 2017 e PDUL, 2020).

1.2. JUSTIFICATIVA

Visto que a população urbana moçambicana está prevista a aumentar em cerca de 16% entre 2025 e 2030, torna-se importante a criação de meios para melhor gerir o esvaziamento e transporte de LF, bem como a melhoria do tratamento das lamas fecais. O aumento da população poderá resultar no crescimento da produção anual de lamas fecais e consequentemente no crescimento do mercado actual de GLF, criando oportunidades no esvaziamento e transporte assim como no tratamento de lamas fecais e, potencial capitalização da recuperação e reutilização de recursos das mesmas.

1.3. OBJECTIVOS

1.3.1. Geral

- Avaliar as potencialidades e desafios da gestão de lamas fecais com enfoque empresarial e focada na valoração da cadeia de saneamento, tendo como base o saneamento localizado.

1.3.2. Específicos

- Caracterizar a organização e funcionamento do subsector de saneamento no país com enfoque na gestão de lamas fecais e aos modelos de gestão predominantes no contexto das cidades moçambicanas;
- Avaliar para os casos de estudos identificados, o potencial de geração de lamas fecais a curto e médio prazos;
- Identificar formas de optimização (custos e eficiência) dos modelos de esvaziamento, transporte de lamas fecais actualmente praticados;
- Caracterizar as lamas fecais em termos de potencial/actividade metanogénica vis a vis a viabilidade para um potencial reuso;
- Propor soluções de tratamento/estabilização dos lodos que tornem a sua reutilização viável (como fertilizante).

1.4. METODOLOGIA DESENVOLVIDA

Este estudo foi inteiramente exploratório e informado pela consulta de literatura de especialidade e casos de estudo realizados sobre as diferentes matérias. Tendo seguido a seguinte metodologia:

- Pesquisa bibliográfica com vista a obter os principais aspectos gerais e experiência internacional relativos a gestão de lamas fecais (GLF) e sua cadeia de serviços;
- Pesquisa com vista à obtenção e caracterização da actual legislação em vigor, organização, funcionamento, oportunidade e dificuldades do sector com vista a realizar caracterização do sector nacional de saneamento;

- Entrevistas realizadas a alguns operadores de esvaziamento e transporte privado circunscritos à zona metropolitana de Maputo e a Empresa Municipal de Saneamento e Drenagem (EMSD) do Conselho Municipal de Maputo (CMM) com vista a obter dados relativos ao *modus operandi* e dados financeiros;
- Realização da projecção populacional e estimativa de produção de lamas fecais para cada caso de estudo com recurso as taxas de referência de produção de lamas fecais por tecnologia de saneamento;
- Análise da viabilidade económica dos modelos de transporte actualmente praticados ao nível das cidades moçambicanas com recurso ao Método de Fluxo de Caixa;
- Estimativa de produção de biogás com base em valores de referência obtidos através de consultas a literatura diversa;
- Comparação das opções de produção de fertilizante a partir de LF, tendo em conta o custo de capital (CapEx), o custo de operação e manutenção (O&M), receita, área necessária para operação e quantidade de fertilizante produzido.

1.5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Durante a elaboração do presente estudo identificaram-se as seguintes limitações e dificuldades:

- Falta de dados actualizados referentes à distribuição da população por tecnologias de saneamento para as cidades moçambicanas;
- Estimativa apenas da contribuição doméstica de lamas fecais devido à dificuldade de estimar a contribuição de lamas fecais dos sectores público-privados e industriais;
- Ausência de dados referentes à caracterização de lamas fecais de origem humana em Moçambique;
- Relutância de alguns prestadores de serviços em revelar dados financeiros.

2. EQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. ORIGEM, COMPOSIÇÃO E PROBLEMA DAS LAMAS FECAIS

2.1.1. Origem

Lamas Fecais (LF) são a mistura de excreta humana (urina e fezes), água de descarga e materiais de limpeza anal, podendo encontrar-se ainda misturadas com lixo e produtos menstruais. Estas lamas provêm de tecnologias de saneamento localizado (fossas sépticas, latrinas à seco, latrinas de balde, sanitários comunitários, entre outros) e que não são transportadas por sistemas de drenagem. O seu estado físico pode variar entre sólido a um estado mais fluído (WaterAid, 2022; Strande *et al.*, 2014). As LF são ricas em nutrientes, mas por outro lado, também possuem um elevado número de agentes patogénicos (Nikiema *et al.*, 2020).

2.1.2. Caracterização das Lamas Fecais

Segundo Strande *et al.* (2014), a caracterização das LF é feita através dos critérios seguintes:

2.1.2.1. Concentração de Sólidos

Segundo Velkushanova *et al.* (2021), as LFs podem ser classificadas em quatro (4) tipos consoante a concentração de sólidos:

- **Lamas Fecais Líquidas (percentagem de TS é menor do que 5%)** - têm consistência similar a águas residuais domésticas, sendo facilmente bombeáveis. Resultam da extracção de contenções húmidas como fossas sépticas e latrinas de fossa húmida.
- **Lamas Fecais Pastosas (percentagem de TS no intervalo de 5% a 15%)** - possuem consistência de lama aquosa a húmida, sendo mais espessas do que um líquido. Comum em latrinas de fossa com entrada frequente de água cinza²

² Água cinza – água resultante de actividades que não envolvam a sua mistura com excreta (lavagem de roupa, banho, lavagem das mãos, etc) (WHO, 2006).

ou resultante da infiltração, podendo também se encontrar no fundo de tanques sépticos e fossas de infiltração.

- **Lamas Fecais Semi-Sólidas (percentagem de TS no intervalo de 15% a 25%)**
 - Caracterizadas por serem uma pasta macia, não sendo possível o seu bombeamento. São provenientes de latrinas de fossa, latrinas de compostagem e de tecnologias de tratamento de desidratação.
- **Lamas Fecais Sólidas (percentagem de TS maior do que 25%)** - Grande parte da água livre foi removida, resulta de sistemas de sanitários secos ou tecnologias de tratamento de desidratação de LF.

2.1.2.2. Teor de Matéria Orgânica (MO)

O teor de MO é geralmente expresso através da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). A DQO expressa a quantidade de oxigênio dissolvido necessária na oxidação total da matéria orgânica de determinada amostra, na presença de um oxidante forte, geralmente o permanganato ou dicromato de potássio em solução ácida (Matsinhe e Rietveld, 1991).

A DBO corresponde a quantidade de oxigênio dissolvido necessária para a oxidação biológica da matéria orgânica contida em determinada amostra e, é normalmente determinada durante um período acima de 5 dias a uma temperatura de 20°C e, se designa DBO₅ (Tayler, 2018).

Tanto a DQO como a DBO, são usadas para aferir o grau de estabilização das LF, potencial de biodegradação quando submetido a tratamento biológico e o impacto sobre os ambientes receptores (Velkushanova *et al.*, 2021).

2.1.2.3. Nutrientes

Os nutrientes encontram-se presentes em LF sob a forma orgânica e inorgânica. É possível através destes monitorar a inibição de NH₃, adequação de nutrientes para que decorram os processos biológicos, o destino no ambiente e o potencial de valorização na agricultura sob a forma de composto e/ou fertilizante (Velkushanova *et al.*, 2021).

CAWST (2016), indica que os principais nutrientes presentes em LF's são: o Nitrogénio (N), Fósforo (P) e Potássio (K). A quantidade destes na excreta dependerá da dieta, sendo que maior percentagem destes se encontra na urina. (WHO, 2006d).

A. Nitrogénio

Dependendo do valor de pH, tempo de armazenamento, presença de oxigénio e o tipo de lama fecal, o nitrogénio pode estar presente na forma inorgânica, nomeadamente: amónio/amoníaco ($\text{NH}_4^+\text{-N/NH}_3\text{-N}$), nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitritos ($\text{NO}_2\text{-N}$); e sob formas orgânicas que incluem aminoácidos, açúcares e proteínas (NUIA, 2022; Velkushanova *et al.*, 2021).

A quantificação do nitrogénio é feita através do parâmetro Nitrogénio Total que corresponde ao somatório das fracções inorgânicas e orgânicas do nitrogénio, ou ainda, pode ser quantificado pelo parâmetro Nitrogénio de Kjeldahl Total (NTK), que consiste no somatório do nitrogénio na forma orgânica e do nitrogénio sob a forma de amónio e/ou amoníaco (Strande *et al.*, 2014; Velkushanova *et al.*, 2021).

O nitrogénio encontra-se numa fase inicial, maioritariamente, presente sob formas combinadas (proteína e ureia), transformando-se subsequentemente em amoníaco, de seguida em nitritos e por último em nitratos, que constituem a forma final de estabilização das LF. Estas transformações devem-se à oxidação biológica realizada pelas bactérias (Matsinhe e Rietveld, 2002).

B. Fósforo

A quantidade de fósforo é dada pelo parâmetro Fósforo Total que engloba as formas orgânicas (fósforo presente em ácidos nucleicos, fosfolipídios e proteínas fosforiladas) e inorgânicas do mesmo (ácido ortofosfórico e fosfatos) (Velkushanova *et al.*, 2021; Strande *et al.*, 2014).

C. Potássio

É um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento de plantas quando pretende-se reutilizar as LF como fertilizante (Rieck *et al.*, 2012).

2.1.2.4. Metais

Concentrações variáveis de elementos metálicos são necessários para o desempenho adequado do tratamento e para o crescimento de plantas, no caso de reutilização de LF para agricultura, no entanto, elevadas concentrações dos mesmos podem ser tóxicas (Velkushanova *et al.*, 2021).

A concentração de metais não é, em geral elevada exceptuando o caso em que as LF recebam efluentes industriais. Os principais metais encontrados em lamas fecais são: crómio (Cr), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), níquel (Ni), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe), cuja proveniência é de químicos ou baterias despejadas nas tecnologias de saneamento, contaminação provinda dos camiões-cisterna que também podem transportar resíduos industriais, ou ainda resultante do consumo e excreção por humanos (Strande *et al.*, 2014).

2.1.2.1. Agentes Patogénicos

Os principais grupos de agentes patogénicos são: as bactérias, vírus, protozoários parasitas e helmintos (Strande *et al.*, 2014). Estes podem causar doenças e problemas de saúde como: cólera, salmonela, febre tifoide, infecções respiratórias, hepatite, etc.

Os indicadores usados na detecção de patógenos são o número total de ovos de helmintos viáveis e a enumeração qualitativa e quantitativa de bactérias coliformes e bacteriófagos. Estes são usados como indicadores devido a facilidade de detecção, comportamento similar em condições naturais e maior resistência comparativamente a outros agentes patogénicos. (Velkushanova *et al.*, 2021)

O pH constitui um factor importante na inactivação de agentes patogénicos, sendo que pH menores do que 4 e pH maiores do que 9 ($\text{pH} < 4$; $\text{pH} > 9$), resultam em taxas de inactivação patogénica satisfatórias (Anderson *et al.*, 2015). Por outro lado, a

temperatura constitui igualmente um factor importante para a inativação patogénica, visto que esta ocorre acima dos 60°C (Strande *et al.*, 2014).

2.1.3. Variabilidade das características das Lamas Fecais

A variabilidade nas características poderá ser elevada de local para local. Isto deve-se à influência de **factores técnicos** (tipo e qualidade dos sistemas de saneamento localizado; tempo de armazenamento/frequência de esvaziamento; método de esvaziamento e transporte), **factores demográficos** (número de usuários e frequência de utilização) e **factores ambientais** (clima, infiltração e permeabilidade) que ocorrem desde a sua deposição na fossa até ao transporte (Velkushanova *et al.*, 2021; Strande *et al.*, 2014).

Quando comparadas às águas residuais, as LF apresentam maior variabilidade nas suas características e maiores concentrações das variáveis de caracterização conforme é demonstrado na Tabela A.1.1. (Dangol, 2013).

2.1.4. Quantificação das Lamas Fecais

Segundo CAWST (2016), a estimativa da quantidade de LF produzidas por uma dada comunidade é feita consoante os seguintes factores: número de usuários, localização, tipo de tecnologias de saneamento localizado, número de tecnologias de saneamento localizado e a taxa de acumulação de LF.

Strande *et al.* (2014) e Klingel *et al.* (2002) apontam como principais métodos de quantificação de LF, os que a seguir são apresentados:

2.1.4.1. Acumulação de LFs nos locais de armazenamento

Este método utiliza as taxas de produção de LF, expressa em litros por habitante por ano (l/hab/ano), existentes em literatura diversa. No entanto este método é apenas válido para o caso em que todas tecnologias de saneamento localizado são apropriadamente dimensionadas, em que o esvaziamento ocorra em intervalos bem definidos e que toda lama fecal é coleccionada e transportada para as Estações de Tratamento de Lamas

Fecais e Resíduos Sépticos (ETLFRS). Este cenário é caracterizado como sendo altamente improvável (Klingel *et al.*, 2002).

Tabela 1. Taxas de produção anual de LF per capita por tecnologia de saneamento localizado (Fonte: PDUL, 2020).

Tecnologia de Saneamento	Valores de referência para produção anual per capita de lodos (l/hab/ano)
Fossas sépticas	30
Latrina de despejo manual	40
Latrina melhorada	60
Latrina tradicional melhorada	60

2.1.4.2. Taxa de recolha de Lamas Fecais

Este método baseia-se na quantidade de LF recolhida em sistemas de saneamento localizado. O volume que é recolhido pode ser determinado recorrendo a entrevistas, visitas ao local e/ou revisão dos registos das empresas que prestam serviços de esvaziamento e recolha de LF (Strande *et al.*, 2014). As estimativas podem ser baseadas no número de recolhas efetuadas diariamente, o volume de LF por cada recolha, a frequência de esvaziamento ao nível das habitações e a estimativa da percentagem da população que emprega os serviços de colecção e transporte (Koanda, 2006).

2.2. CADEIA DE SERVIÇOS DE GESTÃO DE LAMAS FECAIS

Rao *et al.* (2016), define Gestão de Lamas Fecais (GLF) como sendo uma cadeia composta pela: deposição, esvaziamento, transporte, tratamento, eliminação ou reuso. A GLF é necessária sempre que os sistemas de esgotos, que é considerada a principal alternativa, não estejam disponíveis (WaterAid, 2022).

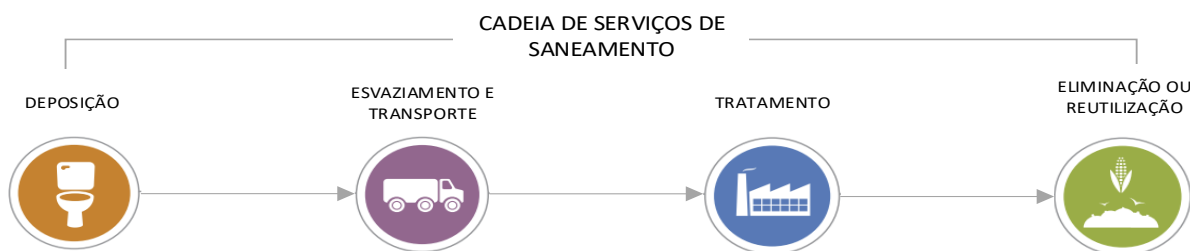


Figura 1. Cadeia de serviços de saneamento para sistemas de saneamento localizado (Fonte: Rao *et al.*, 2016).

Contrariamente aos sistemas de esgoto cujos serviços são fornecidos principalmente por agências governamentais, que também são responsáveis pela regulamentação e/ou operação das estações de tratamento de águas residuais bem como por estabelecer políticas de saneamento ambiental, os sistemas de saneamento localizado e a GLF são administrados pelo sector informal e pelo sector privado, ou ainda, por uma miscelânea de operadores públicos e privados (Rao *et al.*, 2016).

2.2.1. Deposição

O IDC (1995) faz a classificação das tecnologias de saneamento básico/melhorado em dois (2) grupos: **sistemas sem água canalizada (sistemas secos)** e **sistemas com água canalizada (sistemas húmidos)**.

2.2.1.1. Sistemas Húmidos

Os sistemas húmidos requerem a utilização de água para descarga e se subdividem em: **descarte fora do local, sistemas híbridos e descarte no local** (Tayler, 2018).

Os **sistemas com descarte fora do local** conduzem o efluente do vaso sanitário directamente a rede pública de esgoto com o objectivo de conduzir para o tratamento (FNS, 2004).

Os **sistemas híbridos** conduzem o efluente gerado, normalmente por uma retrete com autoclismo para tanques interceptores que retêm a fracção sólida do efluente e conduzem a fracção líquida para um sistema de esgotos. Devido a retenção de sólidos, o sistema de esgotos será simplificado e terá diâmetros menores (Tilley *et al.*, 2014).

Os **sistemas de descarte no local** englobam as latrinas de fossa húmida (latrinas *pour-flush* ou de despejo manual) e retretes/sanitas conectadas a fossas sépticas (retêm a fracção sólida) em combinação com drenos ou trincheiras de infiltração (realização a infiltração fracção líquida no solo) (Tayler, 2018; Oxfam, 2008).

2.2.1.2. Sistemas Secos

Sistemas secos são aqueles que não requerem que a descarga seja feita com água. (Rodrigues e Hinkkanen, 2013). Grande parte destes, possuem fossas localizadas directamente abaixo do vaso sanitário. Estes subdividem-se em: **sistemas secos com tratamento no local**, **saneamento com base em colectores** e **sistemas “Drop and store”** (Tayler, 2018).

As **tecnologias de tratamento no local** possibilitam o tratamento parcial ou total das LF, resultando em material que pode ser utilizado como fertilizante ou condicionador de solo, permitindo, teoricamente, “saltar” as fases de transporte e tratamento (Tayler, 2018). São exemplos destas tecnologias a latrina de fossa dupla, *ecosan* (latrinas de compostagem, latrinas com desvio de urina), latrinas de vermi-compostagem, latrinas ligadas a biodigestores, etc. (WaterAid, 2022; Department of Drinking Water and Sanitation, 2021).

O **saneamento com base em colectores (SBC)** consiste em sanitas com recipientes seláveis e removíveis, designados colectores, onde é depositada a excreta. Os colectores são recolhidos regularmente para descarte ou reutilização segura de lamas fecais e, substituídos por recipientes novos. (Russel e Montgomery, 2020).

Nos **sistemas Drop and Store**, as LF são retidas em fossas durante vários anos, resultando na digestão parcial das mesmas, reduzindo assim o volume e a concentração de agentes patogénicos (Tayler, 2018). São exemplos destes sistemas, a latrina com fossa/ furo seco (latrinas simples e latrinas melhoradas) e sanitas a seco (Rodrigues e Hinkkanen, 2013).

2.2.2. Esvaziamento e Transporte

O esvaziamento das tecnologias de saneamento localizado pode ser realizado por técnicas manuais ou mecanizadas. A escolha do método específico a empregar é determinada consoante a tecnologia de saneamento localizado usada, facilidade de acesso ao local, consistência das lamas, tipo de equipamento usado pelos provedores de serviços, bem como a experiência dos mesmos (Nikiema *et al.*, 2020 *apud* Chowdhry e Koné, 2012).

Segundo WaterAid (2022) e Klingel (2002), as principais tecnologias usadas no esvaziamento e transporte são: **camhões-cisterna de lamas/camiões de vácuo; bombas menores; esvaziamento e transporte manual e estações de transferência**, sendo esta última envolvida unicamente na fase de transporte. As mesmas são descritas em seguida.

2.2.2.1. Camiões-cisterna de lamas

Esta tecnologia de esvaziamento é melhor indicada para remoção de resíduos sépticos e lamas líquidas provenientes de fossas húmidas (WaterAid, 2022). O seu funcionamento consiste na introdução de uma mangueira na fossa séptica ou poço sanitário para remoção do conteúdo por meio de sucção criada por uma bomba de vácuo, armazenamento num tanque acoplado ao camião (com capacidade de entre 1 a 10 m³) e transporte para o local de tratamento ou eliminação. (Klingel, 2002).

Possuem a desvantagem de terem dimensões muito grandes e por isso apresentam dificuldades de movimentação em cidades antigas e zonas urbanas ou periurbanas com ausência de planeamento físico. Para além disso, a manutenção destes camiões é, em grande parte dos casos, dispendiosa (WHO, 1992).

2.2.2.2. Bombas menores e camiões/atrelados menores

A este grupo pertencem bombas manuais semi-mecanizadas (ex: *Gulper*), bombas motorizadas (ex: *Excluder*) que fazem a sucção das LF para veículos menores dotados de tanques (0.2 a 0.5 m³), alternativamente podem ser utilizados reboques e carroças a triciclos motorizados (WaterAid, 2022).

Têm a vantagem de permitirem maior facilidade de operação em locais de difícil acesso, porém, não são recomendados para transporte de LF a longas distâncias, necessitando por tal o bombeamento do conteúdo para camiões menores ou recorrer a estações de transferência para armazenamento temporário (Klingel *et al.*, 2002).

2.2.2.1. Esvaziamento e transporte manual

O esvaziamento manual pode ser categorizado, em geral, de duas (2) formas: sistemas a base de colectores e elevação directa (WaterAid, 2022).

Quando usado o **saneamento à base de colectores (SBC)** o esvaziamento consiste na remoção dos colectores/receptáculos removíveis, selagem dos mesmos e substituição com um colector novo e vazio. O transporte é feito por via de carinhos de mão, triciclos motorizados ou ainda camionetas (Strande *et al.*, 2014; Russel e Montgomery, 2020).

O **método de elevação directa** consiste na recolha das LF através do emprego de baldes e pás de cabo longo e, transferência das LF para tanques acoplados a carrinhos de mão que idealmente são transportados até à estação de transferência ou directamente a estação de tratamento (Strande *et al.*, 2014).

Segundo a WHO (1992), sob a perspectiva de saúde pública, a remoção manual deve ser evitada. Porém, WSP (2015) afirma que este método pode ser praticado de forma segura se todos os procedimentos e os operadores tenham todo equipamento apropriado.

Por vezes, poderá mostra-se necessário retirar detritos e lixo previamente à utilização de outros métodos de esvaziamento por bombagem (Gurski *et al.*, 2022).

2.2.3. Estações de transferência (ETr)

As ETr são uma etapa intermédia na componente de esvaziamento e transporte da cadeia de serviços. Estas armazenam temporariamente as LF, antes do transporte até as estações de tratamento ou eliminação (Rao *et al.*, 2016). É uma solução de grande utilidade quando a densidade populacional é elevada, impedindo ou dificultando o acesso dos camiões-cisterna ao local de recolha e/ou a distância até o local de tratamento/deposição é longa, pese embora, apresentem a desvantagem de requerem esvaziamento regular e poderem ser fonte de maus odores para as residências na proximidade da mesma (WaterAid, 2022).

Mukheibir (2015) e Strande *et al.* (2014), fazem a divisão das ETr em dois tipos: **estações de transferência fixas** (tanques permanentes de betão, metal ou plástico) e

estações de transferência móveis (camiões reboque/cisterna posicionados em certos locais).

2.2.4. Tratamento

Segundo Tayler (2018), o principal objectivo do tratamento é o de converter as LF, que são produtos desagradáveis e potencialmente perigosos à saúde pública e ao ambiente, em produtos que não apresentam perigo e que sejam de fácil manuseio.

Tayler (2018), lista ainda como objectivos específicos do tratamento:

- Redução da demanda de oxigénio, sólidos suspensos e concentração de nutrientes na fracção líquida do efluente;
- Redução da concentração de patogénicos na fracção líquida até níveis aceitáveis para eliminação e reuso seguro;
- Redução do conteúdo líquido nas LFs até ao ponto de que estas comportem-se como sólidos e tenham volume reduzido, resultando no manuseio e transporte facilitado e menos dispendioso; e
- Redução do número de patogénicos presente nas lamas até níveis aceitáveis para uso.

O tratamento pode ser realizado em Estações de Tratamento de Lamas Fecais e Resíduos Sólidos (ETLFRS) ou tratadas em conjunto com águas residuais em Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) (Klingel *et al.*, 2002).

2.2.4.1. Co-tratamento das LF juntamente com águas residuais em ETAR

Segundo Strande *et al.* (2014), o co-tratamento de LF em ETARs, deverá ser feito tendo em consideração que o conteúdo de TS, MO e TN serão mais elevadas quanto mais frescas forem as lamas e o volume de LF tratadas, devendo, por isso, limitar o volume de LF de modo a obter efluentes tratados com parâmetros dentro dos regulamentares.

O tratamento é feito com recurso a tecnologias fiáveis e conhecidas, tornando-se por isso económico. Todavia as LF são misturadas com efluentes com maior grau de contaminação química, dificultando ou mesmo impossibilitando a recuperação de recursos (Klingel *et al.*, 2002).

2.2.4.2. Tratamento em Estações de Tratamento de Lamas Fecais e Resíduos Sépticos (ETLFRS)

Segundo WaterAid (2022), o processo de tratamento que ocorre em Estações de Tratamento de Lamas Fecais e Resíduos Sépticos (ETLFRS) compreende as fases a seguir apresentadas:

A. Recepção e Examinação

As LF provenientes da fase de esvaziamento e transporte são descarregadas para um tanque receptor, este pode servir de reservatório de compensação, recebendo caudal elevado de LF e permitindo a sua saída com caudal contínuo e mais reduzido, passo importante pois a maioria dos tratamentos preliminares não tolera altos caudais. O tanque pode estar equipado com grelhas/grades para retenção de material grosseiro (Klingel *et al.*, 2002).

B. Tratamento preliminar

Compreende a remoção de óleos, gorduras e vários sólidos como areia, fibras e resíduos sólidos. Visa prevenir o acúmulo de sólidos e bloqueios nas fases subsequentes, evitando a abrasão de componentes mecânicos e por consequência, prolongando a vida útil do equipamento (Tilley *et al.*, 2014). No caso de tratamento de lamas frescas, provenientes de SBC e casas de banho públicas, pode ser necessário a realização de tratamentos preliminares de modo a conferir maior grau de estabilização. As opções de estabilização incluem: a estabilização com cal, digestão aeróbica e digestão anaeróbica (Tayler, 2018).

C. Separação dos resíduos sólidos e líquidos

Mawioo *et al.* (2016), indica que a fracção líquida das LFs pode ser tratada recorrendo a tecnologias de tratamento de águas residuais e a fracção sólida é tratada com o objectivo de melhorar as suas características para reutilização ou eliminação.

Esta fase é aplicável para LF que tenham sido recolhidas por via de bombeamento e tem como principais operações a sedimentação e filtração da fracção sólida (WHO, 2006). Para o efeito, podem ser adoptadas as seguintes tecnologias: tanques de sedimentação-espessamento, lagoas anaeróbicas, tanques *Imhoff*, prensas mecânicas e leitos de secagem (Tayler, 2018). A descrição, vantagens e vicissitudes de cada um destes processos são descritos na **Tabela A.2.1**

D. Desidratação dos resíduos sólidos

A desidratação de resíduos sólidos tem como objectivo o aumento na concentração de sólidos das LF até pelo menos 20% de modo a facilitar o seu manuseamento. Geralmente faz-se uso de leitos de secagem não plantados ou de leitos de secagem plantados (Tayler, 2018). Vide a Tabela A.2.2 para mais detalhes sobre cada processo.

E. Tratamento dos resíduos sólidos para eliminação segura ou reuso

O tipo de tratamento empregue nesta fase pode resultar em diferentes tipos de recurso recuperados (Rao *et al.*, 2016). Tayler (2018), afirma que esta fase tem como objectivo de garantir que as LF sejam seguras para o reuso e com as características adequadas para o fim a servir. Os principais processos de tratamento e os produtos resultantes são:

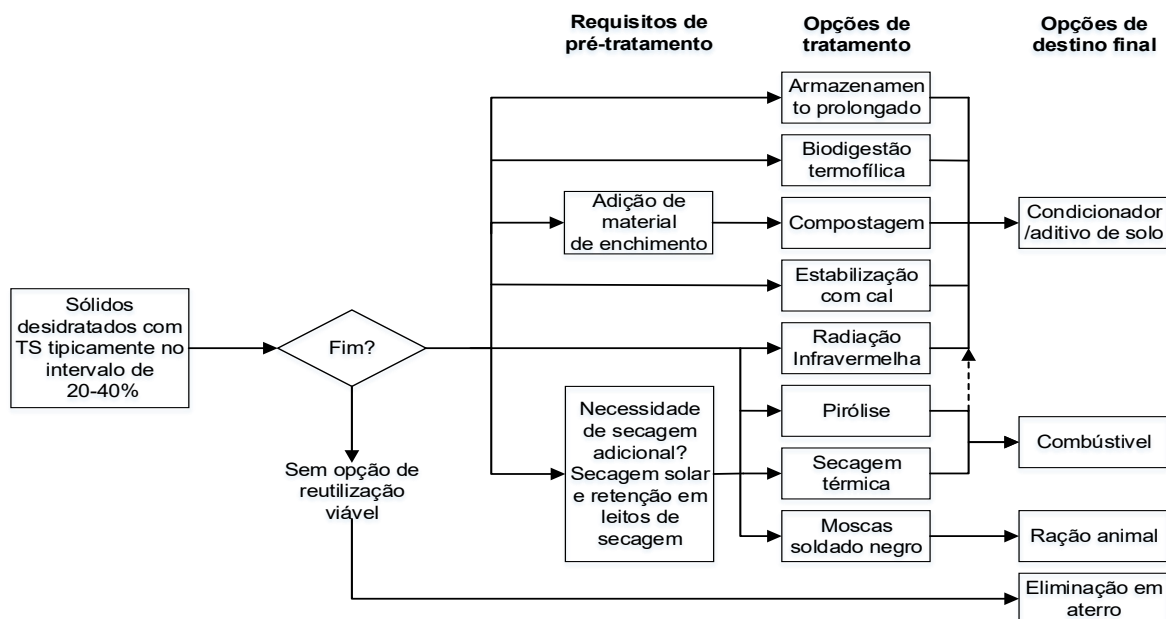


Figura 2. Processos de tratamento de LF e opções de destino final (Fonte: Tayler, 2018).

A descrição dos processos de tratamento bem como as vantagens e desvantagens de cada processo encontra-se disposto na Tabela A.2.3.

F. Tratamento dos resíduos líquidos

O efluente resultante dos processos de desidratação e separação líquido-sólido, é potencialmente perigoso a saúde, necessitando assim, de tratamento adicional. Este pode ser realizado em lagoas de estabilização ou em estações de tratamento de águas residuais descentralizadas. O seu tratamento segue o seguinte ordenamento: tratamento anaeróbico, tratamento aeróbico e redução de agentes patogénicos e, purificação (WaterAid, 2022; Klingel *et al.*, 2002).

2.2.5. Eliminação e Reuso

2.2.5.1. Reuso

O reuso oferece uma proposta de valor adicional ao tratamento de LF com o potencial de geração de receitas advindas da valorização de recursos intrínsecos nas LF (Rao *et al.*, 2016).

Tradicionalmente o reuso dos produtos resultantes do tratamento de LFs têm tido maior utilidade na agricultura sob a forma de **fertilizantes e condicionadores de solo** e sob a forma de **água para a rega** (Diener *et al.*, 2014; Rao *et al.*, 2016). Estes produtos podem advir da compostagem, leitos de secagem, digestão anaeróbica, da utilização de moscas soldado negro, pirólise e tratamento com radiação infravermelha, ou ainda com LFs não tratadas (Strande *et al.*, 2014). As larvas de moscas soldado negro podem igualmente ser utilizadas como **proteína animal** para pecuária tanto como para aquacultura, é estimado que 1 Ton de lamas fecais com TS=40% pode gerar cerca de 20kg de larvas de moscas soldado negro (Diener *et al.*, 2014).

No âmbito de **produção energética**, o biogás pode ser obtido através da digestão anaeróbica com estimativas de produção entre 14 e 87 ml de gás/g de LF para temperaturas entre 15°C e 30°C (Song *et al.*, 2012; Diener *et al.*, 2014). O bio-carvão resultante da pirólise apresenta o mesmo poder calorífico que o carvão proveniente de madeira (lenhite) podendo ser usado como combustível (Nikiema *et al.*, 2020; Tayler,

2018). Existe ainda a possibilidade de produção de combustível líquido pese embora os elevados custos de secagem e a presença reduzida de lípidos que torna o mesmo financeiramente inviável (Tayler, 2018).

As LFs desidratadas podem ser utilizadas para a **produção de materiais de construção** como tijolos cerâmicos, podendo ser integrados LF até 20% do peso do tijolo, mantendo as capacidades e exigências técnicas do tijolo (Liew *et al.*, 2004). Porém, segundo Tayler (2018), não existem evidências do uso comercial dos mesmos.

2.2.5.2. Eliminação

Nikiema *et al.* (2020) e WaterAid (2022), indicam que a eliminação de lamas fecais pode ser realizada por duas vias:

- **Eliminação em valas cobertas**– é aplicada em pequenas cidades e zonas periféricas de grandes centros urbanos, quando existirem terrenos disponíveis (longe das habitações e deve ser posteriormente vedado) e os riscos de contaminação da água subterrânea e a ocorrência de inundações seja mínima. As lamas devem ser tapadas com terra de modo que sejam reduzidos os odores.
- **Eliminação de lamas fecais em esgotos**- este tipo de eliminação é, em geral, desaconselhável pois os esgotos não foram dimensionados para a quantidade adicional de resíduos sólidos presentes em LF, podendo resultar em obstruções.

2.3. ESTRUTURA DA CADEIA DE SERVIÇOS DE GESTÃO DE LAMAS FECAIS

2.3.1. Relações Institucionais

2.3.1.1. Partes Interessadas

Strande *et al.* (2014) e Rao *et al.* (2016) apontam como principais partes interessadas na cadeia de serviços de gestão de lamas fecais: ministérios, entidades nacionais ou municipais, companhias privadas, associações comunitárias de base (OCB), organizações não governamentais (ONG's) e os agregados familiares (AF).

No que se toca a **Regulamentação**, as partes interessadas agem em mais de uma componente da cadeia de GLF, podendo actuar em toda cadeia. Os Ministérios e

entidades ao nível central são responsáveis pela elaboração de normas e directrizes regulamentares. A imposição e monitoria do cumprimento das normas, a nível local, é da responsabilidade das entidades municipais, departamento de ambiente. Para além das partes acima mencionadas, é importante mencionar também as instituições financeiras, governos centrais ou locais responsáveis pelo financiamento de diversas partes da cadeia de GLF (Rao *et al.*, 2016).

Na componente de **Deposição** os principais intervenientes são os AF.

Os prestadores de serviços na componente de **Esvaziamento e Transporte** podem variar de acordo com a região, população, regulamentos em vigor, relações institucionais existentes. Porém esta componente, em maior parte dos casos, tem como principais prestadores de serviços: os municípios e/ou serviços públicos. Importa também mencionar as ONG e as OCB que realizam o esvaziamento e transporte de LF em comunidades mais necessitadas (Strande *et al.*, 2014; Rao *et al.*, 2016).

Segundo Rao *et al.* (2016), a componente de **Tratamento** é, na grande maioria dos casos, gerida pelas entidades municipais ou públicas havendo, porém, casos em que a mesma é gerida por entidades privadas contractadas pelo município que operam as ETLFRS/ETARs. Na última componente, **Reuso e Eliminação**, as partes interessadas dependem do tipo de recursos a serem recuperados (podendo variar desde: agricultores, empresas privadas, departamento local responsável pela alimentação e energia, departamento responsável pela energia, agências ou departamentos responsáveis pela protecção ambiental, parques e jardins).

O número de partes interessadas com diferentes interesses e objectivos particulares aumenta à medida que se percorre a cadeia de serviços de GLF, resultando numa maior dificuldade na prestação de serviços, facto que é possível visualizar na Figura A.3.1.

2.3.1.2. Aspectos de Regulamentação e Regulação

Segundo Rao *et al.* (2016) e Strande *et al.* (2014), de modo a garantir o bom funcionamento da cadeia de GLF é necessário a implementação, monitoria e divulgação das diversas políticas, regulamentação e directrizes que definem as funções, qualidade dos serviços, procedimentos, licenças e penalizações. Estas normas e directrizes devem actuar em toda cadeia de GLF, desde a deposição (ex: licenças de construção), no

esvaziamento e transporte (ex: licenças de saneamento ambiental), no tratamento (ex: normas de tratamento) até a eliminação/reutilização (ex: normas para eliminação ou aplicação no solo).

2.3.1.3. Fluxos Financeiros

Ao longo das cadeias de GLF ocorre a transferência de fundos monetários entre as diferentes actividades e partes interessadas no processo. Estas transações podem ocorrer sob a forma de custos, receitas e apoios orçamentais (Strande *et al.*, 2014)

No que se refere a receitas, a WaterAid (2022) aponta como principais fontes:

- **Taxas de saneamento**- sobretaxas em facturas de água cobradas aos AF à autarquia local ou utilidade pública para o tratamento, recolha e transporte de LF;
- **Taxas de cobrança (recolha/esvaziamento)** - cobradas aos AF pelos esvaziadores no âmbito de esvaziamentos dos sistemas de saneamento;
- **Taxas de licenciamento** - cobradas aos operadores de esvaziamento pelos municípios, de modo a permitir a realização das suas operações;
- **Taxas de eliminação** - cobradas aos operadores pelas estações de tratamento para a realização das descargas das LF nesses locais.
- **Vendas** (efetuadas no âmbito de vendas dos RRR).

Quanto aos custos, WaterAid (2022) e Strande *et al.* (2014) destacam:

- **Custos de capital (CapEx)**- que englobam os custos resultantes da construção de infraestruturas, aquisição de camiões e de equipamentos;
- **Custos de operação e manutenção (O&M)** - advindos do pagamento de mão-de-obra, operação e manutenção de equipamento e da infraestrutura necessária para o funcionamento dos serviços.

Apoio orçamental- refere-se a transferências financeiras com o intuito de proporcionar cobertura parcial ou na totalidade do orçamento dos provedores de serviços de GLF, proporcionada por uma entidade governamental nacional ou internacional ou ONG's (Strande *et al.*, 2014).

2.4. MODELOS DE NEGÓCIO GENÉRICOS PARA GESTÃO DE LAMAS FECAIS

O modelo de negócios visa identificar o âmbito, objectivos, intervenientes e alcance pretendido com determinado serviço e, simultaneamente, põe em destaque as barreiras a serem ultrapassadas pelas partes interessadas, bem como as suas potencialidades, oportunidades e escopo para a participação do sector privado durante a prestação de serviços de saneamento (Rao *et al.*, 2016).

Rao *et al.* (2020), propõe a seguinte classificação para modelos de GLF tendo como base as propostas de valor:

1. Modelos para acesso a instalações sanitárias em locais públicos;
2. Modelos para garantir o esvaziamento e transporte seguro, eficaz e oportuno das LFs;
3. Modelos que garantam o esvaziamento, transporte e deposição ambientalmente segura das LF;
4. Modelos que enfatizam a reutilização no final da cadeia de serviços;
5. Modelos que abrangem toda cadeia de serviços de saneamento, desde a deposição das LF.

Neste trabalho dá-se ênfase aos modelos que englobam o esvaziamento, transporte e deposição (pontos 2 e 3), cujas especificidades são apresentadas a seguir na Tabela 2 e os diagramas no Anexo 3.1 e Anexo 3.2.

Tabela 2. Descrição dos modelos de negócio genéricos que abordam o esvaziamento e transporte na cadeia de GLF (Adaptado de Rao *et al.*, 2016; Rao *et al.*, 2020).

	Tipo/designação do modelo	Particularidades
A	Modelos para garantir o esvaziamento e transporte seguro, eficaz e oportuno das LFs	Abrangem primordialmente o esvaziamento e transporte até o local de deposição, com objectivo: • de providenciar serviços de esvaziamento de qualidade e atempados a instituições e AFs e; • de providenciar deposição/eliminação ambientalmente segura.
A.1	Esvaziamento e Transporte Privado	AFs e instituições com saneamento localizado entram em contacto com provedores privados de modo a obter os serviços de esvaziamento, mediante o pagamento de uma taxa previamente acordada. O Modelo de negócios é de iniciativa e liderança do sector privado.
A.2	Sem fins lucrativos	Um doador disponibiliza financiamento a ONG de modo que sejam estabelecidas pequenas empresas e/ou associações de fornecimento de serviços de esvaziamento em comunidades ou aglomerados de baixa renda. Na primeira, a ONG detém os equipamentos, realiza o serviço de esvaziamento e transporte enquanto identifica e mobiliza provedores qualificados e interessados e faz o treinamento dos mesmos. Na fase subsequente, a ONG transfere as operações para os provedores anteriormente capacitados.
A.3	Estações de Transferência (ETr)	Integração de ETr com vista à optimização do serviço de transporte das LFs até aos locais dedicados ao seu descarte e redução dos riscos de descarte indiscriminado de LF. A gestão das ETr pode ser realizada pela mesma entidade encarregue pela gestão da ETAR/ETLFRS ou por operadores privados de lamas fecais. Não gera receitas, porém tem custos operacionais para a entidade gestora necessitando por isso de subsídios dos governos locais.
B	Modelos para garantir o esvaziamento, transporte e deposição ambientalmente segura das LFs	Incorporam o esvaziamento, transporte e tratamento sob gestão pública, tendo como objectivo: • providenciar serviços de esvaziamento de qualidade e atempados a instituições e AFs; • melhorar o ambiente de negócios para os operadores privados através de incentivos e; • incentivar a deposição de LF em locais apropriados.
B.1	Gestão pelo poder público	Operações de esvaziamento, recolha e tratamento encontram-se todas sob a responsabilidade e gestão do município ou empresa pública, permitindo a eliminação das taxas entre a entidade que efectua a recolha e a estação de tratamento/local de deposição. Os agregados contactam ao município/empresa pública que realiza o esvaziamento, mediante o pagamento de uma taxa.
B.2	Licenciamento	Esvaziamento e transporte realizado por entidades privadas, cuja actividade é realizada com base em licenças ou autorizações emitidas pela entidade reguladora pública, com objectivo contabilizar e monitorar a actuação dos mesmos. As licenças garantem acesso ilimitado ou semi-limitado aos locais de eliminação sem a cobrança de taxas extra de despejo, potencialmente eliminando ou reduzindo o descarte ilegal de LF.

3. GESTÃO DE LAMAS FECAIS NO CONTEXTO DAS CIDADES MOÇAMBICANAS

3.1. Dimensão do problema

Segundo o IOF 2022, Moçambique possui uma população de cerca de habitantes 28 milhões de habitantes, dos quais cerca de 31.7% têm acesso ao saneamento melhorado. Olhando para o saneamento melhorado a nível da população urbana, a taxa situa-se acima da média nacional, sendo aproximadamente 60.8%, no entanto, a situação revela-se mais crítica ao nível da população rural onde a taxa situa-se apenas a 16.9%, cifra muito abaixo da média nacional.

Do ponto de vista de soluções de saneamento comumente utilizadas pelos AF moçambicanos destacam-se, a latrina tradicional, latrina tradicional melhorada, latrina melhorada, retretes sem autoclismo e retretes com autoclismo, podendo esta última estar dentro ou fora de casa (INE, 2023).

As percentagens de cobertura em centros urbanos e sua evolução no tempo nas diferentes opções tecnológicas, são a seguir apresentadas:

Tabela 3. Evolução da distribuição da população urbana por tecnologia de saneamento.

	Tecnologias de Saneamento	Distribuição percentual da população urbana por tecnologia de saneamento				
		IOF 2008/09 ³	IOF 2014/15 ⁴	Censo 2017 ⁵	IOF 2019/20 ⁶	IOF 2022 ⁷
Saneamento Não Melhorado	Sem acesso a tecnologias de saneamento	22.4%	12.7%	6.0%	11.9%	10.9%
	Latrina tradicional	36.0%	29.5%	20.3%	27.8%	28.3%
	Subtotal	58.4%	42.2%	26.3%	39.7%	39.2%
Saneamento Melhorado	Latrina melhorada e tradicional melhorada	28.4%	39.0%	46.1%	33.0%	29.3%
	Retrete ligada à fossa séptica	13.2%	18.8%	26.4%	27.3%	31.5%
	Subtotal	41.6%	57.8%	72.5%	60.3%	60.8%

³ IOF 2008/09 - Relatório Final do Inquérito Sobre Orçamento Familiar 2008/09.

⁴ IOF 2014/15 - Relatório Final do Inquérito Sobre Orçamento Familiar 2014/15.

⁵ Censo 2017 - IV Recenseamento Geral da População e Habitação.

⁶ IOF 2019/20 - Relatório Final do Inquérito sobre Orçamento Familiar 2019/20.

⁷ IOF 2022 - Relatório Final do Inquérito Sobre Orçamento Familiar 2022.

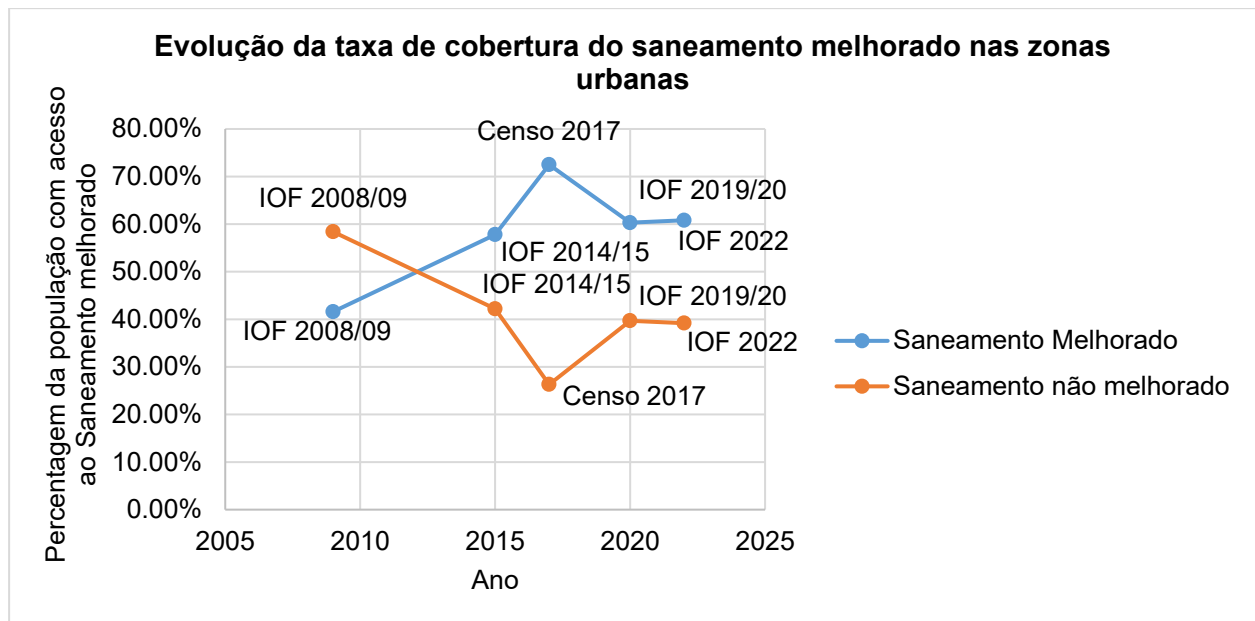


Figura 3. Estimativa do crescimento da taxa de cobertura do saneamento melhorado em zonas urbanas ao nível nacional.

Analisando os dados da Tabela 3 e Figura 3 é possível concluir que a percentagem da população urbana com acesso a tecnologias de saneamento melhorado tem vindo a aumentar, tendo se verificado um aumento de 19.2% de 2009 a 2022, porém, nota-se que houve uma queda da mesma entre 2017 a 2020, sendo o crescimento resumido posteriormente.

Hawkins e Muxímpua (2015) e, Muxímpua *et al.* (2017) estimam que aproximadamente 30% da população moçambicana reside em zonas urbanas, 80% dos quais reside em assentamentos informais, percentagem que pode vir a aumentar como resultado do contínuo êxodo rural resultando num crescimento urbano anual de 3.6%, podendo resultar ainda num aumento da percentagem de residentes em assentamentos urbanos e consequentemente da percentagem de pessoas dependentes de saneamento fora da rede.

Grande parte da população depende de soluções de saneamento fora da rede e, estima-se que menos de 5% das instalações sanitárias existentes em centros urbanos estejam conectadas a redes de esgoto. Existindo apenas nas cidades da Beira (cobertura de 11% da população), Maputo (cobertura de 11% da população), Nampula (cobertura de 2% da população), Tete (cobertura de 6% da população), Quelimane (cobertura de 2% da

população) e Xai-Xai (cobertura de 1% da população) (Hawkins e Muxímpua., 2015; PDUL, 2020).

A **Estratégia Nacional de Água e Saneamento Urbano 2011-2025**, estabelece como meta de cobertura da população com acesso ao saneamento melhorado de 80% nos principais centros urbanos e de 32% em cidades pequenas e vilas até 2015 e, cobertura universal até 2025. Porém, o **Plano de Acção do Sector de Águas para à Implementação dos Objectivos De Desenvolvimento Sustentável 2015-2030**, estabelece como objectivo a cobertura de 80% da população urbana com acesso ao saneamento melhorado até 2019, cobertura de 90% até 2024 e cobertura universal até 2029. Já, a **Política de Águas (Resolução nº 42/2016)** em concordância com as Metas de Desenvolvimento Sustentável, dita a cobertura universal em zonas urbanas como meta para 2030 (com 10% da população servida por redes de esgoto, 35% por fossas sépticas e 55% por latrinas melhoradas e melhoradas tradicionais).

De modo a cumprir com a meta de universalização do saneamento nas zonas urbanas até 2030, seria necessário um crescimento anual na taxa de saneamento melhorado de 6.45% entre 2024 e 2030 (totalizando 38.7%) de modo a atingir a universalização do mesmo.

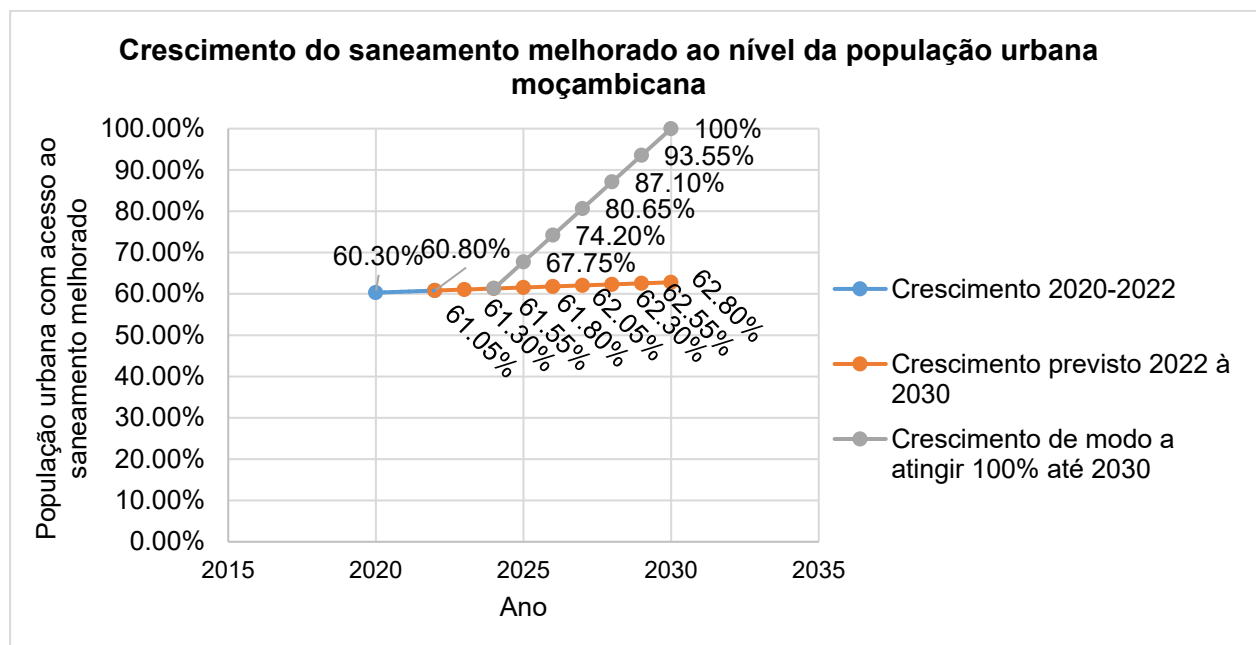


Figura 4. Crescimento do saneamento melhorado ao nível da população urbana moçambicana.

3.2. Organização e Funcionamento

Hawkins e Muxímpua (2015), Mabota (2023) e Salomon (2023), indicam que o Sector de Saneamento em Moçambique nas zonas urbanas apresenta a organização descrita na tabela seguinte:

Tabela 4. Organização e funcionamento do sector de saneamento de água nas zonas urbanas.

	Entidade	Função
Reguladores	AIAS⁸	Investimento e gestão de serviços de abastecimento de água em vilas, sedes distritais e responsável pelo saneamento nas áreas urbanas
	DNAAS⁹	Garantir a gestão, concretização e implementação de programas, políticas, planos e projectos no sector
	AURA¹⁰	Regular/fiscalizar os serviços de abastecimento e de saneamento, definir os regulamentos para a prestação de serviços, procurando equilibrar os interesses das partes envolvidas
	Conselho Municipal	Possue a responsabilidade primária no que se refere a prestação de serviços de saneamento aos seus municípios e implementação de projectos à nível local
Provedores de serviços	Empresas Municipais de Saneamento	Prestam serviço através de empresas municipais ou serviços municipais a instituições públicas e privadas, inclusive a AF
	Privados de Saneamento	Empresas privadas e/ou associações registadas e licenciadas que providenciam serviços a AF de renda média ou alta, residentes em bairros ordenados
	Operadores individuais	Provedores de serviços formais e/ou informais que realizam o esvaziamento manual de latrinas e fossas sépticas
	Artesão/vendedores de materiais de ferragem e estaleiros	Operadores formais ou informais que produzem e vendem de materiais para construção e reabilitação de tecnologias de saneamento localizado
Utentes	AF, instituições públicas e privadas	Utilização e gestão das tecnologias de saneamento localizado

⁸ AIAS- Administração de Infraestruturas de Águas e Saneamento;

⁹ DNAAS- Direcção Nacional de Abastecimento de Águas e Saneamento;

¹⁰ AURA- Autoridade Reguladora de Água.

3.3. Modelos de negócios de GLF praticados nas cidades moçambicanas

Tendo como base um estudo realizado pela Salomon Lda., os modelos de negócios de GLF que são actualmente praticados nas zonas urbanas moçambicanas enquadram-se nas seguintes categorias:

Tabela 5. Modelos de negócio de GLF praticados nas cidades moçambicanas.

Modelo	Características
Modelo de gestão pelo poder público	Principal modelo de gestão em vigor em todas as cidades e vilas moçambicanas; gestão à encargo de serviços e/ou empresas municipais em algumas cidades.
Modelo de esvaziamento e transporte privado	Elevada adopção nas grandes cidades moçambicanas. Caracterizado pela deficiência ao nível regulamentar, deficiência na monitoria das actividades dos provedores e pela ausência de locais designados para o descarte resultando em eliminação em locais não apropriados.
Modelo sem fins lucrativos	Com indícios de aplicação sob a forma de projectos pilotos nos bairros periféricos e assentamentos informais
Modelo de latrina receptáculo móvel	Aplicação ao nível de alguns assentamentos informais nas cidades de Maputo e Tete.
Modelo de licenciamento	Com evidência de aplicação em grandes cidades, porém limitado devido ao domínio do mercado por parte de prestadores de serviço informais.
Modelo de sanitários públicos	Presença em vilas e cidades moçambicanas, de iniciativa maioritariamente pública. Apresentam deficiências de sustentabilidade operacional.

Salomon Lda. (2023) indica ainda que, em geral, o factor limitante na implementação dos modelos de GLF nas cidades moçambicanas é, no caso de modelos já praticados, a deficiente regulamentação aliada à fraca capacidade de monitoria das actividades dos prestadores de serviços enquanto, para o caso de modelos actualmente não implementados é a ausência de posturas/regulamentação específica, ou ainda, a ausência de infraestrutura necessária para sua implementação.

3.4. Constrangimentos e dificuldades para uma gestão eficiente

São identificadas como dificuldades presentes na cadeia de GLF a nível das cidades moçambicanas e que constituem obstáculo para uma gestão eficiente, as mencionadas a seguir:

- Grande parte da população periurbana reside em locais sem planeamento urbano e sem infraestrutura de saneamento, estando a construção e exploração das tecnologias de saneamento à encargo dos AF (Jane, 2017);
- O acesso dificultado às tecnologias de saneamento fora da rede para realização do esvaziamento, especialmente em assentamentos densamente povoados e/ou informais levando à realização do esvaziamento manual (Mabota, 2023);
- Falta de conhecimento acerca da localização das tampas de acesso aos poços e fossas das tecnologias de saneamento localizado, bem como a possibilidade de colapso dos poços de latrinas durante o processo de esvaziamento (Jane, 2017 *apud* Engidro, Hidra, Aquapor, 2015);
- Os prestadores de serviços apresentam desafios de sustentabilidade institucional, económica e financeira, ambiental e social, afectando com maior enfoque os operadores individuais informais. As empresas municipais que deveriam funcionar de forma autónoma são, na realidade, dependentes dos recursos municipais (Salomon, Lda., 2023);
- Mercado de esvaziamento e transporte dominado pelo mercado informal, dificultando a monitoria das actividades dos mesmos e locais de despejo pelas autoridades locais (Salomon, Lda., 2023);
- Despejo em locais não adequados (como terrenos desocupados), próximos ao local de esvaziamento devido as grandes distâncias a percorrer até à ETAR (Jane, 2017 *apud* Engidro, Hidra, Aquapor, 2015);
- Jane (2017) indica ainda, a existência limitada de infraestrutura para o tratamento de LF. Existem apenas três ETARs públicas nomeadamente nas cidades de Maputo, Beira e na Vila do Songo, enquanto nas restantes vilas e cidades os efluentes são encaminhados para rios ou para o mar, sem tratamento. As mesmas ETARs possuem fraco desempenho resultante da falta de limpeza e manutenção, excesso na carga de poluentes devido à deposição directa de LF nas mesmas, acção para qual as ETAR não foram concebidas para a referida execução;
- Ausência de sistemas descentralizados nos planos de saneamento municipais (Jane 2017).

3.5. Oportunidades e Potencialidades

Foram identificadas como oportunidades e potencialidades no que se refere ao sector de GLF as seguidamente nomeadas (Salomon, Lda., 2023; PDUL, 2020; Jane, 2017):

- Honrar com o compromisso de melhoria das taxas de cobertura do saneamento em concordância com os planos de desenvolvimento nacionais e internacionais como os ODS;
- Desenvolvimento urbano sustentável com vista à redução das desigualdades sociais, especificamente no que refere ao saneamento, proporcionando uma melhoria das condições sanitárias e de vida dos AF e da saúde pública em geral, como resultado do transporte, tratamento e deposição segura e/ou adequada e, da optimização da cadeia de serviços de GLF;
- Redução no impacto ambiental resultante da má gestão de LF em cumprimento com as crescentes exigências no quadro legal no que refere ao sector ambiental;
- Potencial de geração de receitas através da valorização dos nutrientes presentes nas LF.

Para além das oportunidades supracitadas é possível verificar que grande parte da população urbana recorre às tecnologias fora da rede e que há uma tendência de crescimento na adopção das mesmas pela projecção realizada na Figura 4, podendo resultar num aumento do mercado de GLF, que será analisada no Capítulo 5.

4. METODOLOGIA DE ANÁLISE DESENVOLVIDA

A metodologia de análise desenvolvida neste estudo compreendeu:

1. A estimativa do potencial de geração de LF (volumes) nas cidades e vilas moçambicanas;
2. O estudo de viabilidade económica dos modelos referentes ao transporte e esvaziamento;
3. A estimativa de produção de biogás a partir de LF e;
4. A comparação de opções de reutilização de LF como fertilizante.

A determinação é feita para um período de 5 anos e considerando dois (2) cenários que serão descritos nos subcapítulos abaixo.

4.1. ESTIMATIVA DOS VOLUMES DE LF PRODUZIDOS NAS CIDADES MOÇAMBICANAS

4.1.1. Cenários Considerados

As estimativas de geração de LF foram feitas para o período de 2025 a 2030 e realizadas a nível da população urbana nacional total e a nível de treze (13) cidades, nomeadamente: Maputo, Matola, Xai-Xai, Inhambane, Chimoio, Beira, Tete, Quelimane, Nampula, Pemba, Lichinga, Nacala e Mocuba.

A análise foi baseada em dois (2) cenários de evolução das taxas de cobertura do saneamento melhorado, a saber:

- O **Cenário 1** segue o crescimento na cobertura do saneamento registada entre os IOF 2019/20 e IOF 2022 para a população urbana nacional e para a Cidade de Maputo, porém, devido a indisponibilidade de dados para as restantes cidades foram consideradas as tendências de crescimento registadas entre os censos 2007 e 2017 para a população de cada cidade;
- O **Cenário 2** considera que o crescimento na cobertura do saneamento melhorado de 2017 a 2024 seja idêntico ao que ocorre no cenário 1 e que de 2025 em diante, o mesmo ocorre de modo que seja atingida a meta de universalização do saneamento até 2030.

4.1.2. Procedimentos de cálculo

O procedimento de cálculo e considerações para cada etapa do cálculo são em seguida descritos:

4.1.2.1. Taxas de Produção de LF

As taxas de produção de LF em tecnologias de saneamento localizado consideradas encontram-se dispostas na **Tabela 1**.

Foi considerado que as retretes sem autoclismo como tendo taxas de produção correspondentes às latrinas de despejo manual.

4.1.2.2. Projecção da população

Para a análise realizada ao nível da população urbana nacional total e Cidade de Maputo recorreu-se as tabelas da população projectada por área de residência em Moçambique, 2017-2050, produzidas pelo INE. Já para restantes cidades foram consideradas que o crescimento correspondia ao projectado para a população urbana da província onde se encontrem.

Constata-se que o crescimento populacional considerado pelo INE nas projecções provinciais, é geométrico, obedecendo a fórmula:

$$N_{t+1} = (1 + z) \cdot N_t \quad \text{(Equação 1)}$$

onde:

- N_{t+1} população no ano 1;
- N_t população no ano 0;
- z porção da população que aumenta ou diminui;
- $1 + z = \lambda$ taxa finita de aumento.

Assim para determinação do crescimento registado pela população urbana, isolou-se o z , obtendo-se:

$$z = \frac{N_{t+1}}{N_t} - 1 \quad \text{(Equação 2)}$$

Calculado **z**, obteve-se a população da cidade com base na Equação 1 **Error! Reference source not found.**

4.1.2.3. Taxas de acesso/cobertura

Os crescimentos das taxas de cobertura das tecnologias foram obtidos através da fórmula:

$$\text{crescimento das taxas} = \frac{\%tecnologia_{ano_i} - \%tecnologia_{ano_0}}{ano_i - ano_0} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

- $\%tecnologia_{ano_i}$ taxa de cobertura da tecnologia de saneamento para o ano i;
- $\%tecnologia_{ano_0}$ taxa de cobertura da tecnologia de saneamento para o ano inicial;
- ano_i ano i da análise;
- ano_0 ano inicial da análise.

Os dados obtidos não discriminam a percentagem de retretes que se encontram ligadas a fossa séptica da percentagem com ligação a rede de esgoto. A presente estimativa considerou que as retretes com autoclismo e sem autoclismo possuem ligação a fossa séptica e, quando existir rede de esgoto, a mesma será deduzida da percentagem da retrete com autoclismo.

Igualmente, os dados do Censo 2007 não discriminam os diferentes tipos de tecnologias ligada à fossa séptica. Assim, adoptou-se que a distribuição das tecnologias ligadas à fossa séptica (retrete sem autoclismo, retrete com autoclismo fora de casa e retrete com autoclismo dentro de casa) para 2007 foi o mesmo que o de 2017 em termos de proporção:

$$\%tecnologia_{2007} = \%total\ fossa\ séptica_{2007} \cdot \frac{\%tecnologia_{2017}}{\%total\ fossa\ séptica_{2017}} \quad (\text{Equação 4})$$

Nos casos em que a taxa de cobertura anual de alguma tecnologia de saneamento (em ambos cenários), tornou-se negativa, foi considerado que o último valor positivo registado para a tecnologia se manteve constante até o final do período em estudo. As taxas de crescimento das restantes tecnologias de saneamento foram reajustadas de

modo que o crescimento anual do saneamento melhorado mantivesse o valor prévio ao ajuste.

Nos cálculos para o **cenário 1**, considerou-se constante a percentagem da população ligada a rede de esgoto durante o período em análise.

Igualmente no **cenário 1**, para a cidade de Mocuba foram consideradas constantes as percentagens da população por tecnologia de saneamento do Censo 2017 devido a inexistência de dados do Censo 2007 para a mesma.

Ainda para o **cenário 1**, foi considerada constante a taxa de cobertura do saneamento melhorado que tivesse tendência de reduzir (Maputo, Nampula e Lichinga). O mesmo aconteceu para cidades (Matola, Xai-Xai, Beira, Chimoio e Tete) cuja cobertura do saneamento melhorado atingia 100% antes do ano 2025. Esta consideração foi feita pois: a cobertura de saneamento urbano nacional sofreu uma redução no crescimento entre 2017 e 2022, como é evidente na Figura 3.

Para o **cenário 2** as percentagens de cobertura de cada tecnologia de saneamento foram calculadas de modo que em 2030 se atinja uma divisão com 10% da população recorrente as redes de esgoto, 35% as fossas sépticas e 55% as latrinas melhoradas e melhoradas tradicionais. As exceções a regra foram as cidades de Maputo e Matola onde grande parte da população recorre maioritariamente a vasos sanitários ligados a fossas sépticas. Importa referir que a cidade da Beira também fugiu a regra pois a percentagem de habitantes que recorre à rede de esgoto é maior que a anteriormente apresentada.

4.1.2.4. Volumes de LF produzidas

Os volumes de LF produzidos anualmente por cada tecnologia de saneamento foram obtidos através da fórmula seguinte:

$$\text{Volume de LF produzidas por tecnologia de saneamento} = \text{Taxa de acumulação de LF} \times \text{População} \times \% \text{tecnologia} \quad (\text{Equação 5})$$

Os volumes anuais potencialmente reutilizáveis para ambos cenários foram obtidos através do somatório das lamas provenientes de latrinas melhoradas, retretes com

autoclismo ligadas a fossas sépticas e retretes sem autoclismo ligadas a fossas sépticas, isto devido ao risco de colapso dos poços das latrinas tradicionais e tradicionais melhoradas, tornando difícil a sua reutilização.

4.2. AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÓMICA DOS MODELOS DE GLF

A avaliação de viabilidade económica dos modelos de GLF foi feita com base no método de Fluxo de Caixa e realizada para um período de 5 anos (período indicado por como sendo ideal para pequenos investimentos). Foi ainda considerado que os valores referentes aos proveitos e aos custos de operação seriam constantes para o período em análise.

4.2.1. Cálculo dos proveitos totais (PT)

Foi identificado como proveito a taxa cobrada para o esvaziamento das tecnologias de saneamento fora da rede.

4.2.2. Cálculo dos custos operacionais (O&M)

Os custos operacionais considerados foram os seguintes: equipamento de protecção individual (EPI); gestão de pessoal que foi somatório dos salários de dois guardas trabalhando alternadamente (9,000 MT cada), um servente para limpezas (12,000 MT) um contabilista (30,000 MT), um motorista do camião (18,000 MT) e um ajudante do camião (15,000 MT); combustível (20,000MT/semana); manutenção (60,000 MT/ano); óleo da bomba de sucção (13,000MT/semana); taxa de licenciamento (quando aplicável) e outros (contingente).

4.2.3. Valor Contabilístico (VC)

Valor do activo após a depreciação, ou seja, subtracção do valor inicial/valor de aquisição do activo (VI) pelo valor de amortização e depreciação (ADE) - o produto entre a taxa de

amortização (taxa obtida a partir da Tabela II do Regime de Amortizações- Decreto nº72/2013 de 23 de Dezembro) e o valor de investimento para aquisição do mesmo.

$$VC = VI - n \cdot ADE \quad (\text{Equação 6})$$

$$ADE = n \cdot \text{Taxa de amortização} \cdot VI \quad (\text{Equação 7})$$

Sendo: **n**- número de anos do projecto.

Foram considerados os custos de aquisição do camião-cisterna com capacidade de 4m³ e escritório como sendo custos de capital (CapEx). O custo de aquisição do camião foi obtido através da página de internet de venda de veículos em segunda mão (*Japanese Car Trade*) e o custo de importação foi calculado recorrendo a ferramenta: Simulador de Direitos Aduaneiros de Viaturas para Moçambique, igualmente disponível na internet.

4.2.4. Resultados Operacionais (RO)

O resultado da diferença entre a receita e, o somatório do custo operacional e amortização.

$$RO = PT - (ADE + O\&M) \quad (\text{Equação 8})$$

4.2.5. Imposto sobre rendimentos (I)

Foi adoptada e aplicada a taxa de imposto sobre os resultados operacionais de 32% (Lei nº 34/2007, 31 de Dezembro).

4.2.6. Resultados Líquidos (RL)

Foi obtido através da diferença entre o resultado operacional e o imposto.

$$RL = RO - I \quad (\text{Equação 9})$$

4.2.7. Cash-Flow de Exploração (CFE)

Somatório entre os resultados líquidos e o valor de amortização, correspondente ao lucro conseguido pela empresa.

$$CFE = RL + ADE$$

(Equação 10)

4.2.8. Investimento

O investimento subdivide-se em:

- **Investimento em capital fixo (ICF)** correspondente ao somatório dos custos de capital para aquisição de equipamento e do terreno. E aplicado apenas ao ano 0;
- **Investimento em capital circulante (ICC)** para pagamento de dívidas e despesas correntes entre o 1º e 5º ano.

4.2.9. Valor Residual (VR)

Valor de venda de um activo no final da sua vida útil. Foi calculado através da equação seguinte:

$$VR = VM - (VM - VC) \cdot imposto$$

(Equação 11)

Onde:

- **VM** - Valor de mercado (valor a que o produto atinge no mercado);
- **Imposto** - correspondente a 32%;
- **VC** - Valor contabilístico.

4.2.10. Cash-Flow Simples

É dado pela equação seguinte:

$$CF = CFE - ICC + VR$$

(Equação 12)

4.2.11. Indicadores de avaliação de investimentos

Foram usados o período de retorno de investimento (PIR) e o valor actual líquido (VAL).

- **Período de retorno de investimento** - tempo necessário para recuperação do investimento (tempo necessário para que o CF acumulado iguale a zero).

- **Valor actual líquido (VAL)** - riqueza monetária gerada pelo projecto. Calculado através de:

$$VAL = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{n \cdot (1+i)^t} \quad (\text{Equação 13})$$

onde:

- I_0 - Investimento inicial;
- CF_t - Cash flow no ano t ;
- i - Taxa de juro=19% (Janeiro de 2025);
- n - Período do projecto.

4.3. ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE LAMAS FECAIS

A estimativa de produção de biogás foi realizada tendo em consideração: a temperatura média anual de cada cidade e o valor de TS das lamas fecais.

4.3.1. Determinação da temperatura média anual

Para a determinação da mesma taxa foram usadas temperaturas médias anuais obtidas através do sítio online *Climate Data*.

4.3.2. Determinação da taxa de produção de biogás a partir de LF

Foi considerado que a produção de biogás ocorre a temperatura ambiente, fora do intervalo óptimo de produção. Assim as taxas de produção de biogás serão determinadas por via de interpolação linear dos dados apresentados na tabela seguinte:

Tabela 6. Taxas de produção de biogás a partir de lamas fecais consoante a temperatura (adaptado de Diener et al., 2014 *apud* Song et al., 2012).

Temperatura (°C)	Gás Produzido (m ³ /ton)
15	14
20	37
25	39
30	87

4.3.3. Determinação do potencial de produção anual de biogás a partir de LF

Não foi possível a determinação de parâmetros de TS e MO de LF para o contexto moçambicano, por isso, será considerado que possuem as mesmas características que as LF provenientes de Kampala, Uganda, sendo que: as provenientes das fossas sépticas terão TS de 3g/l e que as com proveniência de latrinas terão cerca de 50g/l (Diener *et al.*, 2014 *apud* Muspratt *et al.*, 2014). Não é especificado se o TS das LF provenientes das fossas sépticas é referente ao lodo ou ao resíduo séptico como um todo, a presente estimativa considerará que será aplicada aos lodos.

A produção anual de biogás é dada pelo produto da taxa de produção de biogás, volume de médio anual de lamas e factor de correcção (assumindo que apenas 75% das lamas seriam depositadas no local de tratamento).

$$\text{Produção média anual de biogás} = (TS_{\text{Fossa séptica}} \times \text{taxa de produção de biogás} \times \text{volume médio anual fossa séptica} \times \text{factor de correcção}) + (TS_{\text{Latrina}} \times \text{taxa de produção de biogás} \times \text{volume médio anual latrina} \times \text{factor de correcção})$$

(Equação 14)

4.3.4. Determinação do potencial de produção de bio-metano a partir de biogás

Tipicamente, a quantidade de metano existente em biogás situa entre 45% a 75% (IEA, 2020). Para a presente estimativa foi assumido que cerca de 45% do volume do biogás produzido seja metano, considerando que a produção será realizada sob condições não óptimas, a temperatura ambiente.

4.4. COMPARAÇÃO DE OPÇÕES DE REUTILIZAÇÃO DE LF COMO FERTILIZANTE

Foi realizada a comparação da biodigestão aeróbica (compostagem), biodigestão anaeróbica, armazenamento prolongado e pirólise como opções de produção de fertilizante a partir de LF. A comparação será realizada tendo em conta os CapEx, O&M, receita, área necessária por volume de LF tratadas, produção de fertilizante por volume de LF tratadas provenientes de literatura diversa e, analisará os requisitos e limitações operacionais de cada opção de modo a escolher opção mais adequada ao contexto moçambicano.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. PRODUÇÃO DE LF NAS CIDADES MOÇAMBICANAS

5.1.1. Projectão de produção de LF à nível da população urbana total

Da análise da Tabela 3 constata-se que de 2017 a 2020 existe um decréscimo na cobertura de saneamento melhorado de 72.5% para 60.30%, seguido de um crescimento ligeiro para 60.80% em 2022. Este decréscimo pode ser resultante do uso de diferentes formas de contabilização e considerações feitas durante o Censo 2017 e o IOF 2019/20 ou ainda, um sinal de que a cobertura do saneamento melhorado não acompanhou o crescimento da população urbana.

O **cenário 1** considera a tendência anual de crescimento do saneamento melhorado registada entre 2020 e 2022 de 0.25%, já o **cenário 2** considera que o saneamento crescerá 6.45% anualmente no período de 2025 a 2030. A comparação na evolução dos dois (2) cenários é apresentada em seguida, na Tabela 7.

Tabela 7. Comparação da evolução na cobertura do saneamento melhorado nas cidades em estudo.

Cenário	2025		2030	
	Saneamento melhorado	População com saneamento melhorado	Saneamento melhorado	População com saneamento melhorado
Cenário 1	61.55%	7,353,835	62.80%	8,699,292
Cenário 2	67.75%	8,094,595	100.00%	13,852,376

As tabelas de cálculo para a presente secção são: Tabela A.5.1, Tabela A.5.2, Tabela A.6.1 e Tabela A.6.2. Os volumes de LF obtidos para ambos cenários são em seguida apresentados na Figura 5:

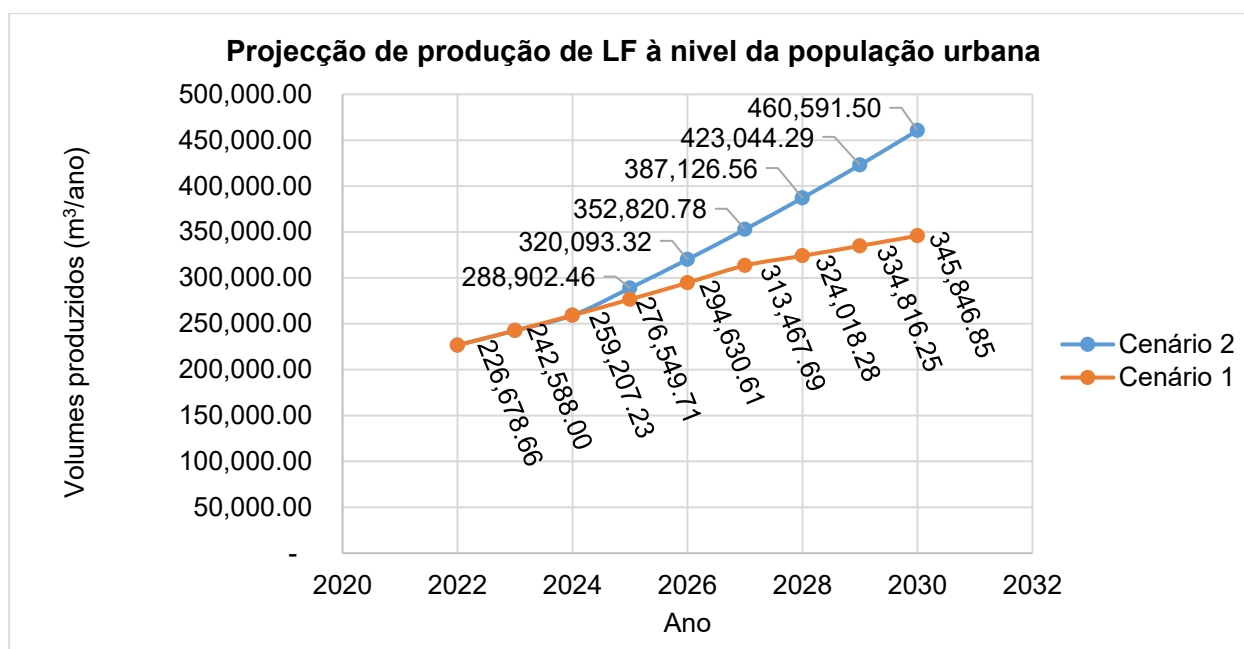


Figura 5. Projeção de produção de LF pela população urbana entre 2022 e 2030.

Conforme se depreende na Figura 5, a diferença entre a produção estimada para o cenário 1 e o cenário 2 é de cerca de 115 mil m³ de LF e segundo a Tabela 7 cerca de 5.7 milhões de habitantes com acesso a saneamento melhorado. Para concretizar o cenário 2 haverá necessidade de um investimento significativo nos sistemas de esvaziamento e transporte, para a provisão das tecnologias de saneamento para o alcance da universalização, bem como na provisão de locais de deposição ou tratamento, para além da melhoria dos sistemas de monitoria destes serviços pois o risco de despejos em locais inapropriados seria maior.

5.1.2. Ao nível das cidades seleccionadas

Os dados da Figura 6, indicam que o saneamento melhorado apresenta melhor cobertura na região sul do país, sendo em geral superior a 80%. As cidades da zona centro apresentam cidades com taxas de saneamento melhorado acima de 80% e algumas com taxas inferiores a 70%, porém observa-se que, em geral, esta região apresenta maior crescimento na cobertura de saneamento melhorado (como é possível verificar na Tabela 8). As cidades da zona norte do país apresentam as menores taxas de cobertura

do saneamento, estando em geral no intervalo de 50% - 70% sendo a cidade de Pemba excepção a regra com 87%.

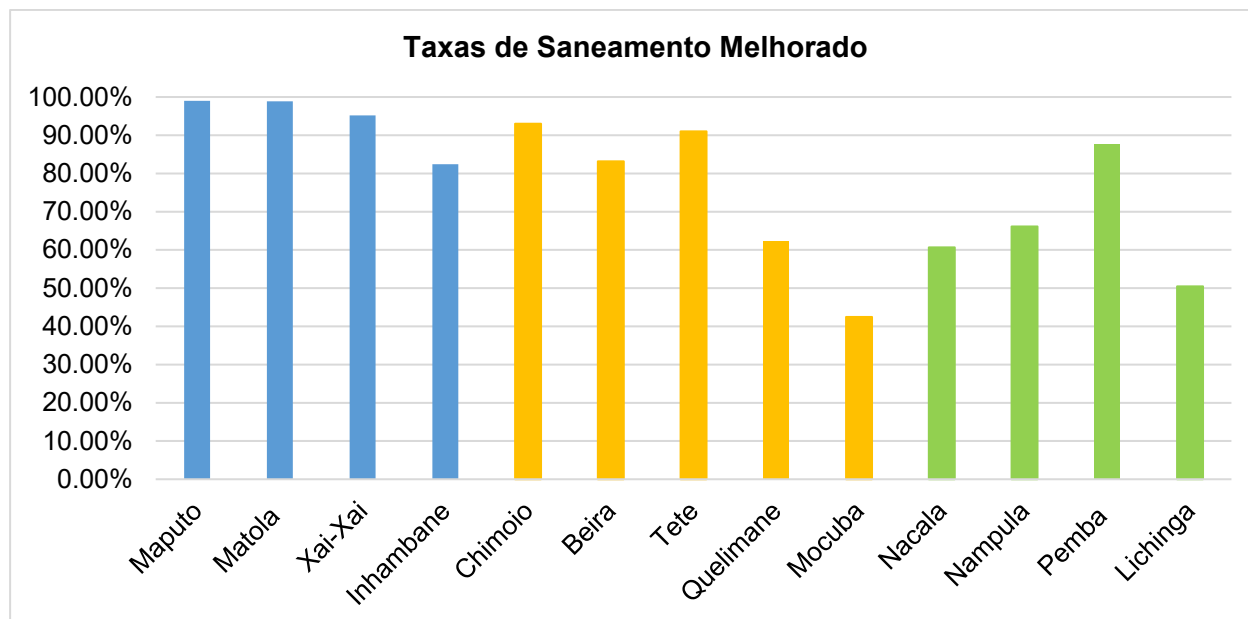


Figura 6. Taxas de saneamento melhorado (Fonte: Censo 2017).

Verifica-se que em termos de tecnologia de saneamento dominante as cidades de Maputo e Matola apresentam um domínio de retretes sem autoclismo e de sanitas ligadas a fossas sépticas enquanto as cidades de Mocuba e Lichinga apresentam maior parte da sua população com acesso a latrinas tradicionais e, nas restantes predomina a latrina melhorada.

Constata-se da Tabela 8 que nas cidades de Maputo e Lichinga, embora tenha sido registado uma diminuição na taxa de cobertura de saneamento melhorado, o número de habitantes com acesso ao mesmo manteve-se relativamente constante, indicando que o saneamento melhorado não acompanhou o crescimento populacional. Uma situação similar acontece na cidade de Nampula onde a percentagem da população coberta pelo saneamento melhorado reduz, porém, o número de habitantes com acesso ao saneamento melhorado aumenta.

Tabela 8. Evolução da cobertura do saneamento melhorado nas cidades em estudo.

Cidade	Saneamento melhorado IOF 2019/2020	População com saneamento melhorado	Saneamento melhorado IOF 2022	População com saneamento melhorado
Maputo	93.10%	1 047 364	92.00%	1 039 893
Cidade	Saneamento melhorado Censo 2007	População com saneamento melhorado	Saneamento melhorado Censo 2017	População com saneamento melhorado
Matola	84.25%	575 139	98.89%	1 020 763
Xai-Xai	81.20%	94 622	95.19%	135 134
Inhambane	70.10%	46 888	82.42%	67 680
Beira	63.60%	281 983	93.01%	561 621
Chimoio	49.80%	120 430	83.17%	302 193
Tete	40.60%	79 478	91.01%	279 703
Quelimane	45.50%	89 070	62.19%	349 821
Mocuba	-	-	42.46%	101 915
Nampula	64.10%	198 691	60.66%	279 711
Nacala	52.50%	102 773	66.13%	190 137
Pemba	44.60%	61 867	87.59%	175 649
Lichinga	82.90%	122 257	50.46%	122 204

As taxas de crescimento e projecções da população para o período em análise são apresentadas nas Tabela A.4.1 e Tabela A.4.2.

5.1.2.1. Projectão da cobertura do saneamento melhorado- Cenários 1 e 2

Os valores de cobertura de saneamento melhorado para o início e final do período em estudo são apresentados na Tabela 9. As tabelas de cálculos são apresentados no Anexo 5 e Anexo 6 para os cenários 1 e 2, respectivamente.

Tabela 9. Projectão da cobertura de saneamento melhorado nas cidades em estudo para o período de 2025 a 2030 para os cenários 1 e 2.

Cidade	Cenário 1		Cenário 2	
	2025	2030	2025	2030
Maputo	92.00%	92.00%	93.33%	100.00%
Matola	98.89%	98.89%	99.08%	100.00%
Xai-Xai	95.19%	95.19%	95.99%	100.00%
Inhambane	82.42%	82.42%	85.35%	100.00%
Beira	93.01%	93.01%	94.18%	100.00%
Chimoio	83.17%	83.17%	85.98%	100.00%
Tete	91.01%	91.01%	92.51%	100.00%
Quelimane	75.54%	83.89%	78.23%	100.00%
Mocuba	42.46%	42.46%	52.05%	100.00%
Nampula	60.66%	56.20%	64.04%	100.00%

Cidade	Cenário 1		Cenário 2	
	2025	2030	2025	2030
Nacala	77.03%	83.84%	79.72%	100.00%
Pemba	87.59%	87.59%	89.66%	100.00%
Lichinga	50.46%	50.46%	58.71%	100.00%

No cenário 2 destacam-se as cidades de Pemba e Mocuba cujos crescimentos anuais devem estar em 8.26% e 9.59%, respectivamente, para o alcance desiderato e estabelecido pelos ODS.

5.1.2.2. Agrupamento das cidades estudadas por produção de LF

Das estimativas efetuadas é possível realizar o seguinte agrupamento das cidades:

- **Grupo A** - produção média anual de LF acima de 40 000 m³/ano;
- **Grupo B** - produção média anual de LF entre 25 000 m³/ano e 40 000 m³/ano;
- **Grupo C** - produção média anual de LF entre 10 000 m³/ano a 25 000 m³/ano;
- **Grupo D** - produção média anual de LF abaixo de 10 000 m³/ano.

Resultando na organização disposta na tabela seguinte:

Tabela 10. Agrupamento das cidades moçambicanas por volume de produção de LF.

Agrupamento	Cenário 1		Cenário 2	
	Cidade	Produção média de LF (m ³ /ano)	Cidade	Produção média de LF (m ³ /ano)
Grupo A	Matola	54,865.91	Matola	52,347.02
Grupo B	Maputo	34,178.93	Maputo	35,584.74
	Beira	30,981.59	Nampula	32,481.77
	Nampula	30,266.59	Beira	30,419.36
Grupo C	Chimoio	17,786.14	Chimoio	18,225.29
	Tete	17,538.39	Tete	18,149.16
	Nacala	14,199.33	Quelimane	13,684.49
	Quelimane	12,627.05	Nacala	12,542.53
Grupo D	Pemba	8,325.38	Lichinga	9,046.24
	Xai-Xai	6,720.73	Pemba	8,709.73
	Lichinga	5,597.49	Mocuba	8,119.92
	Mocuba	5,185.16	Xai-Xai	5,996.08
	Inhambane	3,276.15	Inhambane	3,368.94
Total		241,548.82	Total	247,348.80

Na Tabela 10 é possível notar para o **cenário 1** que o conjunto das cidades da Matola, Maputo, Beira e Nampula apresentam um nível de produção superior ao das restantes cidades alcançando cada um valor acima de 30 mil m³/ano. O conjunto destas quatro cidades é responsável pela produção de cerca de 62% do volume médio anual total das cidades selecionadas. É possível identificar a cidade da Matola como a principal produtora de LF, produzindo um volume 60% superior ao da cidade de Maputo, que detêm o volume máximo das cidades do grupo B. As restantes cidades produzem, cada uma, menos de 20 mil de m³/ano, sendo as maiores produtoras de LF deste subgrupo as cidades de Chimoio, Tete, Nacala e Quelimane (pertencentes ao grupo C) que, conjuntamente, produzem cerca de 26% do volume médio anual de LF das cidades em análise. Já as cidades do grupo D são responsáveis pela produção de cerca de 12% das LF.

No **cenário 2**, nota-se que a cidade da Matola continua como a maior produtora de LF e que a fracção de LF produzidas por cada grupo não sofre alterações significativas. Constata-se ainda que os maiores incrementos de percentuais de produção de LF do cenário 1 para o cenário 2, são as que apresentavam menores taxas de saneamento melhorado em 2017, com destaque para Lichinga e Mocuba com incrementos de 61% e 57%, respectivamente.

É notável que em certos casos a produção média anual é menor no cenário 2, isto ocorre porque:

- Existe uma maior porção da população que se encontra ligada a redes de esgoto, que pela sua natureza não produzem LF;
- O aumento no número de utentes de tecnologias ligadas a fossas sépticas e retretes sem autoclismo, cujas taxas de acumulação/produção de LF são menores do que a das latrinas melhoradas.

Observa-se igualmente que a única cidade do grupo A apresenta uma população projectada para 2030 superior a 1.5 milhões de habitantes. As cidades do grupo B apresentam população até projectada até 2030 no intervalo de 800 mil habitantes e 1.5 milhões, as do grupo C entre 400 mil habitantes e 800 mil habitantes e, o grupo D com população projectada até 2030 inferior a 400 mil habitantes, podendo assim, estabelecer-se a população projectada como um segundo critério para o seu agrupamento.

Importa referir que para além das cidades em análise grande parte das restantes cidades e vilas moçambicanas (Gúruè, Maxixe, Moatize, Chibuto, Chókwè, etc), pela sua população encontrar-se-ão inseridas no grupo D.

5.1.2.3. Comparação do valor estimado ao registado nas Cidades de Maputo e Matola

Estima-se que em 2017, os operadores de esvaziamento e transporte de LF descarregavam diariamente na ETAR do Infulene cerca de 570 m³ de LF provenientes das cidades de Maputo e Matola ou cerca de 208 mil m³/ano (Mutevuie *et al.*, 2022) e que em 2015 eram descarregados diariamente cerca de 1,000 m³ ou cerca de 365 mil m³/ano (Jane, 2017 *apud* Mutevuie, 2015). Isto resulta em valores muito superiores ao total de aproximadamente 93 mil m³ que a presente análise estima que seriam produzidos pelas cidades de Maputo e Matola em 2030. A discrepância pode ser influenciada por vários factores como:

- Facto dos valores de referência para as taxas de acumulação usadas na presente análise serem referentes apenas a lodos (fracção sólida) e não contabilizarem a fracção líquida que para as fossas sépticas elevaria a contribuição do valor de 30 l/hab/ano para um valor de 210 l/hab/ano (valor de referência indicado por WaterAid, 2022);
- Não contabilização da contribuição de estabelecimentos comerciais, públicos e privados na estimativa realizada no presente trabalho;
- Infiltração de água subterrânea nas fossas sépticas, drenos e fossas de latrinas como resultado de níveis freáticos elevados;
- Dimensionamento/construção inadequada das fossas e drenos;
- Falta de manutenção das fossas e drenos, associada a idade avançada das edificações existentes, principalmente na cidade de Maputo;
- Acréscimo de água durante o processo de esvaziamento;
- Contribuição de outros tipos de efluentes recolhidos pelos provedores do serviço de esvaziamento e transporte para além dos provenientes de sistemas de saneamento localizado, como por exemplo, a água estagnada.
- A metodologia de contagem pode também ter influência, visto que existe uma diminuição de cerca de 43% entre 2015 e 2017 nos valores registados.

5.2. ADEQUAÇÃO DOS MODELOS DE GLF AS CIDADES MOÇAMBICANAS

Foram solicitadas entrevistas a dez (10) provedores privados de esvaziamento e transporte, dos quais seis (6) disponibilizaram dados relativos a taxa de esvaziamento e transporte para a cidade de Maputo e um (1) disponibilizou-se partilhar informação detalhada sobre o funcionamento do negócio de esvaziamento e transporte privado. A presente análise terá como base os dados disponibilizados pelos sete (7) operadores privados e pela EMSD.

5.2.1. Modelo de esvaziamento privado

A presente avaliação de viabilidade económica do modelo de esvaziamento privado, considerará o camião-cisterna com capacidade de 4m³.

5.2.1.1. Proveitos

Identifica-se como proveitos deste modelo o valor cobrado no âmbito do esvaziamento das tecnologias de saneamento, cuja variação na Área Metropolitana de Maputo é a seguinte:

Tabela 11. Variação do valor cobrado por esvaziamento de fossas sépticas.

Local	Valor cobrado por carrada (MT)	Distância a ETAR (km)
Maputo	4,000	25
Matola	4,000	25
Marracuene	6,000	34
Katembe	7,000	32
Macaneta	13,000	41
Depois de Katembe	14,000	>32

Segundo Rao *et al.* (2016), é recomendável que a ETAR ou ETLFRS se situe no raio de 25km - 30km de cada cidade/vila que a utilize. Assim sendo, os Municípios de Marracuene, a Praia da Macaneta, Distrito Municipal de KaTembe e as localidades para além destes estariam para além deste raio óptimo.

Da entrevista realizada conclui-se que a receita média diária é de 16 mil meticais, com cerca de 4 carradas realizadas diariamente e em média 28 dias de trabalho por mês, totalizando cerca de 5,376,000 MT, valor que será considerado constante para a análise.

5.2.1.2. Custos Operacionais

Da entrevista conduzida obtiveram-se os seguintes valores de custos operacionais:

Tabela 12. Custos operacionais anuais do modelo de esvaziamento e transporte privado para o camião-cisterna de 4m³ realizando em média 4 carradas por dia.

Custo Operacional	Custo Semanal (MT)	Custo Anual (MT)
Combustível	20,000.00	1,040,000.00
Lubrificante da Bomba	13,000.00	676,000.00
Manutenção	-	60,000.00
Gestão de Pessoal	-	684,000.00
EPI	-	24,000.00
Outros	-	100,000.00
Total		2,567,500.00

5.2.1.3. Custo de Capital (CapEx)

Será considerado como investimentos a compra de camião(s) cisterna com capacidade de 4m³ comprado em segunda mão do Japão (1,290,470 MT) e a aquisição de um edifício para servir de escritório e armazenar o(s) camião(s) cisterna (3,000,000 MT), totalizando um CapEx de 4,290,470 MT.

5.2.1.4. Viabilidade económica

Com uma receita na ordem de 16,000 MT por camião por dia é possível o **Payback** em cerca de 4 anos e 16 dias e obter um VAL de 1,510,553.48 MT. No entanto, importa realçar que a estimativa realizada é um cenário optimista em que o operador consegue clientela suficiente imediatamente após iniciar as suas actividades. É provável que na prática, no primeiro ano a receita obtida seja menor, aumentando o tempo para o *payback* e reduzindo o VAL. Os cálculos são apresentados na Tabela A.7.2 e Tabela A.7.4.

5.2.1.5. Adequação do modelo ao contexto das cidades moçambicanas

Como foi referido anteriormente, este é um modelo actualmente praticado ao nível das grandes cidades moçambicanas e com o potencial para ser aplicado em todos Grupos (A, B, C e D) apresentados.

A capacidade do camião a ser adquirido poderá variar consoante as necessidades ou condições no terreno. A título de exemplo, a cidade de Maputo que tem uma composição variada no que toca ao planeamento urbano, existindo zonas devidamente urbanizadas como o Distrito Municipal de Kampfumo, que apresenta uma mistura de edifícios habitacionais unifamiliares e multifamiliares bem como de edifícios de serviços. Nesta zona, devido aos volumes maiores das fossas sépticas poderá ser vantajoso a aquisição de camiões-cisterna com capacidade de 8 m³ ou de 10 m³. Já em zonas com predominância de habitações unifamiliares, com densidades populacionais médias e cuja maior parte das vias de acesso possibilitem a passagem dos camiões-cisterna, como alguns bairros dos distritos municipais de KaMavota (ex: Laulane, Mahotas, Albazine) e KaMubukwana (ex: Malhazine, Zimpeto, Magoanine), pode ser mais indicado camiões com a capacidade de 4m³ a 8m³, pois os volumes das fossas são menores servindo apenas a um agregado familiar. Por outro lado, nas zonas informais de elevada densidade, com ruas com impossibilidade de circulação dos camiões-cisterna, poderá ser mais indicado a utilização de camiões com capacidades menores ou ainda com atrelados. As entrevistas realizadas aos prestadores de serviço de esvaziamento e transporte, deram igualmente a entender a necessidade de mangueiras de comprimentos maiores para a realização da limpeza nestes locais, exigindo maior esforço da bomba de sucção, facto que poderá aumentar os intervalos de manutenção da mesma. São exemplos destas zonas os bairros pertencentes aos distritos Municipais de KaMaxakeni e Nhlamankulu.

O valor da taxa cobrada para realização do esvaziamento e transporte a ser praticado poderá variar consoante as condições no terreno. Por exemplo, os AF residentes em zonas informais têm, habitualmente, menor renda mensal, podendo ser necessário um ajuste da taxa de esvaziamento para prestação de serviços nestas zonas.

Engidro, Hidra, Aquapor (2017), propôs, através Plano Director de Saneamento e Drenagem da Área Metropolitana de Maputo, a criação de locais adicionais para o descarte/tratamento, abordagem que poderá reduzir as distâncias aos locais de tratamento e consequentemente os custos operacionais dos operadores que, por sua vez, poderá reduzir os valores das taxas de esvaziamento.

5.2.2. Modelo sem fins lucrativos

A EMSD indica que se encontra em curso um projecto piloto liderado pela ONG Water and Sanitation for the Urban Poor (WSUP) no distrito municipal de Nhlamankulu, pretendendo realizar o esvaziamento e transporte de LF de famílias de baixa renda, deste projecto concluiu-se que o valor máximo para a cobrança do esvaziamento das tecnologias de saneamento é de 2,500.00 MT. Para o efeito seria usado um camião dotado de um mini tanque e bomba de sucção.

Há que considerar que os operadores nestas zonas percorreriam, em teoria, menores distâncias, visto que a sua operação estará limitada a uma área específica, por outro lado, viria o número de potenciais clientes igualmente limitado.

Adoptando os pressupostos das análises de viabilidade anteriores a sustentabilidade económica do negócio estaria comprometida ao valor de 2,500.00 MT, se forem considerados os mesmos pressupostos. De modo a tornar o modelo sustentável seria necessária uma isenção ou redução no pagamento de impostos e/ou a injeção capital regular por parte da ONG para garantir o funcionamento contínuo do mesmo.

5.2.2.1. Adequação do modelo ao contexto das cidades moçambicanas

Este modelo poderá ser utilizado em bairros periféricos ou assentamentos informais de baixa renda, definidos pelas autoridades competentes como sendo prioritários, poderá ser aplicado em todos grupos.

5.2.3. Modelo de estações de transferências

5.2.3.1. Proveitos

Do ponto de vista empresarial este modelo não é atractivo visto que não gera receita. No entanto, poderá ser usado pelos municípios como forma de aumentar o número de locais autorizados para descarga e, como consequência, reduzir as descargas realizadas em locais inapropriados.

5.2.3.2. Custos Operacionais

Para o caso destas instalações os custos operacionais estão relacionados a gestão do pessoal (operador e/ou guarda), os custos associados a bombagem do efluente e transporte para o local de deposição final/tratamento.

5.2.3.3. Custo de Capital

Segundo Engidro, Hidra, Aquapor (2017), o custo de capital necessário para a operacionalização de uma estação de transferência fixa na zona Metropolitana de Maputo é estimado em cerca de 1.1 milhões de dólares (70.95 milhões de meticaís) para um volume de cerca de 170m³.

5.2.3.4. Adequação do modelo ao contexto das cidades moçambicanas

Este modelo poderá ser aplicado ao nível dos quatro grupos de cidades e em associação com os restantes modelos. Poderá ser implementado especificamente em bairros que apresentem dificuldades de acesso e movimentação de camiões de cisterna e, também, implementado em locais que se encontram distantes das ETARs e/ou ETLFRS, como forma de redução das distâncias a serem percorridas pelos operadores privados. Na zona metropolitana de Maputo a redução na distância a percorrer, poderia resultar numa redução dos custos associados e consequentemente do valor cobrado principalmente para as zonas de Macaneta e zonas depois de Katembe.

De modo a suprir as despesas advindas da implementação deste modelo a edilidade poderá realizar a cobrança por meio do licenciamento anual, no entanto, a aplicação da taxa de licenciamento limitaria a utilização dos locais apenas aos licenciados, permitindo a proliferação de despejos em locais inapropriados pelo sector informal. Assim sendo, poderia ser melhor a procura de parceiros para suprir os custos associados ao mesmo, poderia ser possível a implementação do mesmo como uma variante do modelo sem fins lucrativos. Alternativamente, poderia ser adoptada a estratégia de cobrança por descarga de modo a englobar todos os operadores.

Importa referir que a implementação deste modelo pode requerer sensibilização a nível da população local. Muxímpua *et al.* (2018), indica que houve resistência contra a

implementação das mesmas no distrito municipal de Nhlamankulu, na Cidade de Maputo, devido aos odores associados as mesmas.

5.2.4. Modelo de gestão pelo poder público

Como foi dito anteriormente, este modelo é universalmente aplicado ao nível das cidades moçambicanas, no entanto requer investimento no que se refere a infraestrutura e meios, acompanhado de reformas orçamentais, optimização de gastos e realocação de fundos para o saneamento, bem como de melhorias na regulamentação, com o intuito de suprir os défices actualmente registados. Como exemplo deste défice tem-se a situação dos Serviços Autônomos de Saneamento de Beira (SASB) que Tucci e Gomez (2020) indicam que operou com um défice orçamental na ordem dos 44 a 70% entre os anos de 2015 a 2019, tendo sido necessário que o Conselho Municipal da Beira (CMB) suportasse os encargos com o pessoal e os restantes gastos fossem suportados pelas receitas resultantes de outros serviços e impostos arrecadados pelo CMB. Informações apresentadas por WSP (2015), davam indicações de uma situação similar no Departamento de Água e Saneamento (DAS) do Conselho Municipal de Maputo, estava seriamente subfinanciado e com insuficiência de recursos para execução normal das suas tarefas.

A EMSD indicava que até ao momento de elaboração do presente trabalho, não realizava o esvaziamento das tecnologias de saneamento localizado ao nível de habitações e instituições privadas, limitando-se apenas a realizar o esvaziamento de instituições públicas (mercados e centros de saúde) e de pontos da rede de drenagem pública que se encontravam obstruídos. A empresa expressou, no entanto, desejo de futuramente realizar os mesmos serviços que os operadores privados.

5.2.5. Modelo de Licenciamento

O presente modelo irá tomar em conta os mesmos pressupostos do Modelo de esvaziamento e transporte privado, porém com a inclusão da cobrança de licença para a operação dentro dos limites geográficos da cidade.

Considerando 4 carretadas por dia e 28 dias de trabalho por mês, obtêm-se um volume mensal de 448 m³ correspondendo a uma taxa de licenciamento de 26,000MT.

5.2.5.1. Viabilidade Económica

Nota-se que a cobrança da licença aumenta o tempo para o retorno do investimento para 4 anos e 26 dias e reduz o VAL ligeiramente para 1,456,494.50 MT, porém, o valor da licença para os pressupostos desta análise tem uma influência pouco significativa em ambos. Os cálculos são apresentados na Tabela A.7.3 e Tabela A.7.4.

5.2.5.2. Adequação do modelo ao contexto das cidades moçambicanas

A aplicação deste modelo pode ser dificultada pelo facto de a maior parte dos prestadores de serviço de esvaziamento e transporte serem informais e, a ausência de capacidade de monitorar as actividades e regulamentação. O modelo carrega o risco de criar uma barreira adicional para a entrada de operadores pequenos ou operadores novos, proliferando o sector informal. Não seria, por isso, indicado para aplicar em cidades cujas taxas de saneamento não melhorado sejam reduzidas pois estas são mais predispostas a terem um sector informal mais dominante. É aplicável em cidades do Grupo A e B.

5.3. CARACTERIZAÇÃO DAS LAMAS FECAIS EM TERMOS DE POTENCIAL/ACTIVIDADE METANOGENICA

Está em curso o Projecto de Geração de Evidências sobre a Importância do Saneamento para as Emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE), tendo como objectivo a estimar as emissões anuais de gases com efeito de estufa em resultado dos sistemas de saneamento em Moçambique e, particularmente, na cidade de Maputo, no entanto, não foi possível a obtenção de dados relativos a actividade metanogénica.

Na tabela seguinte são apresentados os resultados da estimativa de produção de biogás nas cidades em estudo, bem como o volume de metano presente no biogás. Os cálculos são apresentados na Tabela A.8.1.

Tabela 13. Estimativa de produção média anual de biogás por cidade a temperatura ambiente.

Cidade	Cenário 1		Cenário 2	
	Produção média anual de biogás (m ³)	Produção média anual de biometano (m ³)	Produção média anual de biogás (m ³)	Produção média anual de biometano (m ³)
Matola	35,948.42	16,176.79	36,173.08	16,277.88
Maputo	11,830.09	5,323.54	10,436.07	4,696.23
Beira	36,834.85	16,575.68	33,203.39	14,941.52
Nampula	36,754.13	16,539.36	33,224.64	14,951.09
Chimoio	20,920.16	9,414.07	18,792.34	8,456.55
Tete	27,640.10	12,438.05	22,430.51	10,093.73
Quelimane	15,977.76	7,189.99	14,926.23	6,716.80
Nacala	19,567.26	8,805.27	14,458.39	6,506.27
Pemba	11,334.90	5,100.71	10,187.45	4,584.35
Xai-Xai	7,735.70	3,481.07	5,801.78	2,610.80
Mocuba	7,177.20	3,229.74	8,820.01	3,969.00
Lichinga	6,140.98	2,763.44	8,072.11	3,632.45
Inhambane	3,316.07	1,492.23	3,192.53	1,436.64
Total	241,177.65	108,529.94	219,718.51	98,873.33

Nota-se que é possível aplicar o mesmo sistema de agrupamento adoptado para a produção de LF, existindo, porém, excepções à regra, nomeadamente:

- A cidade de Maputo que embora produza o segundo maior volume de LFs, a sua produção de biogás equivale à cidades do grupo D como Pemba;
- Na cidade da Matola, embora a produção de LF seja superior em 44% no cenário 1 e 39% no cenário 2, a produção das cidades da Beira e Nampula, a sua produção de biogás situa-se na mesma ordem de grandeza que as anteriores, sendo no cenário 1 superado pelas mesmas.

Nota-se que o cenário 2 apresenta uma redução na produção em relação ao cenário 1, podendo afirmar-se que quanto mais avançado forem as tecnologias de saneamento, menor será o potencial de produção de biogás de LF, como resultado do menor TS das lamas provenientes das mesmas. Assim, cidades como Matola e Maputo embora produzam grandes volumes de LF, têm menor produção de biogás. Adicionalmente, as LF provenientes de fossas sépticas poderão ter baixo teor de MO volátil para produção de biogás, devido aos elevados tempos de retenção.

De modo a maximizar a produção de biogás poderia ser mais eficaz a recolha de LFs provenientes de instituições públicas/privadas (centros de saúde, mercados, escolas, restaurantes, etc.) cuja estabilização é menor. Esta opção poderia ser especialmente eficaz na cidade de Maputo que apresenta um grande número de instituições públicas e privadas. Rao *et al.* (2020) indica uma média de produção de 0.6 m^3 de biogás/ m^3 de LF para o projecto de casas de banho a nível de habitações particulares ligadas a biodigestor em Gujarat, Índia contra cerca 5.6 m^3 de biogás/ m^3 de LF para casas de banho públicas ligadas a biodigestor.

Diener *et al.* (2014) indica que a venda de biogás seria realizada a cerca de \$0.34 por m^3 , resultando em uma receita média anual de \$74,700 à \$82,000 para LF de origem doméstica.

5.4. OPÇÕES PARA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE

Segundo Diener *et al.* (2014) a venda de fertilizante originário de LF humana é realizada a cerca de \$4.00 por tonelada de fertilizante, em Dakar, Senegal, cerca de metade do preço de LF de origem animal, devido a fraca aceitação.

As opções particularidades e necessidades de cada opção de produção de fertilizante são apresentadas Tabela A.2.3 e discutidas abaixo:

5.4.1. Armazenamento prolongado

Seria necessário a aquisição de um espaço amplo para implementação, a impermeabilização do local para evitar a infiltração de efluentes e a montagem de uma cobertura de modo a reduzir os tempos de armazenamento, porém, mesmo com o investimento acima mencionado, um lote com uma carga patogénica segura demoraria, no cenário mais optimista, cerca de 18 meses a ser produzido.

De modo a viabilizar o negócio seria necessário a produção simultânea de lotes separados com idades diferentes de modo a garantir um fluxo de receita mais constante, contudo, isto requereria uma maior área para implementação.

Pelos motivos acima mencionados este método de tratamento não é recomendado do ponto de vista empresarial.

5.4.2. Biodigestão anaeróbica

Para além de biogás o processo de biodigestão anaeróbica produz lodo que poderá ser utilizado como fertilizante, porém se a digestão não for termofílica será necessário tratamento adicional em leitos de secagem, compostagem ou armazenamento prolongado de modo a garantir a redução de agentes patogénicos. Requerendo um investimento e espaço adicional.

A necessidade de um investimento adicional para a produção de fertilizante seguro é a grande desvantagem deste método, porém a produção de biogás poderá servir de incentivo para tal.

5.4.3. Compostagem

Para a materialização deste tipo de tratamento seria necessária a cooperação e coordenação entre os operadores de recolha de resíduos sólidos e a entidade gestora da ETLFRS, mas seria imprescindível a separação da parte orgânica e biodegradável dos restantes tipos de resíduos não orgânicos. É essencial a criação de um sistema de separação dos diferentes tipos de resíduos sólidos em diferentes recipientes a nível dos AF, instituições públicas e privadas. Para tal seria fundamental a criação de campanhas de sensibilização e distribuição dos mesmos contentores.

5.4.4. Estabilização com Cal

Seria necessário o estabelecimento de parcerias para a aquisição e distribuição de cal apagada (Ca(OH)_2) e a aquisição de equipamentos mecanizados para garantir que a mistura entre a cal e as LF sejam devidamente realizadas. Esta última pressupõe a existência de uma fonte de energia fiável, de uma cadeia de aquisição e fornecimento de peças para garantir a manutenção dos mesmos.

Seria necessário garantir que os trabalhadores tenham equipamento de protecção individual visto que a cal tem a característica de ser corrosivo à pele e aos olhos, outro aspecto que poderá servir de complicação para a efectivação desta opção de tratamento é exigência de armazenamento da cal apagada requerendo que seja feito em áreas secas.

Pelas razões acima mencionadas a implementação deste tipo de tratamento poderá ser difícil no contexto moçambicano, especialmente fora das grandes cidades moçambicanas.

5.4.5. Pirólise

Para além da receita advinda da venda de biocarvão, este tratamento também possibilitaria obter receita através da venda de créditos de carbono. Em contrapartida, este processo é aplicado maioritariamente na forma de projectos pilotos, que embora Rowles *et al.* (2022) indique haver potencial em termos económicos, sobre ponto de vista empresarial poderá ser arriscado o investimento neste tipo de tecnologia quando comparado com os restantes tratamentos melhor estabelecidos.

5.4.6. Radiação Infravermelha

A única evidência de aplicação deste tipo de tratamento é no Município de eThekweni, em Durban, na África do Sul, onde trata apenas LF provenientes de latrinas. Devido a limitação na aplicação do mesmo, Septien *et al.* (2020) indica existirem limitações em termos de conhecimento acerca das características do produto resultante e consequências do seu reuso, motivos que poderão tornar o método de tratamento indesejável do ponto empresarial.

5.4.7. Comparação em termos financeiros, volume de produção e de área de produção

Na Tabela 14 é apresentada a comparação de cada tipo de tratamento em termos de custos de capital, custos de operação, receita, área requerida para operacionalização e produção de fertilizante.

A biodigestão anaeróbica apresenta as menores exigências no que tange ao custo de capital, porém a receita obtida e a produção de fertilizante encontram-se entre as menores. Pode ser recomendável para produção de fertilizante em pequena escala.

Quanto à estabilização com cal, grande parte da literatura encontrada centra-se na abordagem da eficácia de remoção de agentes patogénicos, havendo ausência de informação quanto a receita, custos e a quantidade de produção de fertilizante resultantes da mesma, tornando, deste modo, difícil a comparação com os outros métodos.

Fica evidente que embora a compostagem acarrete custos de capital e requisitos de área e operacionais superiores aos exigidos pelas restantes tecnologias, tanto em termos de produção de fertilizante como em termos de receita obtida por quantidade de LF tratada, a compostagem seria a melhor opção apresentada para produção em grande escala.

Para a zona metropolitana de Maputo, Engidro, Hidra, Aquapor (2017), propunha a construção de quatro ETLFRS: Marracuene, Malhampsene, Boane e na ETAR do Infulene. Esta estratégia de descentralização das estações de tratamento poderá ser vantajosa, pois reduz o volume de LF a ser tratada por cada e, por consequência, a área será reduzida. Ademais, criaria pontos adicionais para realização da descarga de LF, reduzindo as distâncias percorridas pelos operadores privados.

Tabela 14. Comparação das opções de tratamento de LF para obtenção de fertilizante.

	Biodigestão anaeróbica (pequena escala)	Pirólise	Compostagem	Estabilização com Cal
Custo Capital (USD/m³)	[262.25 ^[11] - 914.00 ^[12]]	12,459.12 ^[13]	[4,021.31 - 22,509.97] ^[13]	[750.00 - 1,740.00] ^[12]
Custos Operacionais (USD/m³)	8.81 ^[11]	4.61 ^[13]	[52.54 - 88.70] ^[13]	[9.00 - 30.00] ^[12]
Receita (USD/m³)	9.27 ^[11]	7.89 ^[14]	[88.70 - 131.57] ^[13]	-
Área (m²/m³)	9.00 ^[11]	269.79 ^[13]	[674.48 - 1,124.13] ^[13]	[7.50 - 40.74] ^[12]
Produção de fertilizante (Ton/m³)	0.01 ^[10]	0.03 ^[12]	[0.73 - 0.96] ^[12]	-

¹¹ Fonte: Bendana *et al.* (2022)

¹² Fonte: UNCRH e Oxfam (2019)

¹³ Fonte: Rao *et al.* (2020)

¹⁴ Valor obtido através do somatório do valor subsídio de 4.61 USD/m³ pago pela autoridade local para operar e manter a ETLFRS calculado com base em Rao *et al.* (2020) e o preço de venda de biocarvão de 131 USD/ton (3.28 USD/m³ de LF tratada).

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Do trabalho realizado conclui-se que o crescimento na taxa de cobertura do saneamento melhorado não tem acompanhado a taxa de crescimento urbana e caso continue com o crescimento actualmente registado não será atingida o objectivo estabelecido de universalização do saneamento até 2030. Das cidades analisadas as pertencentes à província da Zambézia e em geral, as províncias da região norte de Moçambique apresentam as menores taxas de cobertura do saneamento melhorado, podendo sinalizar a necessidade maior de investimentos das mesmas, a nível do sector.

Das cidades analisadas foi possível estabelecer, consoante a produção média anual, quatro (4) grupos, nomeadamente: grupo A (>40 mil m^3), grupo B (25 mil m^3 a 40 mil m^3), grupo C (25 mil m^3 a 10 mil m^3) e grupo D (<10 mil m^3). Conclui-se que a produção de LF é directamente proporcional a população e a cobertura do saneamento melhorado. Recomenda-se a realização de uma subclassificação consoante o nível de urbanização da cidade/saneamento melhorado pois cidades como por exemplo, Mocuba e Pemba embora estejam incluídas no grupo, em termos de produção de LF, apresentam diferenças de cerca de 38% nas suas de taxas de cobertura do saneamento melhorado para 2025, necessitando, por isso, de abordagens diferentes para atingir a universalização.

Quanto à sustentabilidade dos modelos de esvaziamento e transporte de LF, para o sector privado torna-se evidente que a existência do licenciamento aumenta o tempo para se obter retorno no investimento podendo, por isso, não ser recomendável a sua aplicação em cidades de menores dimensões devido ao mercado potencialmente reduzido e consequentemente o número de utentes. É recomendável, no entanto colher mais dados financeiros proveniente de outros operadores de modo a garantir maior fiabilidade dos dados.

A utilização de ETr poderia auxiliar na redução das distâncias percorridas pelos operadores de esvaziamento e transporte, reduzindo os gastos incorridos pelos mesmos. Pese embora a operacionalização das mesmas não gere receitas. Será necessária a sua associação com o modelo sem fins lucrativos, a cobrança no âmbito do licenciamento dos operadores ou a cobrança por descarga realizada.

Fica evidente a necessidade de investimento em construção de ETARs/ETLFRS nas cidades estudadas pois, dos 247 mil m³ de LF que serão potencialmente produzidas por ano, pelo conjunto destas cidades estudadas, nas condições actuais, cerca de 52% ou 129 mil m³ de LF serão libertadas directamente sobre o meio sem tratamento, ou, aproximadamente 645 mil m³ de LF nos próximos cinco anos.

No que se refere à produção de biogás, é necessário ainda a realização da caracterização das lamas fecais de modo a determinação obter um valor mais preciso de produção de biogás em cada cidade. É, no entanto, possível com base nos dados apresentados que estas cidades possuem uma capacidade anual conjunta de 219 mil m³ a 241 mil m³ de biogás proveniente de habitações, sendo uma porção significativa proveniente de latrinas melhoradas. Havendo, teoricamente, menor o nível de estabilização de LF proveniente de instituições públicas e privadas, o potencial real de produção de biogás poderá ser maior (especialmente em cidades como Maputo e Matola).

Obtendo-se reutilizar as LF como fertilizante, a melhor opção apresentada em termos de receita gerada e quantidade de produção é a compostagem. Contudo, os elevados custos de capital poderão servir de barreira para a entrada no mercado de investidores com menor posse. A biodigestão anaeróbica constitui uma opção para produção de fertilizante em pequena escala. Já a pirólise e o tratamento com radiação infravermelha, embora a literatura consultada indique existir a possibilidade de obtenção de lucros, são processos relativamente novos e a sua aplicação poderia constituir um risco maior. Poderá ser recomendável a criação de estações de tratamento descentralizadas em zonas urbanas com grandes extensões territoriais como é o caso da zona Metropolitana de Maputo.

7. BIBLIOGRAFIA

7.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alidadi, H., Parvaresh, A., Shamansouri, M., Pourmoghodas, H., Najafpoor, A. (2005) - **Combined compost and vermicomposting process in the bioconversion of sludge**, Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering 2, p.251-254.
2. Anderson C., Malambo D.H., Perez M., Nobela H., De Pooter L., Spit J., Hooijmans C., Van de Vossenberg J., Greya W., Thole B., Van Lier J. and Brdjanovic D. (2015)- **Lactic acid fermentation, urea and lime addition: Promising faecal sludge sanitizing methods for emergency sanitation**, International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(11), 13871–13885.
3. Basu, P. (2013) - **Biomass Gasification, Pyrolysis, and Torrefaction: Practical Design and Theory**, 2^a ed., Amsterdam: Elsevier.
4. Bendana, D., Kamruzzaman, M., Rana, M., Mustafi, B., Talukder, R. (2022) – **Financial and functionality analysis of biogas plant in Bangladesh**, Heliyon, vol. 8, ed. 8, art. e10727.
5. Centre for Affordable Water and Sanitation Technology (CAWST) (2016) – **Technical Brief: What is Fecal Sludge?**;
6. Climate Data, [Clima Moçambique:Climograma, Temperatura e Tabela climática Moçambique](#), 10 de Janeiro de 2025.
7. Dangol, B. (2013) - **Faecal Sludge Characterization and Co-treatment with Municipal Wastewater: Process and Modeling Considerations**, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, Países Baixos;
8. Department of Drinking Water and Sanitation, Ministry of Jal Shakti, Government of India (2021) – **Manual: Faecal Sludge Management**,
9. Diener, S., Semiyaga, S., Niwagaba, C., Muspratt, A., Gning, J., Mbéguéré, M., Ennin, J., Zurbrugg, C., Strande, L. (2014)- **A value proposition: resource recovery from faecal sludge – can it be the driver for improved sanitation?**, Resources Conservation & Recycling 88, p. 32-38.
10. Diener, S., Zurbrugg, C., Tockner, K. (2009) - **Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates**, Waste Management & Research, 27(6), p. 603-610.

11. Direcção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento (DNAAS) (2018) - **Plano de Acção do Sector de Água Para À Implementação dos Objectos de Desenvolvimento Sustentável 2015-2030: Volume II–Abastecimento de Águas e Saneamento**, Departamento de Planificação- DNAAS;
12. Dodane, P., Mbéguéré, M., Sow, O., Strande, L. (2012) – **Capital and Operating Costs of Full-Scale Fecal Sludge Management and Wastewater Treatment Systems in Dakar, Senegal**, Environ. Sci. Technol. 2012, 46, 7, p.3705-3711;
13. ENGIDRO, Hidra, Aquapor (2015) - **Plano Director de Saneamento e Drenagem da Área Metropolitana de Maputo, Análise da situação existente – Maputo e Marracuene. Relatório final**, Ministério das Obras públicas, Habitação e Recursos Hídricos, AIAS – Administração de Infraestruturas de água e saneamento, Moçambique, Maputo.
14. ENGIDRO, Hidra, Aquapor (2017) – **Plano Director de Saneamento e Drenagem da Área Metropolitana de Maputo: Plano de Implementação**, AIAS, Maputo, Moçambique.
15. Gurski, T., Hennessy, S., Rogers, T., Shaw, J. (2022) - **A Practical Guide to Available Pit-Emptying Technologies**, 2ª ed., FSM Alliance.
16. Hawkins, P., Muximpua, O. (2015) – **Developing business models for fecal sludge management in Maputo**, International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
17. Heinss, U., Larmie, S., Strauss, M. (1998) – **Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludge in the Tropics**, Eawag/Sandec, Suécia.
18. INE (2015) - **Relatório Final do Inquérito sobre Orçamento Familiar- IOF 2014/15**, Instituto Nacional de Estatística, Moçambique, Maputo.
19. INE (2021) – **Relatório Final do Inquérito sobre Orçamento Familiar- IOF 2019/20**, Instituto Nacional de Estatística, Moçambique, Maputo.
20. INE (2022) – **IV Recenseamento Geral da População e Habitação, 2017: Resultados Definitivos - Moçambique**, Instituto Nacional de Estatística, Moçambique, Maputo.
21. INE (2023) – **Relatório Final do Inquérito sobre Orçamento Familiar- IOF 2022**, Instituto Nacional de Estatística, Moçambique, Maputo.

22. Instituto de Desenvolvimento Rural, Programa nacional de saneamento a baixo custo, sector de programação e educação sanitária (1995) - **Manual de animadores de saneamento**, Central Impressora, Maputo, Moçambique;
23. Instituto Nacional de Estatísticas (2019) – **Censo 2017- IV Recenseamento Geral da População e Habitação 2017: Resultados Definitivos Moçambique**; Maputo, Moçambique;
24. International Energy Agency (IEA) (2020) - **Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth**, World Energy Outlook special report.
25. Jane, A. (2017) – **Tratamento de Águas Residuais e Gestão de Lamas Fecais em Moçambique: Ponto de Situação, Desafios e Perspectivas: Caso de Estudo- Cidade da Beira- Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente**, Instituto Superior Técnico Lisboa, Portugal, Lisboa.
26. Japanese Car Trade, <https://www.japanesecartrade.com/body-type/vaccum+truck-24.html> , 30 de Outubro de 2024.
27. Klingel, F., Montangero, A., Koné, D., Strauss, M. (2002) – **Fecal Sludge Management in Developing Countries: A planning manual**, 1ª ed., Swiss Federal Institute for Environmental Science & Technology Department for Water and Sanitation in Developing Countries;
28. Koanda, H. (2006) – **Vers un assainissement urbain durable en Afrique subsaharienne: Approche innovante de planification de la gestion des boues de vidange**, École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Thèse de doctorat
29. Liew, A., Idris, A., Wong, C., Smad, A., Noor, M., Baki, A. (2004) - **Incorporation of Sewage Sludge in Clay Brick and its Characterization**, Waste Management & Research, vol. 22, p. 226-233, Reino Unido, disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0734242X04044989>.
30. Mabota, A. (2023) – **Governança de Água e Saneamento em Moçambique: O caso da Região Metropolitana de Maputo- Dissertação do curso de Mestrado em Planeamento Regional**, Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico, Moçambique, Maputo.
31. Matsinhe, N., Rietveld, L., (1991) - **Abastecimento de Água e Saneamento**, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo;

32. Mawioo, P., Hooijmans, C., Garcia, H., Brdjanovic, D., (2016) – **Microwave treatment of faecal sludge from intensively used toilet in the slums of Nairobi, Kenya**, Journal of Environmental Management 184, 575-584;
33. McConville, J., Niwagaba, C., Nordin, A., Ahlström, M., Namboozo, V., Kiife, M. (2020) – **Guide to Sanitation Resource-Recovery Products & Technologies: A supplement to Compendium of Sanitation Systems and Technologies**. 1^a ed., Swedish university of Agricultural Sciences (SLU), Department of Energy and Technology, Uppsala, Suécia.
34. Ministério da Economia e Finanças (2024) – **Estratégia Nacional de Desenvolvimento 2025-2044**, Governo de Moçambique, Moçambique, Maputo.
35. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FNS) (2004) – **Manual de Saneamento**, 3^aed., Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde, Brasília, Brasil.
36. Ministério das Obras Públicas e Habitação (2011) – **Estratégia de Água e Saneamento Urbano 2011-2015**, República de Moçambique.
37. Mirara, S., Septien, S., Singh, A., Velkushanova, K., Buckley, C. (2020) - **Drying of faecal sludge from VIP latrines through a medium infrared radiation process**, Water SA 46 (3), p. 540-546, disponível em: <https://doi.org/10.17159/wsa/2020.v46.i3.8665>
38. Mukheibir, P. (2015) – **Learning paper: A guide to septage transfer stations**, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, disponível em: www.snv.org/explore-more e www.uts.edu.au;
39. Muspratt, A., Nakato, T., Niwagaba, C., Dione, H., Kang, J., Stupin, L. (2014) - **Fuel Potential of faecal sludge: calorific value results from Uganda, Ghana and Senegal**, Journal Water Sanit Dev 2014, ed. 4.
40. Mutevuie Jr., R. (2015) - **Sistemas Sustentáveis de Tratamento de Águas Residuais em Moçambique- Dissertação para obtenção do Grau de Mestrado em Hidráulica e Recurso Hídricos**, Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique, Maputo.
41. Mutevuie Jr., R., Moiambo, O., Ferreira, F., Matos, J. (2022) - **Simulação do Decaimento de Bactérias E. Coli em Lamas Fecais, baseada em estudos de caso em Portugal e Moçambique**, 9º Congresso Luso-Moçambicano de

- Engenharia / VI Congresso de Engenharia de Moçambique, INEGI/FEUP.
Disponível em : https://paginas.fe.up.pt/clme/proceedings_clme2022/;
42. Muxímpua, O., Hawkins, P., Stricker, J., Mugabe, Z., Matendjua, O., Madamuge, A. (2017) – **Emerging Lessons on FSM from Maputo, Mozambique**, Bill & Melinda Gates Foundation;
43. National Institute of Urban Affairs e Department of Engineering, Indian Institute of Technology, Roorkee (2022) – **Characterization of Faecal Sludge, Dewatered and Dried Sludge from Select Faecal Sludge and Sewage Treatment Plants**, National Institute of Urban Affairs, New Delhi,
44. Nikiema, J., Cofie, O., Impraim, R. (2014) – **Technological Options for Safe Resource Recovery from Fecal Sludge**, Resource Recovery and Reuse Series 2, CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems, International Water Management Institute (IWMI).
45. Nikiema, J., Tanoh-Nguessan, R., Abiola, F., Cofie, O. (2020) - **Introduction Co-composting to Fecal Sludge Treatment Plants in Benin and Burkina Faso: A Logistical and Financial Assessment**, Resource Recovery & Reuse Series 17
46. Oxfam (2008) – **Technical Briefing: Septic Tank Guidelines**, OXFAM GB, disponível em: [tbn9-septic-tank-guidelines-030608-en.pdf;jsessionid=32F238C8B8D74273053DD2B3A5B13BF7](https://openrepositary.com/tbn9-septic-tank-guidelines-030608-en.pdf;jsessionid=32F238C8B8D74273053DD2B3A5B13BF7) (openrepositary.com).
47. OXFAM e UNHCR (2019) - **Faecal Sludge Management for Disaster Relief: Technology Comparison Study**.
48. Projecto de Desenvolvimento Urbano e Local (2020) - **Guião Metodológico para a Elaboração de Planos Director Municipais de Água e Saneamento**, 1ª ed., Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos.
49. Radford, J., Underdown, C., Velkushanova, K., Byrne, A., Smith, D., Fenner, R., Pietrovito, J. e Whitesell, A. (2015) – **Faecal Sludge Simulants to Aid the Development of Desludging Technologies**, Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development, Vol. 5, 3ª ed., pp 456-464.
50. Rao, K., Kvarnström E., Mario, L., Drechsel, P. (2016) - **Business Models for Faecal Sludge Management**, Resource, Recovery & Reuse Series 6, International Water Management Institute.

51. Rao, K., Velidandla, S., Scott, C., Drechsel, P. (2020) – **Business Models for Fecal Sludge Management in India**, Resource Recovery & Reuse Series 18 (Special Issue), International Water Management Institute;
52. República de Moçambique (2016) - **Política de Águas- Resolução nº 42/2016**, República de Moçambique
53. Rieck, C., Münch, E., Hoffmann, H. (2012) – **Technology Review of Urine-diverting dry toilets (UDDTs): overview of design, operation, management and costs**, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
54. Rodrigues, C., Hinkkanen, K. (2013) - **Guia de Saneamento a Seco**, Dry Toilet Association of Finland, Tampere, Finlândia.
55. Rowles, L., Morgan, V., Li, Y., Zhang, X., Watabe, S., Stephen, T., Lohman, H., DeSouza, D., Hallowell, J., Cusick, R., Guest, J. (2022) - **Financial Viability and Environmental Sustainability of Fecal Sludge Treatment with Pyrolysis Omni Processors**, ACS Environmental August 2022, vol 2, ed. 5, pp. 455-466;
56. Russel, K., Montgomery, I. (2020) - **Container-Based Sanitation Implementation Guide**, 1ª ed., Container-Based Sanitation Alliance, Londres, Reino Unido.
57. Salomon Lda. (2023) - **Serviços de consultoria para o estudo de factores e indicadores de sustentabilidade de sistemas públicos de abastecimento de água e saneamento: Modelos de negócio padrão para a gestão de lamas fecais grandes e pequenas cidades**, Maputo, Moçambique;
58. Septien, S., Singh, A., Mirara, S., Teba, L., Velkushanova, K., Buckley, C. (2017) – **‘LaDePa’ process for the drying and pasteurization of faecal sludge from VIP latrines using infrared radiation**, South African Journal of Chemical Engineering 25, pág. 147-158, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2018.04.005>;
59. Sheppard, D., Newton, G., Thompson, S., Savage, S. (1994) - **A value added manure management system using the Black Soldier fly**, Bioresource Technology 50, p.275-279.
60. Simulador de Direitos Aduaneiros de Viaturas: <https://simulador.matule.co.mz/> - Consultado em : 10:03, 14 de Outubro de /10/20245;

61. Singh, S., Mohan, R., Rathi, S., Raju, N. (2017) - **Technology Options for Faecal Sludge Management in Developing Countries: Benefits and Revenue from Reuse**, Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186416300530>
62. Song, Z., Qin, J., Yang, G., Feng, Y., Ren, G. (2012) - **Effect of human excreta mixture on biogas production**; p. 2570–2575.
63. Strande, L., Ronteltap, M., Brdjanovic, D. (2014) - **Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation**, IWA Publishing;
64. Stringel, S., Mugari, T., Singh, A., Inambao, F. (2019)- **Drying of Faecal Sludge using Solar Thermal Energy**, Water Research Commission,
65. Tayler, K. (2018) – **Faecal Sludge and Septage Treatment: A Guide for Low and Middle-Income Countries**, Practical Action Publishing, Rudgy, Reino Unido;
66. Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P, Zurbrügg, C. (2014) - **Compendium of Sanitation Systems and Technologies**, 2^a ed., Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Duebendorf, Suíça.
67. Tucci, C., Gomes, T. (2020) - **Plano de Continuidade de Negócio do Serviço Autónomo de Saneamento da Beira (SASB)- Moçambique**, Banco Mundial e Global Facility for Disaster Reduction and Recovery.
68. UNICEF e WHO (2023) - **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: special focus on gender**, Nova Iorque, E.U.A.;
69. USEPA (2003) – **Environmental Regulations and Technology Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge**, USEPA Office of Research Development.
70. Velkushanova, K., Strande, L., Ronteltap, M., Koottatep, T., Brdjanovic, D., Buckley, C., (2021) – **Methods for Faecal Sludge Analysis**, IWA Publishing, Londres, Reino Unido.
71. Water and Sanitation Program (WSP) (2014) – **Missing Link in Sanitation Service Delivery A Review of Fecal Sludge Management in 12 Cities**, The World Bank/Water and Sanitation Program, Washington DC.
72. Water Sanitation Program (WSP) (2015) – **A review of Fecal Sludge Management in 12 cities**, Water and Sanitation Program;
73. WaterAid (2017) – **Technical guidelines for designing a decentralized waste water treatment**;

74. WaterAid (2022) - **Manual de Gestão de Lamas de Fecais da WaterAid** .
75. World Health Organization (1992) – **A Guide to the Development of on-Site Sanitation**, World Health Organization;
76. World Health Organization (WHO) (2006) – **WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater: Excreta and Greywater Use in Agriculture**, vol. 4, WHO Press, Genebra, Suíça.

ANEXOS

Anexo 1- Variabilidade das características das Lamas Fecais em comparação com águas residuais

Tabela A.1.1. Características das LF em comparação com águas residuais provenientes de zonas tropicais (adaptado de Heinss *et al.*, 1998).

Item	Lamas fecais de elevada carga	Lamas fecais de baixa carga	Águas residuais
Proveniência	Casas de banho públicas ou latrinas de balde	Resíduos sépticos	Água residual tropical
Caracterização	• Maioritariamente lamas frescas de elevada concentração; • Tempo de armazenamento na ordem de dias ou semanas.	• Lamas fecais estabilizadas de baixa concentração; • Tempo de armazenamento na ordem de anos.	
DQO (mg/l)	20000 – 50000	<15000	500 - 2500
DQO/DBO	2:1 – 5:1	5:1 – 10:1	2:1
NH₄-N (mg/l)	2000 - 5000	<1000	30 - 70
TS (mg/l)	≥3.5%	<3%	<1%
SS (mg/l)	≥30000	≈7000	200 - 700
Ovos de helmintos	20000 - 60000	≈4000	300 - 2000

Anexo 2- Tratamento de Lamas Fecais

Tabela A.2.1. Opções de tratamento para Separação Líquido-sólido.

Tratamento	Descrição	Particularidades	Vantagens	Desvantagens
Tanque de sedimentação-espessamento	Separação por acção da gravidade (sedimentação); Sólidos são depositados em no fundo do tanque onde sofrem espessamento; (Strande <i>et al.</i>, 2014)	• Adequado para lamas parcialmente estabilizadas • Inadequado para lamas frescas (WaterAid, 2022)	• Solução robusta e resiliente (Strande <i>et al.</i>, 2014)	• Sólidos resultantes possuem elevado conteúdo de água; • Efluente resultante possui elevado teor de SS (Strande <i>et al.</i>, 2014);
Prensas mecânicas	Desidratação por via de condicionamento químico, drenagem gravítica e compressão (Nikiema <i>et al.</i> , 2014)	• Melhor adequadas para lamas com TS=2%, podendo receber LF's com TS=1% (Tayler, 2018).	• Requer pouco espaço	• Requer fonte fiável de energia; • Mão-de-obra especializada; • Aquisição de polímero para condicionamento químico; • Reposição de peças. (Tayler, 2018)
Tanque Imhoff	Composto por dois compartimentos: o superior de sedimentação e o inferior de digestão (anaeróbica) (Tilley <i>et al.</i> , 2014)		• Requer pouco espaço (Strande <i>et al.</i>, 2014)	• Conteúdo de sólidos das LF levam a rápida acumulação de lamas limitando os intervalos de limpeza (Tayler, 2018)

Tabela A.2.2. Opções de tratamento para Desidratação dos resíduos sólidos

Tratamento	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Leitos de secagem não plantados	Constituídos por filtros de área e cascalho, com um dreno que se encontra por baixo e colecciona os líquidos de lixiviação (Singh <i>et al.</i> , 2017)	• Oferecem desidratação eficaz com operação mínima; • Possibilidade de construção e reparação com base em materiais locais; • Baixos custos de capital e operação (Tilley <i>et al.</i>, 2014)	• Requerem espaço amplo; • Devem estar relativamente distantes de residências e negócios devido a libertação de maus odores e presença de moscas; • locais com elevada precipitação e/ou climas frios poderão incrementar o período de secagem das LF (Tilley <i>et al.</i>, 2014)
Leitos de secagem plantados	Seguem o mesmo princípio que o leito de secagem não plantado (WaterAid, 2022; Singh <i>et al.</i> , 2017).	• necessidade de remoção dos bio sólidos em intervalos maiores resultantes da manutenção da porosidade como resultado da penetração das raízes; • tempo de armazenamento de LF permite obter lamas com maior grau de estabilização bioquímica e inativação patogénica • mesmas vantagens que os leitos de secagem não plantados	• Mesmas desvantagens que os leitos de secagem não plantados

Tabela A.2.3. Tratamento dos Resíduos sólidos com recuperação de recursos.

Tratamento	Descrição	Vantagem	Desvantagem
Armazenamento Prolongado	Lamas são armazenadas por um período de 18 meses quando cobertas e protegidas e até 3 anos quando expostas a períodos de humidade (Tayler, 2018).	Processo simples e económico (Klingel <i>et al.</i>, 2002).	- Requer espaço amplo (Klingel <i>et al.</i>, 2002); - Requer impermeabilização do local para evitar a infiltração de efluentes para o lençol freático se o mesmo for elevado (Tayler, 2018).
Biodigestão anaeróbica	- Ocorre dentro de reator hermeticamente fechado (de tijolos, tanque pré-fabricado ou Geotubos/Geosacos com 1m³ à 100m³) (Tilley <i>et al.</i>, 2014 e Tayler, 2018); - Material orgânico é transformado em biogás (mistura de CO₂, CH₄ e outros gases vestigiais), lodo/chorume e água (WHO, 2006d; USEPA, 2003); - A inativação de agentes patogénicos é alcançada quando a digestão é termofílica (T>50°C e requer aquecimento por fontes externas) mas não pode ser garantida quando é mesofílica (30°C<T< 38°C) (Strande <i>et al.</i>, 2014); - Tempo de retenção hidráulica: 15 dias em climas quentes, 25 dias em climas temperados e 60 dias com grau elevado de agentes patogénicos (Tilley <i>et al.</i>, 2014).	- Necessitam de pouco espaço para implementação; - Resultam na produção de combustível e geração de capital; (Klingel <i>et al.</i>, 2002)	- Efluente necessita de tratamentos adicionais mais compreensivos que os gerados por outros métodos; - Pode constituir um investimento oneroso e os requisitos operacionais são consideráveis; - Dificuldades para remoção de lamas sedimentadas e que tentam sofrido espessamento (Klingel <i>et al.</i>, 2002)
Compostagem intensiva	Digestão aeróbica controlada de LF desidratadas (10%<Ts<40% e ricas em nitrogénio) combinada com matéria orgânica sólida (resíduos agrícolas, serradura, resíduos sólidos municipais que são ricos em carbono) (Tilley <i>et al.</i>, 2014; Tayler, 2018)	Materiais para construção e reparação podem ser adquiridos localmente;	- São necessárias áreas vastas para o seu armazenamento; - Tempos de armazenamento são longos;

Tratamento	Descrição	Vantagem	Desvantagem
	Inactivação de agentes patogénicos ocorre quando $50^{\circ}\text{C} < T < 65^{\circ}\text{C}$ sendo necessário humidade no intervalo de 50% a 60%, o ratio C/N de 30 a 35, que ocorra a mistura do material para que haja circulação de ar e digestão por longos períodos (WHO, 2006d; Strande <i>et al.</i>, 2014)	Baixos custos de operação e por não requererem energia eléctrica para o seu funcionamento. (Tilley <i>et al.</i>, 2014)	Requer pessoal especializado e trabalho intensivo para sua operação. (Tilley <i>et al.</i>, 2014)
Estabilização com cal	- Adição de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ou CaO com o intuito de aumentar o pH para um ambiente altamente alcalino com o objectivo de criação de um ambiente inviável para o desenvolvimento de agentes patogénicos (McConville <i>et al.</i>, 2020; Tayler, 2018). - A cal pode ser adicionada previamente a fase de separação líquidos-sólidos (maior facilidade no processo de mistura) ou, alternativamente, após a fase de desidratação (Tayler, 2018). - pH reduz para neutro após o tratamento podendo demorar entre 24 horas a 2 semanas, podendo requerer a adição de mais cal (McConville <i>et al.</i>, 2020; Strande <i>et al.</i>, 2014)	- Usa materiais comumente disponíveis; - Efluente resultante estabilizado e sem contaminação de agentes patogénicos adequado para irrigação agrícola. (McConville <i>et al.</i>, 2020)	- Requer elevadas quantidades de químicos; - a mistura é essencial para o processo - existe um potencial de risco a saúde quando for utilizado a cal viva, cuja reacção com a água é violenta. (McConville <i>et al.</i>, 2020)
Radiação infravermelha	- Exposição das lamas fecais sob a forma de <i>pellets</i>, a radiação infravermelha de média onda resulta em um material seco, pasteurizado e seguro (Mirara <i>et al.</i>, 2017; Septien <i>et al.</i>, 2020); - Requer Ts no intervalo de 25% a 30% (Septien <i>et al.</i>, 2020).	Maior eficiência, requerendo menos energia e ocupando menos espaço comparativamente aos métodos de secagem tradicional (Mirara <i>et al.</i>, 2020).	- Elevado risco de incêndios; - Dificuldades de processamento de material espesso (baixa capacidade de penetração das ondas infravermelhas) - Apresentam dificuldades para aplicação em grandes escalas (Mirara <i>et al.</i>, 2020).

Tratamento	Descrição	Vantagem	Desvantagem
Pirólise	• Queima de lamas desidratadas (idealmente com o maior conteúdo de sólidos possíveis) a temperaturas acima de 200°C na presença de pouco oxigénio ou em condições totalmente anaeróbicas; (WaterAid, 2022) • Duração de apenas algumas horas (WaterAid, 2022). • Produz biocarvão que pode ser usado para auxiliar o solo na retenção de água e nutrientes, bem como para libertação de nutrientes ou ainda serem usados para a produção de briquetes de carvão para utilização como combustível (Tayler, 2018; Nikiema <i>et al.</i>, 2020). • Quanto maior o TS, menor será a energia gasta durante o processo (Tayler, 2018).	• As altas temperaturas permitem a eliminação de organismos nefastos a saúde, bem como a redução de volume (Basu, 2013); • Sequestro de carbono (Basu, 2013).	• Dificuldade de controlo de emissões (Basu, 2013); • Desafios de manutenção devido a natureza dos líquidos produzidos durante o processo (Basu, 2013).
Secagem Térmica	• Aplicação de calor com vista a reduzir o teor de humidade e eliminar agentes patogénicos; • Requer TS entre 60% a 65% para funcionamento ideal (Tayler, 2018).	• Produção de biosólidos sem necessidade de mais tratamento	• Emissão de volumes elevados de gases que necessitam de um pré-tratamento, o que resulta na necessidade de ocupação de espaços maiores (Stringel <i>et al.</i>, 2019). • Requerem uma fonte fiável e contínua de energia para o seu funcionamento (Tayler, 2018).
Moscas soldado negro	• As larvas de mosca soldado negro (<i>Hermetia illucens</i>) consomem parte do material orgânico em decomposição, reduzindo o volume da matéria em cerca de 75% (Diener <i>et al.</i>, 2009; McConville <i>et al.</i>, 2020).	• As larvas alimentam-se apenas no estado larval, no estágio adulto não se alimentam e não são atraídas por matéria orgânica em decomposição,	• exigem intervalos de temperatura e humidade específicos (entre 29°C e 31°C e 50% a 70%, respectivamente); • Possui tempos de processamento longos;

Tratamento	Descrição	Vantagem	Desvantagem
		reduzindo risco de serem vectores de transmissão de doenças (McConville <i>et al.</i>, 2020; Sheppard <i>et al.</i>, 1994). • Durante o processo de metamorfose, as crisálidas podem ser colhidas e usadas como ração animal (WaterAid, 2022)	• Requer pessoal com formação (WaterAid, 2022).
Vermicompostagem	• Utilização de vermes tigre (<i>E. foetida</i>) para decomposição de partículas orgânicas maiores, estimulação de actividade microbial e maior taxa de mineralização resultando na conversão de substâncias com características similares ao húmus (Alidadi <i>et al.</i>, 2005);	• Produto final com redução de coliformes e com boas propriedades para utilização como condicionador de solo; (Singh <i>et al.</i>, 2017 e Strande <i>et al.</i>, 2014)	• Exige capacidade de gestão e técnicas para sua operação especializadas; • Requer tratamento adicional para eliminação completa de agentes patogénicos.

Anexo 3- Modelos de negócio de gestão de lamas fecais.

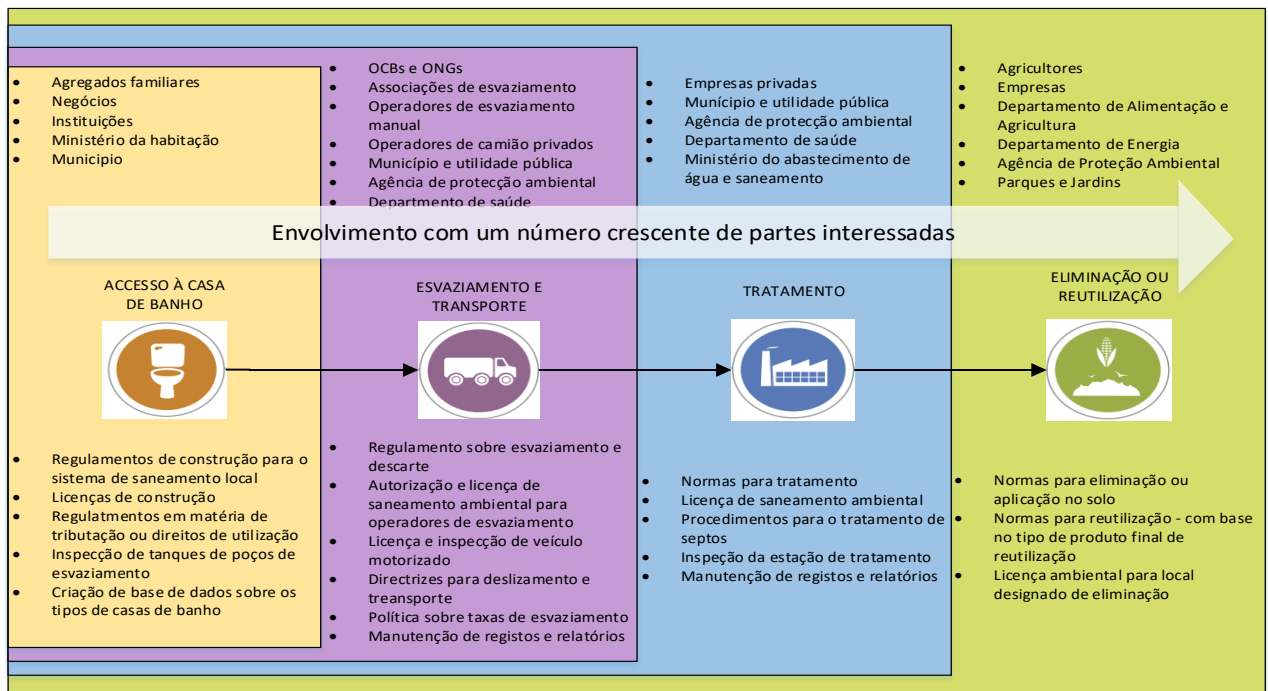


Figura A.3.1. Elementos de regulamentação e papel das partes interessadas na cadeia de serviços (adaptado de Rao *et al.*, 2016).

Anexo 3.1. Modelos para garantir esvaziamento, transporte de deposição em local designado

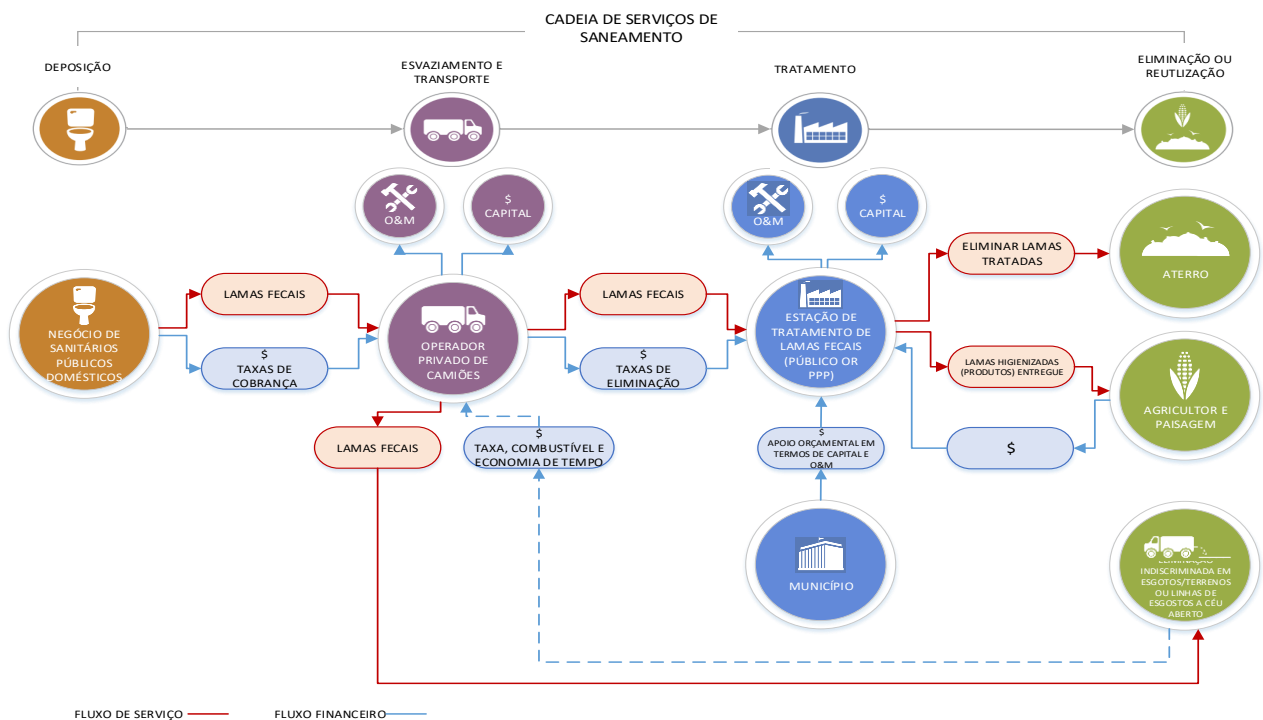


Figura A.3.1.1. Modelo de Esvaziamento e Transporte Privado (Fonte: Rao *et al.*, 2016).

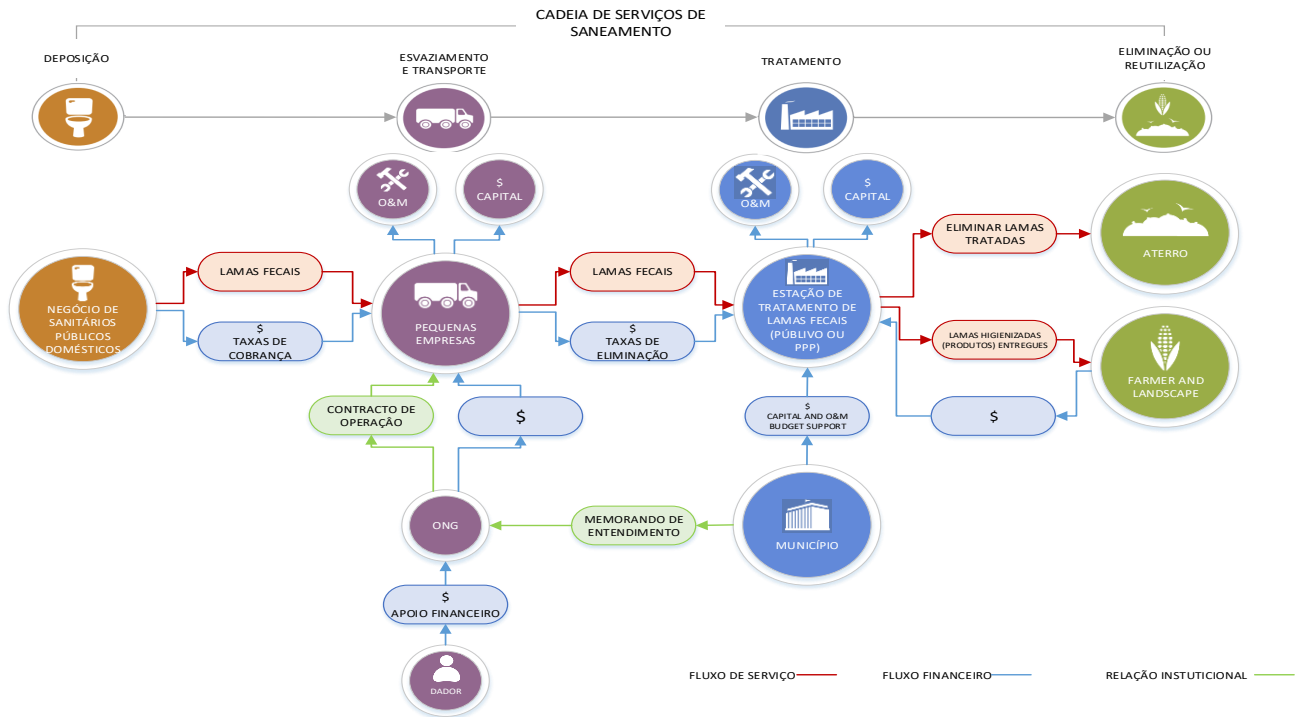


Figura A.3.1.2. Modelos sem fins lucrativos (Fonte: Rao *et al.*, 2016).

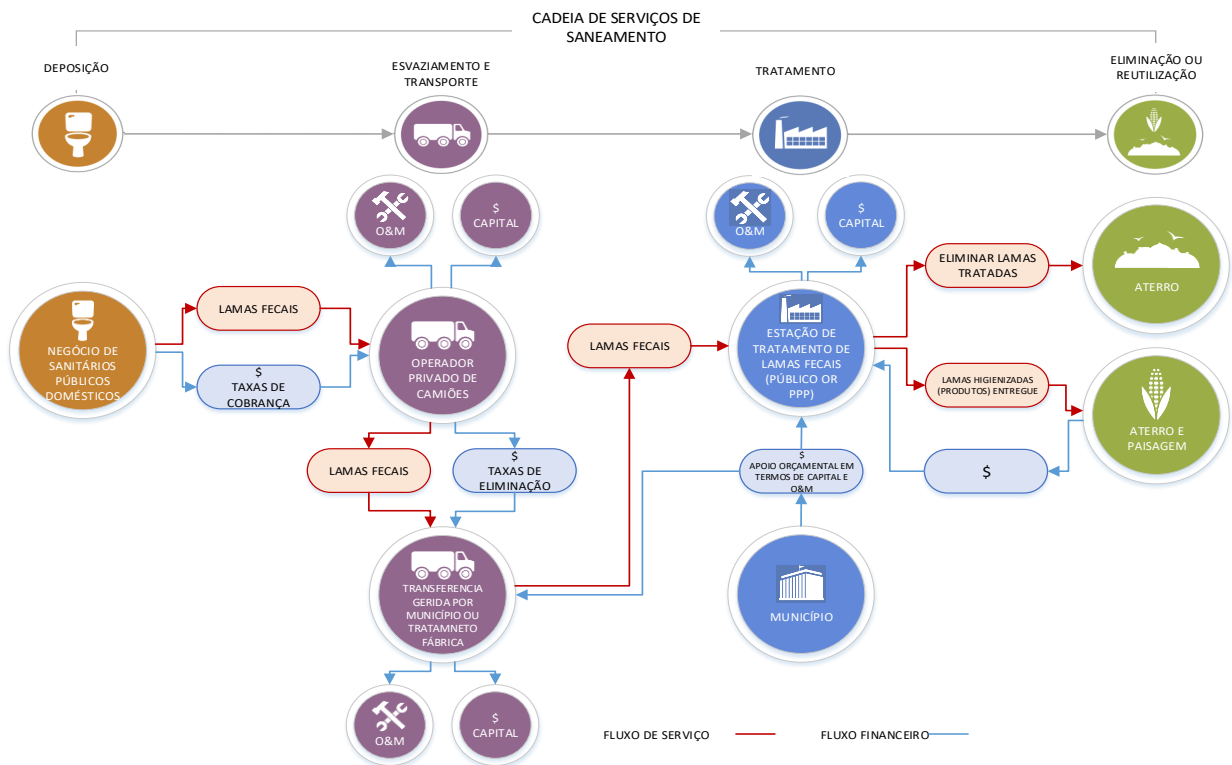


Figura A.3.1.3. Modelos com Estação de Transferência (Fonte: Rao *et al.*, 2016).

Anexo 3.2. Modelos para garantir o esvaziamento, transporte e deposição ambientalmente segura das LF's

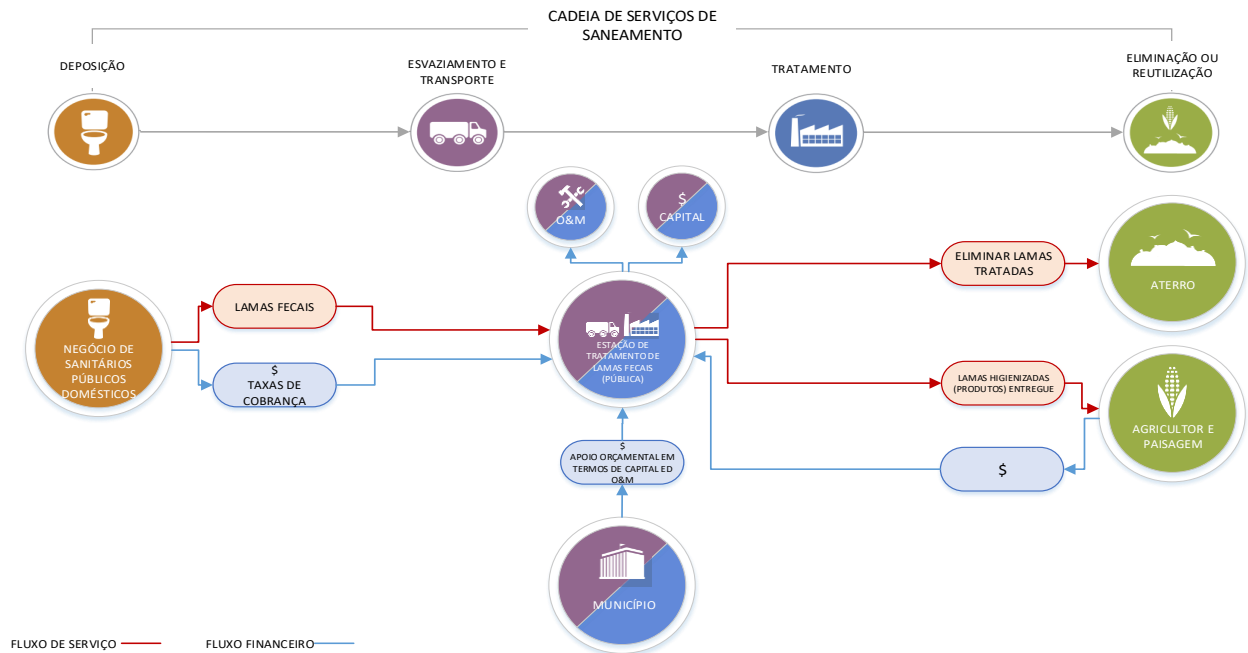


Figura A.3.2.1. Modelo de Gestão pelo poder público (Fonte: Rao *et al.*, 2016).

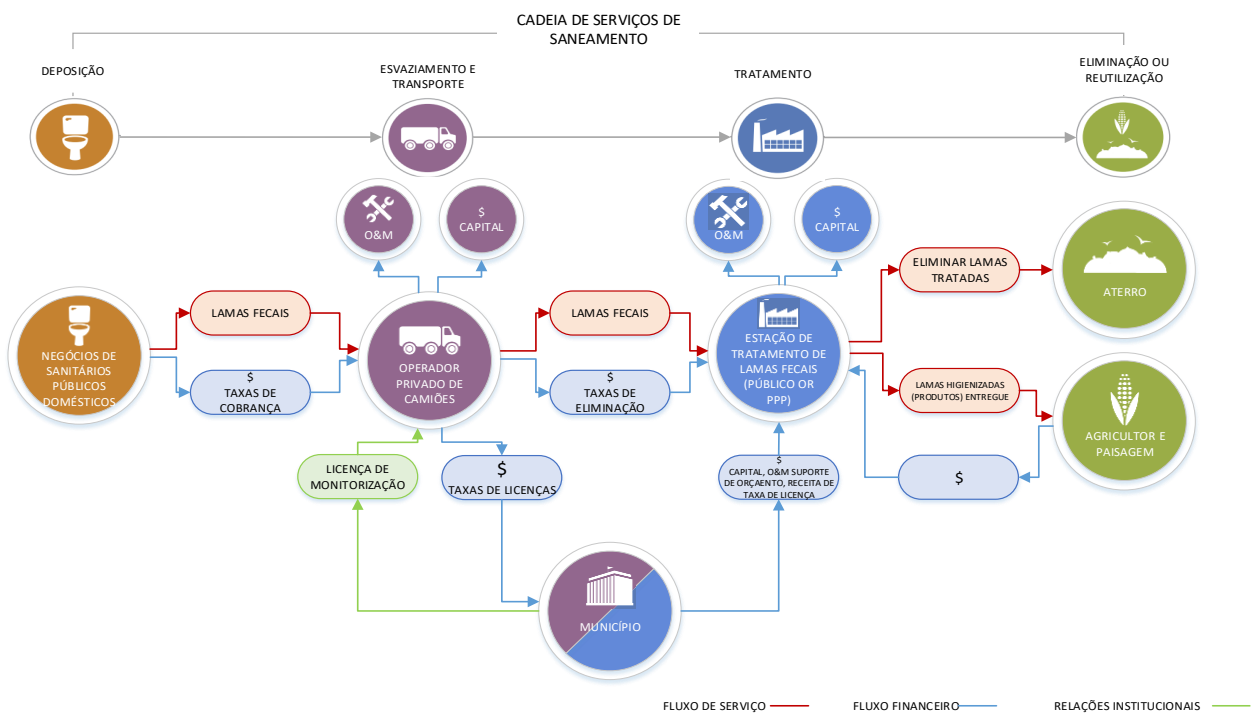


Figura A.3.2.2. Modelo de licenciamento (Fonte: Rao *et al.*, 2016).

Anexo 4- Projecção da população

Tabela A.4.1. Taxa de crescimento geométrico da população urbana calculadas para cada província.

País/Província	Taxas de crescimento populacional urbano geométrico calculadas												
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Maputo-Província	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	3%
Nampula	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Sofala	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Manica	5%	5%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Zambézia	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Tete	6%	6%	6%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	4%	4%	4%
Niassa	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Cabo Delgado	4%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Gaza	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Inhambane	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%

Tabela A.4.2. População Projetada para o período de 2024 a 2030 nas cidades moçambicanas seleccionadas.

País/Cidade	População anual projectada							
	2017	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
População urbana nacional	9 290 347	11 589 027	11 947 742	12 313 931	12 687 605	13 068 797	13 457 276	13 852 376
Matola	1 032 197	1 351 401	1 399 659	1 448 521	1 497 967	1 547 976	1 598 510	1 649 509
Maputo	1 118 378	1 136 296	1 139 476	1 142 767	1 146 173	1 149 704	1 153 359	1 157 120
Nampula	760 214	954 721	985 537	1 017 169	1 049 650	1 083 008	1 117 244	1 152 300
Beira	592 090	748 013	772 042	796 488	821 343	846 600	872 235	898 203
Chimoio	363 336	494 724	515 407	536 543	558 125	580 147	602 592	625 429
Quelimane	349 821	425 632	437 604	449 845	462 348	475 111	488 120	501 341
Tete	307 338	443 871	465 134	486 830	508 962	531 536	554 555	577 999
Nacala-Porto	287 536	361 105	372 760	384 724	397 009	409 627	422 575	435 835
Lichinga	242 204	317 529	329 458	341 690	354 238	367 116	380 329	393 855
Mocuba	240 000	292 011	300 225	308 623	317 201	325 957	334 882	343 952
Pemba	138 716	254 508	263 027	271 763	280 717	289 885	299 258	308 812
Xai-Xai	141 963	163 144	166 466	169 853	173 300	176 804	180 357	183 947
Inhambane	82 119	99 627	102 324	105 063	107 843	110 659	113 507	116 377

Anexo 5- Produção de Lamas Fecais para o Cenário 1

Tabela A.5.1. Taxas de Saneamento por tecnologias de saneamento a nível da população urbana nacional para o cenário 1.

		Taxas de Saneamento por tecnologia de saneamento a nível da população urbana nacional para o Cenário 1						
Ano	População projectada	Latrina tradicional melhorada	Latrina melhorada	Sanita sem autoclismo	Sanita com autoclismo fora de casa	Sanita com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	Saneamento melhorado
2022	10,894,551	12.00%	17.30%	17.20%	7.70%	4.12%	2.48%	60.80%
2023	11,237,893	10.00%	17.45%	17.80%	9.6%	3.77%	2.48%	61.05%
2024	11,589,027	8.00%	17.60%	18.40%	11.4%	3.42%	2.48%	61.30%
2025	11,947,742	6.00%	17.75%	19.00%	13.3%	3.07%	2.48%	61.55%
2026	12,313,931	4.00%	17.90%	19.60%	15.1%	2.72%	2.48%	61.80%
2027	12,687,605	2.00%	18.05%	20.20%	17.0%	2.37%	2.48%	62.05%
2028	13,068,797	2.00%	18.07%	20.27%	17.16%	2.33%	2.48%	62.30%
2029	13,457,276	2.00%	18.08%	20.33%	17.36%	2.29%	2.48%	62.55%
2030	13,852,376	2.00%	18.10%	20.40%	17.57%	2.26%	2.48%	62.80%

Tabela A.5.2. Volumes de LF produzidos por tecnologias de saneamento a nível da população urbana nacional para o cenário 1.

Volume de Lamas Fecais Produzidas por tecnologia de saneamento a nível da população urbana nacional para o Cenário 1 (m³/ano)								
Ano	População projectada	Latrina tradicional melhorada	Latrina melhorada	Sanita sem autoclismo	Sanita com autoclismo fora de casa	Sanita com autoclismo dentro de casa	Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
2022	10,894,551	78,440.77	113,085.44	74,954.51	25,166.41	13,472.30	305,119.43	226,678.66
2023	11,237,893	67,427.36	117,660.74	80,013.80	32,196.56	12,716.90	310,015.36	242,588.00
2024	11,589,027	55,627.33	122,380.13	85,295.24	39,634.47	11,897.40	314,834.56	259,207.23
2025	11,947,742	43,011.87	127,243.45	90,802.84	47,492.27	11,011.14	319,561.58	276,549.71
2026	12,313,931	29,553.43	132,251.62	96,541.22	55,782.11	10,055.66	324,184.04	294,630.61
2027	12,687,605	15,225.13	137,406.76	102,515.85	64,516.47	9,028.61	328,692.82	313,467.69
2028	13,068,797	15,682.56	141,665.76	105,944.38	67,260.74	9,147.40	339,700.84	324,018.28
2029	13,457,276	16,148.73	146,011.44	109,452.51	70,089.98	9,262.31	350,964.98	334,816.25
2030	13,852,376	16,622.85	150,436.80	113,035.39	73,002.02	9,372.64	362,469.70	345,846.85

Tabela A.5.3. Projectão das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade da Matola para o cenário 1.

CIDADE DA MATOLA- CENÁRIO 1									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	1.60%	17.60%	37.80%	26.70%	8.60%	5.04%	6.11%	0.00%	84.25%
2017	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2018	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2019	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2020	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2021	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2022	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2023	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2024	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2025	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2026	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2027	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2028	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2029	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2030	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%

Tabela A.5.4. Projectão da produção dos volumes anuais de LF na Cidade da Matola para o cenário 1.

CIDADE DA MATOLA- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	9,115,942.15	17,754,591.24	12,269,274.10	5,388,496.53	6,534,799.31	51,063,103.34	41,947,161.19
2021	9,472,754.96	18,449,534.84	12,749,513.45	5,599,411.06	6,790,581.99	53,061,796.31	43,589,041.34
2022	9,834,965.99	19,154,992.23	13,237,018.34	5,813,516.50	7,050,234.41	55,090,727.47	45,255,761.48
2023	10,202,500.26	19,870,817.38	13,731,687.86	6,030,768.55	7,313,702.80	57,149,476.85	46,946,976.59
2024	10,575,207.81	20,596,718.25	14,233,320.17	6,251,078.57	7,580,879.70	59,237,204.50	48,661,996.68
2025	10,952,846.43	21,332,223.06	14,741,589.27	6,474,303.37	7,851,591.44	61,352,553.58	50,399,707.14
2026	11,335,214.26	22,076,938.67	15,256,223.48	6,700,323.64	8,125,693.33	63,494,393.38	52,159,179.12
2027	11,722,144.04	22,830,539.33	15,776,997.68	6,929,040.51	8,403,065.48	65,661,787.04	53,939,643.01
2028	12,113,480.05	23,592,721.77	16,303,702.30	7,160,361.94	8,683,596.25	67,853,862.31	55,740,382.26
2029	12,508,933.93	24,362,924.33	16,835,949.21	7,394,117.47	8,967,078.94	70,069,003.89	57,560,069.96
2030	12,908,015.46	25,140,192.26	17,373,078.63	7,630,017.33	9,253,162.12	72,304,465.79	59,396,450.33

Tabela A.5.5. Projectão das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Maputo para o cenário 1.

CIDADE DE MAPUTO- CENÁRIO 1									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	0.20%	6.70%	6.60%	12.10%	45.70%	12.40%	5.30%	11.00%	93.10%
2021	0.30%	7.10%	5.20%	10.85%	41.50%	16.20%	7.80%	11.00%	92.55%
2022	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2023	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2024	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2025	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2026	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2027	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2028	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2029	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2030	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%

Tabela A.5.6. Projectão da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Maputo para o cenário 1.

CIDADE DE MAPUTO- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,454,952.48	8,167,412.88	20,564,780.64	4,184,955.36	1,788,730.92	39,160,832.28	34,705,879.80
2021	3,518,002.80	7,340,448.15	18,717,579.00	5,479,965.90	2,638,502.10	37,694,497.95	34,176,495.15
2022	2,577,127.32	6,510,637.44	16,864,359.48	6,781,914.00	3,492,685.71	36,226,723.95	33,649,596.63
2023	2,583,775.80	6,527,433.60	16,907,866.20	6,799,410.00	3,501,696.15	36,320,181.75	33,736,405.95
2024	2,590,754.88	6,545,064.96	16,953,536.32	6,817,776.00	3,511,154.64	36,418,286.80	33,827,531.92
2025	2,598,005.28	6,563,381.76	17,000,981.92	6,836,856.00	3,520,980.84	36,520,205.80	33,922,200.52
2026	2,605,508.76	6,582,337.92	17,050,083.64	6,856,602.00	3,531,150.03	36,625,682.35	34,020,173.59
2027	2,613,274.44	6,601,956.48	17,100,901.16	6,877,038.00	3,541,674.57	36,734,844.65	34,121,570.21
2028	2,621,325.12	6,622,295.04	17,153,583.68	6,898,224.00	3,552,585.36	36,848,013.20	34,226,688.08
2029	2,629,658.52	6,643,347.84	17,208,116.28	6,920,154.00	3,563,879.31	36,965,155.95	34,335,497.43
2030	2,638,233.60	6,665,011.20	17,264,230.40	6,942,720.00	3,575,500.80	37,085,696.00	34,447,462.40

Tabela A.5.7. Projectão das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Nampula para o cenário 1.

CIDADE DE NAMPULA- CENÁRIO 1									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	24.50%	11.40%	37.40%	19.40%	2.39%	1.47%	3.43%	0.00%	64.10%
2017	9.38%	29.96%	16.09%	31.54%	3.61%	2.23%	5.19%	2.00%	60.66%
2018	7.87%	31.82%	13.96%	32.75%	3.73%	2.30%	5.56%	2.00%	60.31%
2019	6.36%	33.67%	11.83%	33.97%	3.86%	2.38%	5.94%	2.00%	59.97%
2020	4.84%	35.53%	9.70%	35.18%	3.98%	2.45%	6.32%	2.00%	59.63%
2021	3.33%	37.38%	7.57%	36.39%	4.10%	2.53%	6.69%	2.00%	59.28%
2022	1.82%	39.24%	5.44%	37.61%	4.22%	2.60%	7.07%	2.00%	58.94%
2023	0.31%	41.10%	3.30%	38.82%	4.34%	2.68%	7.44%	2.00%	58.59%
2024	0.31%	41.44%	1.17%	40.04%	4.47%	2.75%	7.82%	2.00%	58.25%
2025	0.31%	41.78%	1.17%	39.80%	4.44%	2.74%	7.75%	2.00%	57.91%
2026	0.31%	42.13%	1.17%	39.57%	4.42%	2.73%	7.67%	2.00%	57.56%
2027	0.31%	42.47%	1.17%	39.34%	4.40%	2.71%	7.60%	2.00%	57.22%
2028	0.31%	42.82%	1.17%	39.11%	4.37%	2.70%	7.53%	2.00%	56.88%
2029	0.31%	43.16%	1.17%	38.87%	4.35%	2.68%	7.46%	2.00%	56.54%
2030	0.31%	43.50%	1.17%	38.64%	4.33%	2.67%	7.39%	2.00%	56.20%

Tabela A.5.8. Projectão da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Nampula para o cenário 1.

CIDADE DE NAMPULA- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,883,465.37	17,716,295.88	1,335,719.70	617,795.40	1,590,303.76	26,143,580.11	21,260,114.74
2021	3,936,152.67	18,932,815.29	1,422,188.24	657,788.71	1,740,484.15	26,689,429.05	22,753,276.38
2022	2,920,348.81	20,206,221.98	1,512,601.20	699,606.40	1,898,460.26	27,237,238.64	24,316,889.83
2023	1,833,324.61	21,539,032.34	1,607,134.30	743,329.73	2,064,567.32	27,787,388.31	25,954,063.70
2024	672,138.51	22,933,503.05	1,705,943.10	789,030.65	2,239,121.78	28,339,737.09	27,667,598.57
2025	693,833.02	23,536,462.87	1,751,798.14	810,239.47	2,290,164.62	29,082,498.10	28,388,665.09
2026	716,102.83	24,150,241.31	1,798,522.31	831,850.28	2,341,761.28	29,838,478.01	29,122,375.18
2027	738,969.63	24,775,223.16	1,846,146.85	853,877.52	2,393,929.11	30,608,146.26	29,869,176.63
2028	762,454.48	25,411,756.80	1,894,700.36	876,334.43	2,446,680.98	31,391,927.05	30,629,472.57
2029	786,556.53	26,059,446.71	1,944,156.11	899,208.64	2,499,957.40	32,189,325.39	31,402,768.86
2030	811,236.79	26,716,642.53	1,994,393.67	922,444.45	2,553,578.98	32,998,296.42	32,187,059.63

Tabela A.5.9. Projectão das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Beira para o cenário 1.

CIDADE DA BEIRA- CENÁRIO 1									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	29.60%	6.80%	13.60%	32.80%	10.92%	4.09%	2.20%	0.00%	63.60%
2017	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2018	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2019	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2020	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2021	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2022	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2023	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2024	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2025	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2026	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2027	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2028	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2029	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2030	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%

Tabela A.5.10. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade da Beira para o cenário 1.

CIDADE DA BEIRA- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,815,814.14	19,583,535.11	3,341,252.87	938,291.06	504,525.98	29,183,419.16	24,367,605.02
2021	4,979,003.84	20,247,146.93	3,454,475.27	970,086.19	521,622.46	30,172,334.69	25,193,330.85
2022	5,145,490.44	20,924,165.63	3,569,985.09	1,002,523.67	539,064.33	31,181,229.17	26,035,738.73
2023	5,315,324.95	21,614,798.62	3,687,817.72	1,035,613.45	556,856.94	32,210,411.68	26,895,086.73
2024	5,488,470.28	22,318,895.04	3,807,947.42	1,069,348.29	574,996.41	33,259,657.44	27,771,187.16
2025	5,664,778.03	23,035,851.50	3,930,271.24	1,103,699.28	593,467.19	34,328,067.25	28,663,289.22
2026	5,844,146.20	23,765,253.16	4,054,718.41	1,138,646.55	612,258.60	35,415,022.91	29,570,876.71
2027	6,026,519.14	24,506,873.74	4,181,250.31	1,174,179.25	631,364.79	36,520,187.23	30,493,668.09
2028	6,211,841.20	25,260,486.97	4,309,828.33	1,210,286.55	650,779.95	37,643,223.01	31,431,381.80
2029	6,399,936.19	26,025,376.29	4,440,330.24	1,246,934.11	670,485.61	38,783,062.45	32,383,126.26
2030	6,590,470.24	26,800,184.06	4,572,524.39	1,284,056.89	690,446.80	39,937,682.38	33,347,212.14

Tabela A.5.11. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Chimoio para o cenário 1.

CIDADE DE CHIMOIO- CENÁRIO 1									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	10.90%	39.40%	17.70%	24.30%	1.86%	1.34%	4.60%	0.00%	49.80%
2017	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2018	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2019	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2020	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2021	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2022	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2023	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2024	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2025	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2026	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2027	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2028	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2029	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2030	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%

Tabela A.5.12. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Chimoio para o cenário 1.

CIDADE DE CHIMOIO- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	5,849,918.47	10,741,229.61	667,347.02	361,891.51	1,241,362.01	18,861,748.62	13,011,830.15
2021	6,113,115.83	11,224,495.02	697,372.05	378,173.60	1,297,212.91	19,710,369.40	13,597,253.57
2022	6,383,190.45	11,720,388.00	728,181.62	394,881.13	1,354,523.17	20,581,164.37	14,197,973.92
2023	6,660,158.10	12,228,937.51	759,777.54	412,015.09	1,413,296.15	21,474,184.39	14,814,026.29
2024	6,943,908.39	12,749,940.83	792,147.21	429,568.63	1,473,508.41	22,389,073.47	15,445,165.08
2025	7,234,212.58	13,282,978.00	825,264.53	447,527.62	1,535,111.42	23,325,094.14	16,090,881.57
2026	7,530,881.39	13,827,701.46	859,107.92	465,880.34	1,598,065.02	24,281,636.13	16,750,754.74
2027	7,833,812.30	14,383,922.97	893,665.67	484,620.45	1,662,347.44	25,258,368.83	17,424,556.53
2028	8,142,910.67	14,951,468.75	928,926.99	503,742.10	1,727,938.60	26,254,987.12	18,112,076.45
2029	8,457,947.78	15,529,918.84	964,865.80	523,231.13	1,794,789.98	27,270,753.53	18,812,805.75
2030	8,778,474.07	16,118,447.83	1,001,430.80	543,059.74	1,862,806.17	28,304,218.62	19,525,744.54

Tabela A.5.13. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Quelimane para o cenário 1.

CIDADE DE QUELIMANE- CENÁRIO 1									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	50.20%	4.30%	5.70%	30.90%	3.49%	1.65%	3.76%	0.00%	45.50%
2017	23.30%	14.51%	15.37%	33.18%	4.57%	2.16%	4.91%	2.00%	62.19%
2018	20.61%	15.53%	16.34%	33.41%	4.67%	2.21%	5.23%	2.00%	63.86%
2019	17.92%	16.55%	17.31%	33.64%	4.78%	2.26%	5.54%	2.00%	65.53%
2020	15.23%	17.57%	18.28%	33.86%	4.89%	2.31%	5.86%	2.00%	67.20%
2021	12.53%	18.60%	19.24%	34.09%	5.00%	2.36%	6.17%	2.00%	68.87%
2022	9.84%	19.62%	20.21%	34.32%	5.10%	2.41%	6.49%	2.00%	70.53%
2023	7.15%	20.64%	21.18%	34.55%	5.21%	2.46%	6.80%	2.00%	72.20%
2024	4.46%	21.66%	22.14%	34.78%	5.32%	2.51%	7.12%	2.00%	73.87%
2025	1.77%	22.68%	23.11%	35.00%	5.42%	2.57%	7.43%	2.00%	75.54%
2026	0.00%	22.79%	24.08%	35.23%	5.53%	2.62%	7.75%	2.00%	77.21%
2027	0.00%	21.12%	25.05%	35.46%	5.64%	2.67%	8.07%	2.00%	78.88%
2028	0.00%	19.45%	26.01%	35.69%	5.75%	2.72%	8.38%	2.00%	80.55%
2029	0.00%	17.78%	26.98%	35.92%	5.85%	2.77%	8.70%	2.00%	82.22%
2030	0.00%	16.11%	27.95%	36.14%	5.96%	2.82%	9.01%	2.00%	83.89%

Tabela A.5.14. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Quelimane para o cenário 1.

CIDADE DE QUELIMANE- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,173,776.40	7,734,089.74	744,234.17	263,963.35	668,882.94	13,584,946.60	9,411,170.20
2021	4,519,410.23	8,007,121.95	782,165.17	277,416.63	724,912.42	14,311,026.40	9,791,616.17
2022	4,881,171.97	8,289,205.28	821,628.15	291,413.27	783,562.75	15,066,981.43	10,185,809.46
2023	5,259,634.49	8,580,555.04	862,670.68	305,970.15	844,927.21	15,853,757.58	10,594,123.08
2024	5,655,245.94	8,881,176.54	905,319.46	321,096.72	909,079.06	16,671,917.72	11,016,671.78
2025	6,068,305.35	9,190,866.13	949,578.91	336,794.57	976,067.53	17,521,612.50	11,453,307.14
2026	6,499,135.80	9,509,499.34	995,460.03	353,067.58	1,045,945.66	18,403,108.41	11,903,972.60
2027	6,948,119.11	9,837,065.88	1,042,984.57	369,923.48	1,118,775.88	19,316,868.92	12,368,749.81
2028	7,415,671.04	10,173,616.94	1,092,180.30	387,372.12	1,194,626.07	20,263,466.46	12,847,795.42
2029	7,902,024.20	10,518,966.63	1,143,048.89	405,414.08	1,273,534.59	21,242,988.39	13,340,964.19
2030	8,407,025.60	10,872,463.67	1,195,539.35	424,031.28	1,355,477.55	22,254,537.45	13,847,511.86

Tabela A.5.15. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Mocuba para o cenário 1.

CIDADE DE MOCUBA- CENÁRIO 1									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2018	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2019	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2020	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2021	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2022	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2023	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2024	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2025	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2026	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2027	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2028	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2029	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2030	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%

Tabela A.5.16. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Mocuba para o cenário 1.

CIDADE DE MOCUBA- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	2,002,292.15	3,676,674.63	174,840.50	84,740.70	271,471.69	6,210,019.68	4,207,727.52
2021	2,059,112.80	3,781,010.57	179,802.09	87,145.46	279,175.46	6,386,246.38	4,327,133.58
2022	2,117,490.53	3,888,205.68	184,899.64	89,616.11	287,090.34	6,567,302.31	4,449,811.78
2023	2,177,449.15	3,998,303.67	190,135.24	92,153.67	295,219.56	6,753,261.29	4,575,812.14
2024	2,238,958.90	4,111,249.89	195,506.28	94,756.88	303,559.08	6,944,031.03	4,705,072.13
2025	2,301,938.46	4,226,895.03	201,005.67	97,422.29	312,097.88	7,139,359.32	4,837,420.86
2026	2,366,328.32	4,345,129.80	206,628.20	100,147.38	320,827.89	7,339,061.59	4,972,733.27
2027	2,432,098.73	4,465,899.58	212,371.28	102,930.91	329,745.07	7,543,045.57	5,110,946.85
2028	2,499,235.80	4,589,178.88	218,233.70	105,772.27	338,847.54	7,751,268.20	5,252,032.40
2029	2,567,668.12	4,714,836.56	224,209.23	108,668.46	348,125.63	7,963,508.00	5,395,839.87
2030	2,637,213.22	4,842,537.55	230,281.92	111,611.73	357,554.59	8,179,199.00	5,541,985.78

Tabela A.5.17. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Tete para o cenário 1.

CIDADE DE TETE- CENÁRIO 1									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	51.40%	8.10%	14.20%	18.60%	2.89%	3.15%	1.76%	0.00%	40.60%
2017	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2018	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2019	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2020	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2021	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2022	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2023	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2024	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2025	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2026	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2027	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2028	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2029	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2030	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%

Tabela A.5.18. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Tete para o cenário 1.

CIDADE DE TETE- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,752,113.06	10,253,704.73	869,341.04	711,989.06	396,798.78	16,983,946.69	12,231,833.63
2021	5,007,036.76	10,803,757.39	915,976.22	750,183.21	418,084.77	17,895,038.35	12,888,001.59
2022	5,267,770.53	11,366,346.50	963,674.28	789,247.85	439,855.90	18,826,895.06	13,559,124.53
2023	5,534,392.69	11,941,641.07	1,012,449.55	829,194.72	462,118.70	19,779,796.73	14,245,404.04
2024	5,806,853.39	12,529,533.56	1,062,292.90	870,016.36	484,869.01	20,753,565.23	14,946,711.84
2025	6,085,024.47	13,129,747.43	1,113,180.91	911,693.56	508,096.14	21,747,742.51	15,662,718.04
2026	6,368,856.09	13,742,175.12	1,165,104.43	954,218.86	531,795.92	22,762,150.43	16,393,294.34
2027	6,658,383.86	14,366,893.47	1,218,070.00	997,597.58	555,971.33	23,796,916.25	17,138,532.39
2028	6,953,714.57	15,004,132.92	1,272,097.15	1,041,845.74	580,631.28	24,852,421.65	17,898,707.08
2029	7,254,848.22	15,653,893.46	1,327,185.87	1,086,963.32	605,775.77	25,928,666.65	18,673,818.43
2030	7,561,549.85	16,315,668.12	1,383,293.19	1,132,915.13	631,385.19	27,024,811.48	19,463,261.63

Tabela A.5.19. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Nacala para o cenário 1.

CIDADE DE NACALA- CENÁRIO 1									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	36.10%	11.30%	36.10%	12.50%	1.03%	0.71%	2.16%	0.00%	52.50%
2017	6.67%	27.20%	25.62%	30.59%	2.62%	1.81%	5.49%	0.00%	66.13%
2018	3.73%	28.79%	24.57%	32.40%	2.78%	1.92%	5.82%	0.00%	67.49%
2019	0.79%	30.38%	23.52%	34.21%	2.94%	2.03%	6.15%	0.00%	68.85%
2020	0.79%	29.00%	22.47%	36.02%	3.10%	2.14%	6.49%	0.00%	70.21%
2021	0.79%	27.64%	21.42%	37.82%	3.26%	2.25%	6.82%	0.00%	71.58%
2022	0.79%	26.27%	20.37%	39.63%	3.42%	2.36%	7.15%	0.00%	72.94%
2023	0.79%	24.91%	19.33%	41.44%	3.58%	2.47%	7.49%	0.00%	74.30%
2024	0.79%	23.55%	18.28%	43.25%	3.74%	2.58%	7.82%	0.00%	75.66%
2025	0.79%	22.19%	17.23%	45.06%	3.90%	2.69%	8.15%	0.00%	77.03%
2026	0.79%	20.82%	16.18%	46.87%	4.05%	2.80%	8.49%	0.00%	78.39%
2027	0.79%	19.46%	15.13%	48.68%	4.21%	2.91%	8.82%	0.00%	79.75%
2028	0.79%	18.10%	14.08%	50.49%	4.37%	3.02%	9.15%	0.00%	81.12%
2029	0.79%	16.73%	13.04%	52.29%	4.53%	3.13%	9.48%	0.00%	82.48%
2030	0.79%	15.37%	11.99%	54.10%	4.69%	3.24%	9.82%	0.00%	83.84%

Tabela A.5.20. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Nacala para o cenário 1.

CIDADE DE NACALA- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,280,200.68	6,859,907.63	393,581.66	203,956.09	617,792.31	12,355,438.37	8,075,237.69
2021	4,215,269.34	7,442,361.24	427,454.19	221,509.01	670,960.91	12,977,554.70	8,762,285.36
2022	4,140,533.43	8,054,153.05	463,039.81	239,949.67	726,818.51	13,624,494.46	9,483,961.03
2023	4,055,643.31	8,696,554.70	500,412.70	259,316.50	785,481.52	14,297,408.73	10,241,765.41
2024	3,960,147.21	9,370,749.52	539,642.01	279,645.34	847,058.50	14,997,242.58	11,037,095.37
2025	3,853,496.93	10,077,766.94	580,788.08	300,967.45	911,644.14	15,724,663.54	11,871,166.60
2026	3,735,184.78	10,818,775.35	623,919.25	323,318.25	979,345.72	16,480,543.35	12,745,358.57
2027	3,604,733.16	11,595,121.01	669,114.15	346,738.48	1,050,286.70	17,265,993.50	13,661,260.34
2028	3,461,632.58	12,408,191.27	716,453.86	371,270.17	1,124,594.28	18,082,142.16	14,620,509.58
2029	3,305,252.78	13,259,052.68	766,000.92	396,945.72	1,202,366.70	18,929,618.80	15,624,366.02
2030	3,134,817.40	14,148,104.84	817,779.37	423,777.58	1,283,641.64	19,808,120.85	16,673,303.44

Tabela A.5.21. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Pemba para o cenário 1.

CIDADE DE PEMBA- CENÁRIO 1									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	17.10%	38.30%	16.60%	21.00%	1.81%	1.11%	4.08%	0.00%	44.60%
2017	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2018	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2019	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2020	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2021	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2022	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2023	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2024	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2025	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2026	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2027	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2028	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2029	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2030	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%

Tabela A.5.22. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Pemba para o cenário 1.

CIDADE DE PEMBA- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,112,314.55	5,184,724.43	414,660.64	190,015.19	698,978.42	10,600,693.22	6,488,378.67
2021	4,254,216.22	5,363,631.22	428,969.14	196,571.96	723,097.73	10,966,486.26	6,712,270.04
2022	4,399,747.59	5,547,114.29	443,643.63	203,296.43	747,833.99	11,341,635.93	6,941,888.34
2023	4,549,148.82	5,735,476.39	458,708.34	210,199.73	773,228.02	11,726,761.29	7,177,612.47
2024	4,702,543.42	5,928,873.25	474,175.71	217,287.54	799,300.81	12,122,180.72	7,419,637.30
2025	4,859,945.10	6,127,322.16	490,047.13	224,560.50	826,054.69	12,527,929.59	7,667,984.48
2026	5,021,360.74	6,330,831.78	506,323.30	232,018.93	853,490.83	12,944,025.58	7,922,664.84
2027	5,186,797.18	6,539,410.76	523,004.89	239,663.15	881,610.40	13,370,486.39	8,183,689.21
2028	5,356,206.40	6,752,998.54	540,087.08	247,490.94	910,405.23	13,807,188.20	8,450,981.79
2029	5,529,375.70	6,971,326.95	557,548.42	255,492.47	939,839.16	14,253,582.70	8,724,207.00
2030	5,705,907.11	7,193,894.24	575,348.76	263,649.35	969,844.56	14,708,644.03	9,002,736.92

Tabela A.5.23. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Lichinga para o cenário 1.

CIDADE DE LICHINGA- CENÁRIO 1									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	3.60%	13.40%	67.60%	11.40%	1.08%	0.61%	2.21%	0.00%	82.90%
2017	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2018	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2019	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2020	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2021	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2022	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2023	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2024	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2025	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2026	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2027	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2028	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2029	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2030	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%

Tabela A.5.24. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Lichinga para o cenário 1.

CIDADE DE LICHINGA- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	3,402,179.91	3,473,581.67	254,525.01	108,895.84	392,057.63	7,631,240.05	4,229,060.15
2021	3,535,981.42	3,610,191.29	264,535.01	113,178.51	407,476.54	7,931,362.77	4,395,381.35
2022	3,673,390.06	3,750,483.73	274,814.87	117,576.64	423,311.12	8,239,576.43	4,566,186.37
2023	3,814,561.81	3,894,618.26	285,376.26	122,095.22	439,579.36	8,556,230.90	4,741,669.09
2024	3,959,548.65	4,042,647.95	296,223.06	126,735.91	456,287.23	8,881,442.81	4,921,894.15
2025	4,108,298.61	4,194,519.73	307,351.39	131,497.05	473,428.76	9,215,095.53	5,106,796.93
2026	4,260,837.66	4,350,260.13	318,763.19	136,379.47	491,006.93	9,557,247.39	5,296,409.72
2027	4,417,302.31	4,510,008.51	330,468.68	141,387.54	509,037.47	9,908,204.51	5,490,902.20
2028	4,577,894.02	4,673,970.57	342,482.92	146,527.71	527,543.61	10,268,418.83	5,690,524.81
2029	4,742,651.80	4,842,186.14	354,808.83	151,801.22	546,529.83	10,637,977.82	5,895,326.02
2030	4,911,322.18	5,014,396.40	367,427.46	157,199.96	565,966.93	11,016,312.93	6,104,990.75

Tabela A.5.25 Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Xai-Xai para o cenário 1.

CIDADE DE XAI-XAI- CENÁRIO 1									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2007	2.20%	16.70%	32.10%	40.80%	2.06%	2.03%	4.21%	0.00%	81.20%
2017	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2018	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2019	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2020	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2021	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2022	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2023	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2024	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2025	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2026	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2027	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2028	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2029	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2030	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%

Tabela A.5.26. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Xai-Xai para o cenário 1.

CIDADE DE XAI-XAI- CENÁRIO 1							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	1,690,521.01	4,550,422.76	376,263.88	276,865.03	575,511.90	7,469,584.58	5,779,063.57
2021	1,724,479.90	4,641,830.84	383,822.20	282,426.65	587,072.68	7,619,632.27	5,895,152.37
2022	1,759,312.77	4,735,591.45	391,575.05	288,131.40	598,930.99	7,773,541.66	6,014,228.89
2023	1,795,001.02	4,831,654.53	399,518.28	293,976.25	611,080.51	7,931,230.59	6,136,229.56
2024	1,831,518.63	4,929,950.00	407,646.10	299,956.92	623,512.37	8,092,584.03	6,261,065.39
2025	1,868,813.53	5,030,337.72	415,946.93	306,064.89	636,208.84	8,257,371.92	6,388,558.38
2026	1,906,833.65	5,132,677.54	424,409.17	312,291.63	649,152.21	8,425,364.20	6,518,530.55
2027	1,945,538.08	5,236,859.33	433,023.72	318,630.45	662,328.54	8,596,380.11	6,650,842.03
2028	1,984,874.75	5,342,742.94	441,778.99	325,072.81	675,720.10	8,770,189.59	6,785,314.84
2029	2,024,761.84	5,450,108.15	450,656.77	331,605.32	689,299.05	8,946,431.13	6,921,669.29
2030	2,065,065.47	5,558,594.56	459,627.26	338,206.04	703,019.80	9,124,513.13	7,059,447.66

Tabela A.5.27. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Inhambane para o cenário 1.

CIDADE DE INHAMBANE- CENÁRIO 1									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento							Rede de Esgoto	Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2007	19.50%	10.20%	36.10%	24.90%	5.20%	2.60%	1.30%	0.00%	70.10%
2017	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2018	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2019	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2020	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2021	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2022	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2023	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2024	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2025	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2026	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2027	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2028	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2029	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2030	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%

Tabela A.5.28. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Inhambane para o cenário 1.

Ano	CIDADE DE INHAMBANE- CENÁRIO 1						
	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	1,075,791.04	1,820,904.40	385,577.17	162,905.50	308,137.29	3,753,315.40	2,677,524.36
2021	1,105,893.68	1,871,856.70	396,366.34	167,463.90	316,759.55	3,858,340.16	2,752,446.48
2022	1,136,617.51	1,923,860.45	407,378.15	172,116.37	325,559.73	3,965,532.21	2,828,914.69
2023	1,167,948.04	1,976,891.10	418,607.41	176,860.70	334,533.69	4,074,840.94	2,906,892.90
2024	1,199,868.34	2,030,920.01	430,048.05	181,694.35	343,676.57	4,186,207.32	2,986,338.98
2025	1,232,342.16	2,085,885.81	441,687.08	186,611.81	352,978.00	4,299,504.87	3,067,162.71
2026	1,265,335.66	2,141,731.23	453,512.37	191,607.97	362,428.28	4,414,615.52	3,149,279.86
2027	1,298,812.58	2,198,394.90	465,510.92	196,677.33	372,017.03	4,531,412.76	3,232,600.19
2028	1,332,731.82	2,255,807.27	477,668.01	201,813.68	381,732.47	4,649,753.25	3,317,021.43
2029	1,367,028.14	2,313,857.87	489,960.24	207,007.12	391,555.92	4,769,409.29	3,402,381.15
2030	1,401,602.43	2,372,378.96	502,352.11	212,242.65	401,458.98	4,890,035.13	3,488,432.70

Tabela A.5.29. Projecção das taxas anuais de saneamento melhorado nas cidades moçambicanas para o cenário 1.

Cidade	Projecção da taxa anual de cobertura do saneamento melhorado- Cenário 1 (segundo a tendência de crescimento 2007 à 2017)									Crescimento anual do saneamento melhorado
	2007	2017	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Matola	81.40%	98.89%	98.89%	98.89%	98.89%	98.89%	98.89%	98.89%	98.89%	0.00%
Maputo	84.25%	99.22%	92.00%	92.00%	92.00%	92.00%	92.00%	92.00%	92.00%	0.00%
Nampula	64.10%	60.66%	58.25%	57.91%	57.56%	57.22%	56.88%	56.54%	56.20%	-0.34%
Beira	63.60%	93.01%	93.01%	93.01%	93.01%	93.01%	93.01%	93.01%	93.01%	0.00%
Chimoio	49.80%	83.17%	83.17%	83.17%	83.17%	83.17%	83.17%	83.17%	83.17%	0.00%
Quelimane	45.50%	62.19%	73.87%	75.54%	77.21%	78.88%	80.55%	82.22%	83.89%	1.67%
Tete	40.60%	91.01%	91.01%	91.01%	91.01%	91.01%	91.01%	91.01%	91.01%	0.00%
Mocuba	-	42.46%	42.46%	42.46%	42.46%	42.46%	42.46%	42.46%	42.46%	0.00%
Nacala	52.50%	66.13%	75.66%	77.03%	78.39%	79.75%	81.12%	82.48%	83.84%	1.36%
Pemba	44.60%	87.59%	87.59%	87.59%	87.59%	87.59%	87.59%	87.59%	87.59%	0.00%
Lichinga	82.90%	50.46%	50.46%	50.46%	50.46%	50.46%	50.46%	50.46%	50.46%	0.00%
Xai-Xai	81.20%	95.19%	95.19%	95.19%	95.19%	95.19%	95.19%	95.19%	95.19%	0.00%
Inhambane	70.10%	82.42%	82.42%	82.42%	82.42%	82.42%	82.42%	82.42%	82.42%	0.00%

Tabela A.5.30. Resumo da projecção da produção anual de lamas fecais nas cidades moçambicanas para o cenário 1.

Cidade	Volume de LF reutilizáveis- Cenário 1 (l/ano)						
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Matola	48,661,997	50,399,707	52,159,179	53,939,643	55,740,382	57,560,070	59,396,450
Maputo	33,827,532	33,922,201	34,020,174	34,121,570	34,226,688	34,335,497	34,447,462
Nampula	27,667,599	28,388,665	29,122,375	29,869,177	30,629,473	31,402,769	32,187,060
Beira	27,771,187	28,663,289	29,570,877	30,493,668	31,431,382	32,383,126	33,347,212
Chimoio	15,445,165	16,090,882	16,750,755	17,424,557	18,112,076	18,812,806	19,525,745
Quelimane	11,016,672	11,453,307	11,903,973	12,368,750	12,847,795	13,340,964	13,847,512
Tete	14,946,712	15,662,718	16,393,294	17,138,532	17,898,707	18,673,818	19,463,262
Mocuba	4,705,072	4,837,421	4,972,733	5,110,947	5,252,032	5,395,840	5,541,986
Nacala	11,037,095	11,871,167	12,745,359	13,661,260	14,620,510	15,624,366	16,673,303
Pemba	7,419,637	7,667,984	7,922,665	8,183,689	8,450,982	8,724,207	9,002,737
Lichinga	4,921,894	5,106,797	5,296,410	5,490,902	5,690,525	5,895,326	6,104,991
Xai-Xai	6,261,065	6,388,558	6,518,531	6,650,842	6,785,315	6,921,669	7,059,448
Inhambane	2,986,339	3,067,163	3,149,280	3,232,600	3,317,021	3,402,381	3,488,433

Anexo 6- Produção de Lamas Fecais para o Cenário 2

Tabela A.6.1. Taxas de Saneamento por tecnologias de saneamento a nível da população urbana nacional para o cenário 2.

Taxas de Saneamento por tecnologia de saneamento a nível da população urbana nacional para o Cenário 2								
Ano	População projectada	Latrina tradicional melhorada	Latrina melhorada	Sanita sem autoclismo	Sanita com autoclismo fora de casa	Sanita com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	Saneamento melhorado
2022	10,894,551	12.00%	17.30%	17.20%	7.70%	4.12%	2.48%	60.80%
2023	11,237,893	10.00%	17.45%	17.80%	9.55%	3.77%	2.48%	61.05%
2024	11,589,027	8.00%	17.60%	18.40%	11.40%	3.42%	2.48%	61.30%
2025	11,947,742	10.00%	20.50%	18.25%	11.25%	4.02%	3.73%	67.75%
2026	12,313,931	12.00%	23.40%	18.10%	11.10%	4.61%	4.99%	74.20%
2027	12,687,605	14.00%	26.30%	17.95%	10.95%	5.21%	6.24%	80.65%
2028	13,068,797	16.00%	29.20%	17.80%	10.80%	5.81%	7.49%	87.10%
2029	13,457,276	18.00%	32.10%	17.65%	10.65%	6.40%	8.75%	93.55%
2030	13,852,376	20.00%	35.00%	17.50%	10.50%	7.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.2. Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento a nível da população urbana nacional para o cenário 2.

Volume de Lamas Fecais Produzidas por tecnologia de saneamento a nível da população urbana nacional para o Cenário 2 (m³/ano)								
Ano	População projectada	Latrina tradicional melhorada	Latrina melhorada	Sanita sem autoclismo	Sanita com autoclismo fora de casa	Sanita com autoclismo dentro de casa	Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
2022	10,894,551	78,440.77	113,085.44	74,954.51	25,166.41	13,472.30	305,119.43	226,678.66
2023	11,237,893	67,427.36	117,660.74	80,013.80	32,196.56	12,716.90	310,015.36	242,588.00
2024	11,589,027	55,627.33	122,380.13	85,295.24	39,634.47	11,897.40	314,834.56	259,207.23
2025	11,947,742	71,686.45	146,957.23	87,218.52	40,323.63	14,403.09	360,588.91	288,902.46
2026	12,313,931	88,660.30	172,887.59	89,152.86	41,005.39	17,047.48	408,753.62	320,093.32
2027	12,687,605	106,575.88	200,210.41	91,097.00	41,678.78	19,834.59	459,396.66	352,820.78
2028	13,068,797	125,460.45	228,965.32	93,049.83	42,342.90	22,768.50	512,587.01	387,126.56
2029	13,457,276	145,338.58	259,187.14	95,008.37	42,996.00	25,852.79	568,382.87	423,044.29
2030	13,852,376	166,228.51	290,899.90	96,966.63	43,634.98	29,089.99	626,820.01	460,591.50

Tabela A.6.3. Projectão das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade da Matola para o cenário 2.

CIDADE DA MATOLA- CENÁRIO 2									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2021	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2022	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2023	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2024	0.09%	1.00%	13.04%	25.40%	26.33%	15.42%	18.70%	0.00%	98.89%
2025	0.08%	0.83%	13.12%	25.50%	26.11%	15.18%	17.50%	1.67%	99.08%
2026	0.06%	0.67%	13.19%	25.60%	25.89%	14.95%	16.30%	3.33%	99.26%
2027	0.05%	0.50%	13.27%	25.70%	25.67%	14.71%	15.10%	5.00%	99.45%
2028	0.03%	0.33%	13.35%	25.80%	25.44%	14.47%	13.90%	6.67%	99.63%
2029	0.02%	0.17%	13.42%	25.90%	25.22%	14.24%	12.70%	8.33%	99.82%
2030	0.00%	0.00%	13.50%	26.00%	25.00%	14.00%	11.50%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.4. Projectão da produção dos volumes anuais de LF na Cidade da Matola para o cenário 2.

CIDADE DA MATOLA- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	9,115,942.15	17,754,591.24	12,269,274.10	5,388,496.53	6,534,799.31	51,063,103.34	41,947,161.19
2021	9,472,754.96	18,449,534.84	12,749,513.45	5,599,411.06	6,790,581.99	53,061,796.31	43,589,041.34
2022	9,834,965.99	19,154,992.23	13,237,018.34	5,813,516.50	7,050,234.41	55,090,727.47	45,255,761.48
2023	10,202,500.26	19,870,817.38	13,731,687.86	6,030,768.55	7,313,702.80	57,149,476.85	46,946,976.59
2024	10,575,207.81	20,596,718.25	14,233,320.17	6,251,078.57	7,580,879.70	59,237,204.50	48,661,996.68
2025	11,016,911.47	21,415,965.54	14,617,422.47	6,375,014.00	7,347,796.70	60,773,110.17	49,756,198.71
2026	11,467,817.39	22,250,270.60	14,999,220.45	6,494,812.44	7,082,928.54	62,295,049.42	50,827,232.03
2027	11,927,838.39	23,099,412.30	15,378,333.86	6,610,250.97	6,785,525.82	63,801,361.34	51,873,522.95
2028	12,396,895.14	23,963,187.25	15,754,405.04	6,721,119.11	6,454,876.06	65,290,482.59	52,893,587.45
2029	12,874,768.18	24,841,123.85	16,126,912.35	6,827,139.65	6,090,230.84	66,760,174.86	53,885,406.68
2030	13,361,022.33	25,732,339.29	16,495,089.29	6,927,937.50	5,690,805.81	68,207,194.22	54,846,171.89

Tabela A.6.5. Projectão das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Maputo para o cenário 2.

CIDADE DE MAPUTO- CENÁRIO 2									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	0.20%	6.70%	6.60%	12.10%	45.70%	12.40%	5.30%	11.00%	93.10%
2021	0.30%	7.10%	5.20%	10.85%	41.50%	16.20%	7.80%	11.00%	92.55%
2022	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2023	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2024	0.40%	7.50%	3.80%	9.60%	37.30%	20.00%	10.30%	11.00%	92.00%
2025	0.33%	6.25%	4.00%	9.67%	37.42%	20.33%	10.92%	11.00%	93.33%
2026	0.27%	5.00%	4.20%	9.73%	37.53%	20.67%	11.53%	11.00%	94.67%
2027	0.20%	3.75%	4.40%	9.80%	37.65%	21.00%	12.15%	11.00%	96.00%
2028	0.13%	2.50%	4.60%	9.87%	37.77%	21.33%	12.77%	11.00%	97.33%
2029	0.07%	1.25%	4.80%	9.93%	37.88%	21.67%	13.38%	11.00%	98.67%
2030	0.00%	0.00%	5.00%	10.00%	38.00%	22.00%	14.00%	11.00%	100.00%

Tabela A.6.6. Projectão da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Maputo para o cenário 2.

CIDADE DE MAPUTO- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,454,952.48	8,167,412.88	20,564,780.64	4,184,955.36	1,788,730.92	39,160,832.28	34,705,879.80
2021	3,518,002.80	7,340,448.15	18,717,579.00	5,479,965.90	2,638,502.10	37,694,497.95	34,176,495.15
2022	2,577,127.32	6,510,637.44	16,864,359.48	6,781,914.00	3,492,685.71	36,226,723.95	33,649,596.63
2023	2,583,775.80	6,527,433.60	16,907,866.20	6,799,410.00	3,501,696.15	36,320,181.75	33,736,405.95
2024	2,590,754.88	6,545,064.96	16,953,536.32	6,817,776.00	3,511,154.64	36,418,286.80	33,827,531.92
2025	2,734,742.40	6,608,960.80	17,054,157.47	6,950,803.60	3,731,783.90	37,080,448.17	34,345,705.77
2026	2,879,772.84	6,673,759.28	17,156,741.89	7,085,155.40	3,953,973.82	37,749,403.23	34,869,630.39
2027	3,025,896.72	6,739,497.24	17,261,365.38	7,220,889.90	4,177,800.59	38,425,449.83	35,399,553.11
2028	3,173,183.04	6,806,247.68	17,368,195.09	7,358,105.60	4,403,366.32	39,109,097.73	35,935,914.69
2029	3,321,673.92	6,874,019.64	17,477,233.38	7,496,833.50	4,630,736.39	39,800,496.83	36,478,822.91
2030	3,471,360.00	6,942,720.00	17,588,224.00	7,636,992.00	4,859,904.00	40,499,200.00	37,027,840.00

Tabela A.6.7. Projectão das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Nampula para o cenário 2.

CIDADE DE NAMPULA- CENÁRIO 2									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	4.84%	35.53%	9.70%	35.18%	3.98%	2.45%	6.32%	2.00%	59.63%
2021	3.33%	37.38%	7.57%	36.39%	4.10%	2.53%	6.69%	2.00%	59.28%
2022	1.82%	39.24%	5.44%	37.61%	4.22%	2.60%	7.07%	2.00%	58.94%
2023	0.31%	41.10%	3.30%	38.82%	4.34%	2.68%	7.44%	2.00%	58.59%
2024	0.31%	41.44%	1.17%	40.04%	4.47%	2.75%	7.82%	2.00%	58.25%
2025	0.26%	34.53%	4.89%	38.61%	7.06%	3.96%	7.35%	3.33%	65.21%
2026	0.21%	27.63%	8.62%	37.19%	9.64%	5.17%	6.88%	4.67%	72.17%
2027	0.15%	20.72%	12.34%	35.77%	12.23%	6.38%	6.41%	6.00%	79.12%
2028	0.10%	13.81%	16.06%	34.35%	14.82%	7.58%	5.94%	7.33%	86.08%
2029	0.05%	6.91%	19.78%	32.92%	17.41%	8.79%	5.47%	8.67%	93.04%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.8. Projectão da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Nampula para o cenário 2.

CIDADE DE NAMPULA- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	26,143,580.11	21,260,114.74	26,143,580.11	21,260,114.74	26,143,580.11	21,260,114.74	26,143,580.11
2021	26,689,429.05	22,753,276.38	26,689,429.05	22,753,276.38	26,689,429.05	22,753,276.38	26,689,429.05
2022	27,237,238.64	24,316,889.83	27,237,238.64	24,316,889.83	27,237,238.64	24,316,889.83	27,237,238.64
2023	27,787,388.31	25,954,063.70	27,787,388.31	25,954,063.70	27,787,388.31	25,954,063.70	27,787,388.31
2024	28,339,737.09	27,667,598.57	28,339,737.09	27,667,598.57	28,339,737.09	27,667,598.57	28,339,737.09
2025	31,852,365.99	28,958,160.26	31,852,365.99	28,958,160.26	31,852,365.99	28,958,160.26	31,852,365.99
2026	35,556,021.57	30,297,923.47	35,556,021.57	30,297,923.47	35,556,021.57	30,297,923.47	35,556,021.57
2027	39,458,322.89	31,688,805.97	39,458,322.89	31,688,805.97	39,458,322.89	31,688,805.97	39,458,322.89
2028	43,567,180.45	33,132,750.10	43,567,180.45	33,132,750.10	43,567,180.45	33,132,750.10	43,567,180.45
2029	47,889,484.08	34,630,780.06	47,889,484.08	34,630,780.06	47,889,484.08	34,630,780.06	47,889,484.08
2030	52,429,646.76	36,182,217.76	52,429,646.76	36,182,217.76	52,429,646.76	36,182,217.76	52,429,646.76

Tabela A.6.9. Projectão das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Beira para o cenário 2.

CIDADE DA BEIRA- CENÁRIO 2									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2021	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2022	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2023	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2024	3.38%	3.59%	12.23%	49.73%	12.73%	4.77%	2.56%	11.00%	93.01%
2025	2.81%	2.99%	12.52%	48.27%	12.61%	6.80%	2.97%	11.00%	94.18%
2026	2.25%	2.39%	12.82%	46.82%	12.48%	8.84%	3.37%	11.00%	95.34%
2027	1.69%	1.79%	13.11%	45.36%	12.36%	10.88%	3.78%	11.00%	96.51%
2028	1.13%	1.20%	13.41%	43.91%	12.24%	12.92%	4.19%	11.00%	97.67%
2029	0.56%	0.60%	13.70%	42.45%	12.12%	14.96%	4.59%	11.00%	98.84%
2030	0.00%	0.00%	14.00%	41.00%	12.00%	17.00%	5.00%	11.00%	100.00%

Tabela A.6.10. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade da Beira para o cenário 2.

CIDADE DA BEIRA- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,815,814.14	19,583,535.11	3,341,252.87	938,291.06	504,525.98	29,183,419.16	24,367,605.02
2021	4,979,003.84	20,247,146.93	3,454,475.27	970,086.19	521,622.46	30,172,334.69	25,193,330.85
2022	5,145,490.44	20,924,165.63	3,569,985.09	1,002,523.67	539,064.33	31,181,229.17	26,035,738.73
2023	5,315,324.95	21,614,798.62	3,687,817.72	1,035,613.45	556,856.94	32,210,411.68	26,895,086.73
2024	5,488,470.28	22,318,895.04	3,807,947.42	1,069,348.29	574,996.41	33,259,657.44	27,771,187.16
2025	5,801,507.17	22,361,915.15	3,892,859.64	1,575,985.10	687,566.50	34,319,833.56	28,518,326.39
2026	6,126,263.19	22,374,701.74	3,977,526.02	2,113,126.89	806,416.28	35,398,034.11	29,271,770.92
2027	6,462,900.28	22,355,956.10	4,061,848.42	2,681,514.34	931,689.67	36,493,908.80	30,031,008.52
2028	6,811,574.99	22,304,406.01	4,145,730.16	3,281,869.61	1,063,526.87	37,607,107.65	30,795,532.66
2029	7,172,303.41	22,218,387.17	4,228,996.40	3,914,822.54	1,202,041.78	38,736,551.29	31,564,247.88
2030	7,544,904.09	22,095,790.56	4,311,373.77	4,580,834.63	1,347,304.30	39,880,207.35	32,335,303.26

Tabela A.6.11. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Chimoio para o cenário 2.

CIDADE DE CHIMOIO- CENÁRIO 2									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2021	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2022	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2023	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2024	2.31%	14.51%	23.39%	42.95%	4.00%	2.89%	9.93%	0.00%	83.17%
2025	1.93%	12.09%	22.83%	41.63%	5.00%	3.66%	11.19%	1.67%	85.98%
2026	1.54%	9.67%	22.26%	40.30%	6.00%	4.43%	12.45%	3.33%	88.78%
2027	1.16%	7.25%	21.70%	38.98%	7.00%	5.20%	13.71%	5.00%	91.59%
2028	0.77%	4.84%	21.13%	37.65%	8.00%	5.96%	14.98%	6.67%	94.39%
2029	0.39%	2.42%	20.57%	36.33%	9.00%	6.73%	16.24%	8.33%	97.20%
2030	0.00%	0.00%	20.00%	35.00%	10.00%	7.50%	17.50%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.12. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Chimoio para o cenário 2.

CIDADE DE CHIMOIO- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	5,849,918.47	10,741,229.61	667,347.02	361,891.51	1,241,362.01	18,861,748.62	13,011,830.15
2021	6,113,115.83	11,224,495.02	697,372.05	378,173.60	1,297,212.91	19,710,369.40	13,597,253.57
2022	6,383,190.45	11,720,388.00	728,181.62	394,881.13	1,354,523.17	20,581,164.37	14,197,973.92
2023	6,660,158.10	12,228,937.51	759,777.54	412,015.09	1,413,296.15	21,474,184.39	14,814,026.29
2024	6,943,908.39	12,749,940.83	792,147.21	429,568.63	1,473,508.41	22,389,073.47	15,445,165.08
2025	7,059,323.58	12,873,071.27	1,031,324.81	566,217.14	1,730,240.25	23,260,177.05	16,200,853.47
2026	7,166,759.32	12,974,268.16	1,288,129.18	712,994.09	2,004,326.81	24,146,477.56	16,979,718.24
2027	7,265,658.89	13,052,278.78	1,563,083.75	870,201.37	2,296,253.04	25,047,475.82	17,781,816.93
2028	7,355,482.65	13,105,886.33	1,856,702.03	1,038,135.11	2,606,495.39	25,962,701.50	18,607,218.85
2029	7,435,582.22	13,133,687.27	2,169,452.39	1,217,065.99	2,935,473.53	26,891,261.39	19,455,679.17
2030	7,505,142.57	13,133,999.50	2,501,714.19	1,407,214.23	3,283,499.87	27,831,570.36	20,326,427.79

Tabela A.6.13. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Quelimane para o cenário 2.

CIDADE DE QUELIMANE- CENÁRIO 2									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	15.23%	17.57%	18.28%	33.86%	4.89%	2.31%	5.86%	2.00%	67.20%
2021	12.53%	18.60%	19.24%	34.09%	5.00%	2.36%	6.17%	2.00%	68.87%
2022	9.84%	19.62%	20.21%	34.32%	5.10%	2.41%	6.49%	2.00%	70.53%
2023	7.15%	20.64%	21.18%	34.55%	5.21%	2.46%	6.80%	2.00%	72.20%
2024	4.46%	21.66%	22.14%	34.78%	5.32%	2.51%	7.12%	2.00%	73.87%
2025	3.72%	18.05%	22.37%	34.23%	7.76%	3.76%	6.77%	3.33%	78.23%
2026	2.98%	14.44%	22.60%	33.68%	10.21%	5.01%	6.41%	4.67%	82.58%
2027	2.23%	10.83%	22.82%	33.14%	12.66%	6.26%	6.06%	6.00%	86.94%
2028	1.49%	7.22%	23.05%	32.59%	15.11%	7.50%	5.71%	7.33%	91.29%
2029	0.74%	3.61%	23.27%	32.05%	17.55%	8.75%	5.35%	8.67%	95.65%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.14. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Quelimane para o cenário 2.

CIDADE DE QUELIMANE- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,173,776.40	7,734,089.74	744,234.17	263,963.35	668,882.94	13,584,946.60	9,411,170.20
2021	4,519,410.23	8,007,121.95	782,165.17	277,416.63	724,912.42	14,311,026.40	9,791,616.17
2022	4,881,171.97	8,289,205.28	821,628.15	291,413.27	783,562.75	15,066,981.43	10,185,809.46
2023	5,259,634.49	8,580,555.04	862,670.68	305,970.15	844,927.21	15,853,757.58	10,594,123.08
2024	5,655,245.94	8,881,176.54	905,319.46	321,096.72	909,079.06	16,671,917.72	11,016,671.78
2025	5,873,638.06	8,987,615.22	1,359,126.44	493,909.42	888,276.44	17,602,565.59	11,728,927.53
2026	6,098,910.75	9,091,626.85	1,837,466.82	676,086.92	865,452.10	18,569,543.43	12,470,632.69
2027	6,331,095.57	9,192,835.43	2,341,099.23	867,919.64	840,510.50	19,573,460.37	13,242,364.80
2028	6,570,262.75	9,290,931.40	2,870,778.39	1,069,696.29	813,363.71	20,615,032.54	14,044,769.79
2029	6,816,328.37	9,385,398.36	3,427,171.92	1,281,672.94	783,907.31	21,694,478.91	14,878,150.54
2030	7,068,903.41	9,475,338.62	4,010,725.34	1,504,022.00	752,011.00	22,811,000.37	15,742,096.96

Tabela A.6.15. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Mocuba para o cenário 2.

CIDADE DE MOCUBA- CENÁRIO 2									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2021	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2022	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2023	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2024	24.71%	32.82%	12.78%	23.47%	1.67%	1.08%	3.47%	0.00%	42.46%
2025	20.59%	27.35%	14.57%	24.80%	4.73%	2.57%	3.72%	1.67%	52.05%
2026	16.47%	21.88%	16.35%	26.14%	7.78%	4.05%	3.98%	3.33%	61.64%
2027	12.35%	16.41%	18.14%	27.48%	10.84%	5.54%	4.23%	5.00%	71.23%
2028	8.24%	10.94%	19.93%	28.82%	13.89%	7.03%	4.49%	6.67%	80.82%
2029	4.12%	5.47%	21.71%	30.16%	16.95%	8.51%	4.74%	8.33%	90.41%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.16. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Mocuba para o cenário 2.

CIDADE DE MOCUBA- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	2,002,292.15	3,676,674.63	174,840.50	84,740.70	271,471.69	6,210,019.68	4,207,727.52
2021	2,059,112.80	3,781,010.57	179,802.09	87,145.46	279,175.46	6,386,246.38	4,327,133.58
2022	2,117,490.53	3,888,205.68	184,899.64	89,616.11	287,090.34	6,567,302.31	4,449,811.78
2023	2,177,449.15	3,998,303.67	190,135.24	92,153.67	295,219.56	6,753,261.29	4,575,812.14
2024	2,238,958.90	4,111,249.89	195,506.28	94,756.88	303,559.08	6,944,031.03	4,705,072.13
2025	2,623,810.66	4,468,121.08	567,804.64	231,297.71	335,137.80	8,226,171.89	5,602,361.23
2026	3,028,079.54	4,841,077.07	960,746.36	375,387.76	368,196.68	9,573,487.40	6,545,407.86
2027	3,452,314.91	5,230,497.23	1,374,988.79	527,266.64	402,773.12	10,987,840.70	7,535,525.78
2028	3,897,074.24	5,636,784.27	1,811,181.81	687,171.39	438,906.16	12,471,117.87	8,574,043.64
2029	4,362,809.46	6,060,199.30	2,269,915.59	855,316.68	476,623.57	14,024,864.62	9,662,055.15
2030	4,849,728.34	6,500,699.70	2,751,618.92	1,031,857.09	515,928.55	15,649,832.60	10,800,104.26

Tabela A.6.17. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Tete para o cenário 2.

CIDADE DE TETE- CENÁRIO 2									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2021	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2022	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2023	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2024	5.30%	3.68%	21.80%	47.05%	5.98%	6.53%	3.64%	6.00%	91.01%
2025	4.42%	3.06%	22.09%	44.46%	8.32%	7.11%	3.87%	6.67%	92.51%
2026	3.53%	2.45%	22.37%	41.86%	10.66%	7.69%	4.09%	7.33%	94.01%
2027	2.65%	1.84%	22.65%	39.27%	12.99%	8.27%	4.32%	8.00%	95.50%
2028	1.77%	1.23%	22.93%	36.68%	15.33%	8.84%	4.55%	8.67%	97.00%
2029	0.88%	0.61%	23.22%	34.09%	17.66%	9.42%	4.77%	9.33%	98.50%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.18. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Tete para o cenário 2.

CIDADE DE TETE- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,752,113.06	10,253,704.73	869,341.04	711,989.06	396,798.78	16,983,946.69	12,231,833.63
2021	5,007,036.76	10,803,757.39	915,976.22	750,183.21	418,084.77	17,895,038.35	12,888,001.59
2022	5,267,770.53	11,366,346.50	963,674.28	789,247.85	439,855.90	18,826,895.06	13,559,124.53
2023	5,534,392.69	11,941,641.07	1,012,449.55	829,194.72	462,118.70	19,779,796.73	14,245,404.04
2024	5,806,853.39	12,529,533.56	1,062,292.90	870,016.36	484,869.01	20,753,565.23	14,946,711.84
2025	6,163,919.57	12,406,629.55	1,547,829.96	992,311.83	539,697.05	21,650,387.96	15,486,468.39
2026	6,534,006.30	12,228,480.74	2,074,950.32	1,122,976.17	597,945.75	22,558,359.27	16,024,352.98
2027	6,917,370.74	11,993,133.23	2,644,881.14	1,262,241.09	659,706.82	23,477,333.01	16,559,962.27
2028	7,314,346.79	11,698,735.98	3,258,893.06	1,410,354.67	725,080.14	24,407,410.64	17,093,063.84
2029	7,725,160.18	11,343,220.22	3,918,229.59	1,567,547.53	794,156.12	25,348,313.64	17,623,153.46
2030	8,149,783.35	10,924,177.69	4,623,990.55	1,733,996.46	866,998.23	26,298,946.28	18,149,162.93

Tabela A.6.19. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Nacala para o cenário 2.

CIDADE DE NACALA- CENÁRIO 2									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	0.79%	29.00%	22.47%	36.02%	3.10%	2.14%	6.49%	0.00%	70.21%
2021	0.79%	27.64%	21.42%	37.82%	3.26%	2.25%	6.82%	0.00%	71.58%
2022	0.79%	26.27%	20.37%	39.63%	3.42%	2.36%	7.15%	0.00%	72.94%
2023	0.79%	24.91%	19.33%	41.44%	3.58%	2.47%	7.49%	0.00%	74.30%
2024	0.79%	23.55%	18.28%	43.25%	3.74%	2.58%	7.82%	0.00%	75.66%
2025	0.66%	19.62%	19.15%	41.29%	6.45%	3.82%	7.35%	1.67%	79.72%
2026	0.52%	15.70%	20.02%	39.33%	9.16%	5.05%	6.88%	3.33%	83.78%
2027	0.39%	11.77%	20.89%	37.38%	11.87%	6.29%	6.41%	5.00%	87.83%
2028	0.26%	7.85%	21.76%	35.42%	14.58%	7.53%	5.94%	6.67%	91.89%
2029	0.13%	3.92%	22.63%	33.46%	17.29%	8.76%	5.47%	8.33%	95.94%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.20. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Nacala para o cenário 2.

CIDADE DE NACALA- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,280,200.68	6,859,907.63	393,581.66	203,956.09	617,792.31	12,355,438.37	8,075,237.69
2021	4,215,269.34	7,442,361.24	427,454.19	221,509.01	670,960.91	12,977,554.70	8,762,285.36
2022	4,140,533.43	8,054,153.05	463,039.81	239,949.67	726,818.51	13,624,494.46	9,483,961.03
2023	4,055,643.31	8,696,554.70	500,412.70	259,316.50	785,481.52	14,297,408.73	10,241,765.41
2024	3,960,147.21	9,370,749.52	539,642.01	279,645.34	847,058.50	14,997,242.58	11,037,095.37
2025	4,282,626.02	9,235,200.14	961,229.87	426,939.47	821,855.70	15,727,851.20	11,445,225.18
2026	4,620,990.30	9,079,554.37	1,409,224.74	583,348.89	794,005.01	16,487,123.31	11,866,133.01
2027	4,975,870.12	8,902,983.60	1,884,687.29	749,239.50	763,398.09	17,276,178.61	12,300,308.49
2028	5,347,915.82	8,704,597.95	2,388,726.80	924,993.79	729,919.52	18,096,153.88	12,748,238.06
2029	5,737,641.27	8,483,217.55	2,922,420.15	1,110,980.04	693,428.09	18,947,687.11	13,210,045.83
2030	6,145,270.60	8,237,277.61	3,486,678.35	1,307,504.38	653,752.19	19,830,483.14	13,685,212.54

Tabela A.6.21. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Pemba para o cenário 2.

CIDADE DE PEMBA- CENÁRIO 2									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2021	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2022	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2023	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2024	1.75%	10.65%	30.79%	38.83%	4.66%	2.85%	10.47%	0.00%	87.59%
2025	1.46%	8.87%	29.58%	37.60%	7.21%	4.04%	9.56%	1.67%	89.66%
2026	1.17%	7.10%	28.36%	36.38%	9.77%	5.23%	8.65%	3.33%	91.73%
2027	0.88%	5.32%	27.15%	35.16%	12.33%	6.42%	7.73%	5.00%	93.80%
2028	0.58%	3.55%	25.93%	33.94%	14.89%	7.62%	6.82%	6.67%	95.86%
2029	0.29%	1.77%	24.72%	32.72%	17.44%	8.81%	5.91%	8.33%	97.93%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.22. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Pemba para o cenário 2.

CIDADE DE PEMBA- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	4,112,314.55	5,184,724.43	414,660.64	190,015.19	698,978.42	10,600,693.22	6,488,378.67
2021	4,254,216.22	5,363,631.22	428,969.14	196,571.96	723,097.73	10,966,486.26	6,712,270.04
2022	4,399,747.59	5,547,114.29	443,643.63	203,296.43	747,833.99	11,341,635.93	6,941,888.34
2023	4,549,148.82	5,735,476.39	458,708.34	210,199.73	773,228.02	11,726,761.29	7,177,612.47
2024	4,702,543.42	5,928,873.25	474,175.71	217,287.54	799,300.81	12,122,180.72	7,419,637.30
2025	4,668,067.86	5,934,637.06	759,075.36	318,647.28	754,135.68	12,434,563.23	7,766,495.38
2026	4,624,860.42	5,932,662.09	1,062,250.48	426,442.39	704,875.44	12,751,090.83	8,126,230.41
2027	4,572,451.74	5,922,478.76	1,384,369.48	540,906.71	651,342.77	13,071,549.47	8,499,097.72
2028	4,510,325.13	5,903,555.87	1,726,084.63	662,267.83	593,353.83	13,395,587.28	8,885,262.16
2029	4,437,839.31	5,875,194.88	2,087,975.34	790,726.05	530,711.85	13,722,447.43	9,284,608.12
2030	4,354,245.24	5,836,541.49	2,470,493.75	926,435.16	463,217.58	14,050,933.21	9,696,687.97

Tabela A.6.23. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Lichinga para o cenário 2.

CIDADE DE LICHINGA- CENÁRIO 2									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento								Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2021	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2022	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2023	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2024	1.80%	47.73%	20.78%	21.22%	2.33%	1.33%	4.79%	0.00%	50.46%
2025	1.50%	39.77%	21.24%	22.93%	5.28%	2.78%	4.82%	1.67%	58.71%
2026	1.20%	31.82%	21.69%	24.65%	8.22%	4.22%	4.86%	3.33%	66.97%
2027	0.90%	23.86%	22.14%	26.36%	11.17%	5.67%	4.89%	5.00%	75.23%
2028	0.60%	15.91%	22.59%	28.07%	14.11%	7.11%	4.93%	6.67%	83.49%
2029	0.30%	7.95%	23.05%	29.79%	17.06%	8.56%	4.96%	8.33%	91.74%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.24. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Lichinga para o cenário 2.

CIDADE DE LICHINGA- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	3,402,179.91	3,473,581.67	254,525.01	108,895.84	392,057.63	7,631,240.05	4,229,060.15
2021	3,535,981.42	3,610,191.29	264,535.01	113,178.51	407,476.54	7,931,362.77	4,395,381.35
2022	3,673,390.06	3,750,483.73	274,814.87	117,576.64	423,311.12	8,239,576.43	4,566,186.37
2023	3,814,561.81	3,894,618.26	285,376.26	122,095.22	439,579.36	8,556,230.90	4,741,669.09
2024	3,959,548.65	4,042,647.95	296,223.06	126,735.91	456,287.23	8,881,442.81	4,921,894.15
2025	4,197,808.14	4,533,225.36	695,403.30	274,309.81	476,888.43	10,177,635.03	5,979,826.89
2026	4,446,503.61	5,052,823.33	1,123,683.36	432,610.11	498,183.18	11,553,803.60	7,107,299.98
2027	4,706,028.15	5,602,552.15	1,582,185.83	602,050.58	520,197.14	13,013,013.84	8,306,985.69
2028	4,976,857.38	6,183,654.88	2,072,114.28	783,075.06	542,964.11	14,558,665.71	9,581,808.33
2029	5,259,304.29	6,797,208.18	2,594,659.53	976,121.97	566,499.19	16,193,793.17	10,934,488.88
2030	5,553,354.59	7,443,858.28	3,150,839.48	1,181,564.81	590,782.40	17,920,399.56	12,367,044.97

Tabela A.6.25. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Xai-Xai para o cenário 2.

CIDADE DE XAI-XAI- CENÁRIO 2									
Distribuição da população por tecnologias de saneamento									Saneamento Melhorado
Ano	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa	Rede de Esgoto	
2020	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2021	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2022	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2023	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2024	0.43%	4.35%	18.71%	50.36%	6.25%	6.13%	12.74%	1.00%	95.19%
2025	0.36%	3.63%	19.51%	47.22%	8.54%	6.77%	11.45%	2.50%	95.99%
2026	0.29%	2.90%	20.31%	44.08%	10.83%	7.42%	10.16%	4.00%	96.79%
2027	0.22%	2.18%	21.11%	40.93%	13.12%	8.06%	8.87%	5.50%	97.59%
2028	0.14%	1.45%	21.90%	37.79%	15.42%	8.71%	7.58%	7.00%	98.40%
2029	0.07%	0.73%	22.70%	34.64%	17.71%	9.35%	6.29%	8.50%	99.20%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.26. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Xai-Xai para o cenário 2.

CIDADE DE XAI-XAI- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	1,690,521.01	4,550,422.76	376,263.88	276,865.03	575,511.90	7,469,584.58	5,779,063.57
2021	1,724,479.90	4,641,830.84	383,822.20	282,426.65	587,072.68	7,619,632.27	5,895,152.37
2022	1,759,312.77	4,735,591.45	391,575.05	288,131.40	598,930.99	7,773,541.66	6,014,228.89
2023	1,795,001.02	4,831,654.53	399,518.28	293,976.25	611,080.51	7,931,230.59	6,136,229.56
2024	1,831,518.63	4,929,950.00	407,646.10	299,956.92	623,512.37	8,092,584.03	6,261,065.39
2025	1,948,539.97	4,716,316.35	568,577.26	338,287.13	571,790.56	8,143,511.26	6,194,971.30
2026	2,069,530.52	4,491,857.56	735,880.20	378,047.20	517,694.53	8,193,010.01	6,123,479.50
2027	2,194,536.95	4,256,118.56	909,713.51	419,265.84	461,139.58	8,240,774.44	6,046,237.49
2028	2,323,585.89	4,008,649.23	1,090,216.24	461,966.32	402,044.39	8,286,462.08	5,962,876.19
2029	2,456,658.99	3,748,979.38	1,277,491.69	506,160.89	340,329.84	8,329,620.79	5,872,961.80
2030	2,593,658.53	3,476,606.12	1,471,579.31	551,842.24	275,921.12	8,369,607.33	5,775,948.79

Tabela A.6.27. Projecção das taxas anuais de cobertura das tecnologias de saneamento na Cidade de Inhambane para o cenário 2.

CIDADE DE INHAMBANE- CENÁRIO 2									
Ano	Distribuição da população por tecnologias de saneamento							Rede de Esgoto	Saneamento Melhorado
	Sem retrete	Latrina Tradicional	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2021	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2022	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2023	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2024	2.73%	14.85%	20.07%	33.98%	10.79%	6.08%	11.50%	0.00%	82.42%
2025	2.27%	12.37%	20.64%	33.56%	12.33%	6.73%	10.42%	1.67%	85.35%
2026	1.82%	9.90%	21.22%	33.15%	13.86%	7.39%	9.33%	3.33%	88.28%
2027	1.36%	7.42%	21.79%	32.74%	15.40%	8.04%	8.25%	5.00%	91.21%
2028	0.91%	4.95%	22.36%	32.33%	16.93%	8.69%	7.17%	6.67%	94.14%
2029	0.45%	2.47%	22.93%	31.91%	18.47%	9.35%	6.08%	8.33%	97.07%
2030	0.00%	0.00%	23.50%	31.50%	20.00%	10.00%	5.00%	10.00%	100.00%

Tabela A.6.28. Projecção da produção dos volumes anuais de LF na Cidade de Inhambane para o cenário 2.

CIDADE DE INHAMBANE- CENÁRIO 2							
Ano	Volumes de LF produzidas por tecnologias de saneamento (l/ano)					Total de LF produzidas	Total de LF reutilizáveis
	Latrina tradicional melhorada	Latrina Melhorada	Retrete sem autoclismo	Retrete com autoclismo fora de casa	Retrete com autoclismo dentro de casa		
2020	1,075,791.04	1,820,904.40	385,577.17	162,905.50	308,137.29	3,753,315.40	2,677,524.36
2021	1,105,893.68	1,871,856.70	396,366.34	167,463.90	316,759.55	3,858,340.16	2,752,446.48
2022	1,136,617.51	1,923,860.45	407,378.15	172,116.37	325,559.73	3,965,532.21	2,828,914.69
2023	1,167,948.04	1,976,891.10	418,607.41	176,860.70	334,533.69	4,074,840.94	2,906,892.90
2024	1,199,868.34	2,030,920.01	430,048.05	181,694.35	343,676.57	4,186,207.32	2,986,338.98
2025	1,267,412.08	2,060,557.27	504,503.93	206,671.60	319,729.22	4,358,874.09	3,091,462.02
2026	1,337,353.34	2,089,717.91	582,509.66	232,801.68	294,150.37	4,536,532.95	3,199,179.61
2027	1,409,697.15	2,118,310.74	664,126.16	260,102.68	266,890.52	4,719,127.26	3,309,430.11
2028	1,484,439.01	2,146,239.79	749,404.27	288,589.33	237,903.21	4,906,575.61	3,422,136.60
2029	1,561,542.14	2,173,374.03	838,371.60	318,268.02	207,142.74	5,098,698.52	3,537,156.38
2030	1,640,922.70	2,199,534.69	931,019.97	349,132.49	174,566.24	5,295,176.10	3,654,253.39

Tabela A.6.29. Projecção das taxas anuais de saneamento melhorado nas cidades moçambicanas para o cenário 2.

Cidade	Projecção da taxa anual de cobertura do saneamento melhorado- Cenário 2 (segundo a tendência de crescimento 2007 à 2017)									Crescimento anual do saneamento melhorado
	2007	2017	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Matola	84.25%	98.89%	98.89%	99.08%	99.26%	99.45%	99.63%	99.82%	100.00%	0.18%
Maputo	81.40%	99.22%	92.00%	93.33%	94.67%	96.00%	97.33%	98.67%	100.00%	1.33%
Nampula	64.10%	60.66%	58.25%	65.21%	72.17%	79.12%	86.08%	93.04%	100.00%	6.96%
Beira	63.60%	93.01%	93.01%	94.18%	95.34%	96.51%	97.67%	98.84%	100.00%	1.16%
Chimoio	49.80%	83.17%	83.17%	85.98%	88.78%	91.59%	94.39%	97.20%	100.00%	2.80%
Quelimane	45.50%	62.19%	73.87%	78.23%	82.58%	86.94%	91.29%	95.65%	100.00%	4.35%
Tete	40.60%	91.01%	91.01%	92.51%	94.01%	95.50%	97.00%	98.50%	100.00%	1.50%
Mocuba	-	42.46%	42.46%	52.05%	61.64%	71.23%	80.82%	90.41%	100.00%	9.59%
Nacala	52.50%	66.13%	75.66%	79.72%	83.78%	87.83%	91.89%	95.94%	100.00%	4.06%
Pemba	44.60%	87.59%	87.59%	89.66%	91.73%	93.80%	95.86%	97.93%	100.00%	2.07%
Lichinga	82.90%	50.46%	50.46%	58.71%	66.97%	75.23%	83.49%	91.74%	100.00%	8.26%
Xai-Xai	81.20%	95.19%	95.19%	95.99%	96.79%	97.59%	98.40%	99.20%	100.00%	0.80%
Inhamitanga	70.00%	82.00%	82.42%	85.35%	88.28%	91.21%	94.14%	97.07%	100.00%	2.93%

Tabela A.6.30. Resumo da projecção da produção anual de lamas fecais nas cidades moçambicanas para o cenário 2.

Cidade	Volume de LF reutilizáveis- Cenário 2 (l/ano)						
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Matola	48,661,997	49,756,199	50,827,232	51,873,523	52,893,587	53,885,407	54,846,172
Maputo	33,827,532	34,345,706	34,869,630	35,399,553	35,935,915	36,478,823	36,478,823
Nampula	27,667,599	28,958,160	30,297,923	31,688,806	33,132,750	34,630,780	36,182,218
Beira	27,771,187	28,518,326	29,271,771	30,031,009	30,795,533	31,564,248	32,335,303
Chimoio	15,445,165	16,200,853	16,979,718	17,781,817	18,607,219	19,455,679	20,326,428
Quelimane	11,016,672	11,728,928	12,470,633	13,242,365	14,044,770	14,878,151	15,742,097
Tete	14,946,712	15,486,468	16,024,353	16,559,962	17,093,064	17,623,153	18,149,163
Mocuba	4,705,072	5,602,361	6,545,408	7,535,526	8,574,044	9,662,055	10,800,104
Nacala	11,037,095	11,445,225	11,866,133	12,300,308	12,748,238	13,210,046	13,685,213
Pemba	7,419,637	7,766,495	8,126,230	8,499,098	8,885,262	9,284,608	9,696,688
Lichinga	4,921,894	5,979,827	7,107,300	8,306,986	9,581,808	10,934,489	12,367,045
Xai-Xai	6,261,065	6,194,971	6,123,479	6,046,237	5,962,876	5,872,962	5,775,949
Inhambane	2,986,339	3,091,462	3,199,180	3,309,430	3,422,137	3,537,156	3,654,253

Anexo 7. Estudo de viabilidade económica dos modelos de GLF

Tabela A.7.1. Taxas de Licenciamento aplicadas aos operadores de esvaziamento e transporte de LF na Área Metropolitana de Maputo (Fonte: Empresa Municipal de Saneamento e Drenagem).



EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMENTO E DRENAGEM ÁREA OPERACIONAL

Quadro Tarifas

Classe de Capacidade (m3/mês)	M3/mês	Licenciamento GLF (MT)	Utilização ETAR mês (MT)
0	0	0	0
0.1-20	20	4000	1500
20.1-50	50	6000	2500
50.1-100	100	8000	3500
100.1-200	200	10000	4500
200.1-220	220	14000	6000
220.1-250	250	16000	7000
250.1-300	300	18000	8000
300.1-400	400	20000	9000
400.1-420	420	24000	10500
420.1-450	450	26000	11500
450.1-500	500	28000	12500
500.1-600	600	30000	13500
600.1-620	620	34000	15000
620.1-650	650	36000	16000
650.1-700	700	38000	17000
700.1-800	800	40000	18000
800.1-820	820	44000	19500
820.1-850	850	46000	20500
850.1-900	900	48000	21500
900.1-1000	1000	50000	22500
1000.1-1020	1020	54000	24000
1020.1-1050	1050	56000	25000
1050.1-1100	1100	58000	26000
1100.1-1200	1200	60000	27000
1200.1-1220	1220	64000	28500
1220.1-1250	1250	66000	29500
1250.1-1300	1300	68000	30500
1300.1-1400	1400	70000	31500
1400.1-1420	1420	74000	33000
1420.1-1450	1450	76000	34000
1450.1-1500	1500	78000	35000
1500.1-1600	1600	80000	36000
1600.1-1620	1620	84000	37500
1620.1-1650	1650	86000	38500
1650.1-1700	1700	88000	39500
1700.1-1800	1800	90000	40500
1800.1-1820	1820	94000	42000
1820.1-1850	1850	96000	43000
1850.1-1900	1900	98000	44000
1900.1-2000	2000	100000	45000

Tabela A.7.2. Avaliação de viabilidade económica pelo Método de Fluxo de Caixa para o Modelo de esvaziamento e transporte privado.

1. Proveitos (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
1.1. Taxas cobradas para o esvaziamento	-	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00
1. Total	-	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00
2. Custos Operacionais (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
2.1. Equipamento de protecção individual	-	24,000.00	-	-	24,000.00	-
2.2. Gestão de Pessoal	-	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000
2.3. Combustível	-	1,040,000.00	1,040,000.00	1,040,000.00	1,040,000.00	1,040,000.00
2.4. Manutenção	-	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
2.5. Óleo da Bomba	-	676,000.00	676,000.00	676,000.00	676,000.00	676,000.00
2.6. Licença de saneamento	-	-	-	-	-	-
2.7. Outros	-	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00
2.Total	-	2,920,000	2,896,000	2,896,000	2,920,000	2,896,000

3. Amortizações (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
3.1. Edifício	-	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
3.2. Viatura	-	322,617.50	322,617.50	322,617.50	322,617.50	322,617.50
3.Total	-	382,617.50	382,617.50	382,617.50	382,617.50	382,617.50
Taxa de imposto			32%			
4. Resultados Operacionais (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
4.Total	-	2,073,382.50	2,097,382.50	2,097,382.50	2,073,382.50	2,097,382.50
5. Imposto (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
5.Total	-	663,482.40	671,162.40	671,162.40	663,482.40	671,162.40
6. Resultado Líquido (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
6. Total	-	1,409,900.10	1,426,220.10	1,426,220.10	1,409,900.10	1,426,220.10

7. Cash Flow de Exploração (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
7.Total	-	1,792,517.60	1,808,837.60	1,808,837.60	1,792,517.60	1,808,837.60
8. Investimento (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
8.1. Investimento Capital Fixo (ICF)	4,290,470.00	-	-	-	-	-
8.2. Investimento Capital Circulante (ICC)	-	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00
8. Total	4,290,470.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00
9. Valor Residual (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
9.1. Valor Residual do Capital Fixo (VRCF)	—	—	—	—	—	1,156,400.00
9.2. Valor Residual do Capital Circulante (VRCC)	—	—	—	—	—	1,000,000.00
9. Total	—	—	—	—	—	2,156,400.00
10. Cash-Flow (MT)						

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
10. Cash-Flow Simples	- 4,290,470.00	1,592,517.60	1,608,837.60	1,608,837.60	1,592,517.60	3,765,237.60
10.2. Cash-Flow Acumulado	-4,290,470.00	-2,697,952.40	-1,089,114.80	519,722.80	2,112,240.40	5,877,478.00
Taxa de Juro			19%			
11. Cash-Flow Actualizado (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
11.1. Factor de Actualização	1.000	0.840	0.706	0.593	0.499	0.419
11.2. Cash-Flow Simples Actualizado	- 4,290,470.00	1,338,250.08	1,136,104.51	954,709.67	794,138.76	1,577,820.45
11.3. Cash-Flow Acumulado Actualizado	- 4,290,470.00	-2,952,219.92	-1,816,115.40	-861,405.73	-67,266.97	1,510,553.48

Tabela A.7.3. Avaliação de viabilidade económica pelo Método de Fluxo de Caixa para o Modelo de esvaziamento e transporte privado.

1. Proveitos (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
1.1. Taxas cobradas para o esvaziamento	-	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00
1. Total	-	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00	5,376,000.00
2. Custos Operacionais (MT)						

Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
2.1. Equipamento de protecção individual	-	24,000.00	-	-	24,000.00	-
2.2. Gestão de Pessoal	-	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000
2.3. Combustível	-	1,040,000.00	1,040,000.00	1,040,000.00	1,040,000.00	1,040,000.00
2.4. Manutenção	-	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
2.5. Óleo da Bomba	-	676,000.00	676,000.00	676,000.00	676,000.00	676,000.00
2.6. Licença de saneamento	-	26,000.00	26,000.00	26,000.00	26,000.00	26,000.00
2.7. Outros	-	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00
2.Total	-	2,946,000	2,922,000	2,922,000	2,946,000	2,922,000
3. Amortizações (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
3.1. Edifício	-	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
3.2. Viatura	-	322,617.50	322,617.50	322,617.50	322,617.50	322,617.50
3.Total	-	382,617.50	382,617.50	382,617.50	382,617.50	382,617.50
Taxa de imposto	32%					
4. Resultados Operacionais (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
4.Total	-	2,047,382.50	2,071,382.50	2,071,382.50	2,047,382.50	2,071,382.50
5. Imposto (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
5.Total	-	655,162.40	662,842.40	662,842.40	655,162.40	662,842.40
6. Resultado Líquido (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
6. Total	-	1,392,220.10	1,408,540.10	1,408,540.10	1,392,220.10	1,408,540.10

7. Cash Flow de Exploração (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
7.Total	-	1,774,837.60	1,791,157.60	1,791,157.60	1,774,837.60	1,791,157.60
8. Investimento (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
8.1. Investimento Capital Fixo (ICF)	4,290,470.00	-	-	-	-	-
8.2. Investimento Capital Circulante (ICC)	-	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00
8. Total	4,290,470.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00	200,000.00
9. Valor Residual (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
9.1. Valor Residual do Capital Fixo (VRCF)						1,156,400.00
9.2. Valor Residual do Capital Circulante (VRCC)						1,000,000.00
9. Total						2,156,400.00
10. Cash-Flow (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
10. Cash-Flow Simples	- 4,290,470.00	1,574,837.60	1,591,157.60	1,591,157.60	1,574,837.60	3,747,557.60
10.2. Cash-Flow Acumulado	- 4,290,470.00	- 2,715,632.40	-1,124,474.80	466,682.80	2,041,520.40	5,789,078.00
Taxa de Juro	19%					
11. Cash-Flow Actualizado (MT)						
Descrição	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
11.1. Factor de Actualização	1.000	0.840	0.706	0.593	0.499	0.419

11.2. Cash-Flow Simples Actualizado	- 4,290,470.00	1,323,392.94	1,123,619.52	944,218.08	785,322.30	1,570,411.65
11.3. Cash-Flow Acumulado Actualizado	- 4,290,470.00	- 2,967,077.06	- 1,843,457.54	- 899,239.46	- 113,917.16	1,456,494.50

Tabela A.7.4. Mapa de Amortização para o Modelo de licenciamento.

Mapa de Amortizações						
Descrição	Valor de Aquisição (MT)	Taxa Anual de Amortização (MT)	Valor contabilístico (MT)	Valor de mercado (MT)	Valor Residual (MT)	Taxa de Imposto (%)
3.1. Edifício	3,000,000.00	2%	2,700,000.00	-	864,000.00	19.00
3.3. Viatura	1,290,470.00	25%	0.00	430,000.00	292,400.00	
Total	4,290,470.00	-	2,700,000.00	-	1,156,400.00	

Anexo 8. Produção de Biogás

Tabela A.8.1. Volume de biogás e bio-metano produzido por cidade em ambos cenários.

Cidade	T (°C)	Cenário 1				Cenário 2			
		Massa de sólidos (Ton)	Volume total de biogás a temperatura ambiente (m³)	Volume reutilizável de biogás (m³)	Volume de bio-metano (m³)	Massa de sólidos (Ton)	Volume total de biogás a temperatura ambiente (m³)	Volume reutilizável de biogás (m³)	Volume de bio-metano (m³)
Maputo	22.9	413.35	15,773.45	11,830.09	5,323.54	364.64	13,914.76	10,436.07	4,696.23
Matola	22.9	1,256.06	47,931.23	35,948.42	16,176.79	1,263.91	48,230.77	36,173.08	16,277.88
Xai-Xai	23.4	268.88	10,314.27	7,735.70	3,481.07	201.66	7,735.70	5,801.78	2,610.80
Inhambane	24.0	114.54	4,421.43	3,316.07	1,492.23	110.28	4,256.71	3,192.53	1,436.64
Chimoio	21.3	743.43	27,893.55	20,920.16	9,414.07	667.82	25,056.45	18,792.34	8,456.55
Beira	24.7	1,263.20	49,113.14	36,834.85	16,575.68	1,138.66	44,271.18	33,203.39	14,941.52
Tete	26.1	743.61	36,853.47	27,640.10	12,438.05	603.46	29,907.35	22,430.51	10,093.73
Quelimane	25.3	508.68	21,303.68	15,977.76	7,189.99	475.21	19,901.63	14,926.23	6,716.80
Mocuba	25.3	228.50	9,569.60	7,177.20	3,229.74	280.80	11,760.01	8,820.01	3,969.00
Nacala	25.4	609.00	26,089.68	19,567.26	8,805.27	450.00	19,277.85	14,458.39	6,506.27
Nampula	23.9	1,270.89	49,005.50	36,754.13	16,539.36	1,148.85	44,299.52	33,224.64	14,951.09
Pemba	25.6	337.65	15,113.20	11,334.90	5,100.71	303.47	13,583.27	10,187.45	4,584.35
Lichinga	19.6	232.88	8,187.98	6,140.98	2,763.44	306.11	10,762.82	8,072.11	3,632.45