

Soluções e tecnologias de saneamento a seco - uma ferramenta simplificada de apoio à decisão

Margarida Santos ^{a,*}, Rita Matos^b, Liliana Alves^c, José Saldanha Matos ^{a,b}

^a CERIS _ Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

^b HIDRA, Hidráulica e Ambiente Lda, AV Defensores de Chaves, nº31 1º Esq.do Lisboa

^c DNA - Direcção Nacional das Águas de Angola, Via S8 Condomínio Dolce Vita, Ed. 1D, Talatona, Luanda, Angola, Luanda, Angola

Resumo

Neste artigo são apresentadas as bases de uma ferramenta simplificada de apoio à decisão, para a seleção de tecnologias de saneamento a seco. A ferramenta baseia-se numa análise multicritério que inclui critérios em quatro vertentes: social (S), económica (E), técnica (T) e ambiental (A), permitindo comparar as várias opções elegíveis, com potencial aplicação nomeadamente a países em vias de desenvolvimento onde prevalece, em grande parte, a condição de saneamento a seco, com latrinas de diversos tipos, não só em meio rural como em meio periurbano. A interface consiste num formulário digital a preencher pelo utilizador. Após o preenchimento, o utilizador pode, na mesma interface, acionar a ferramenta. Com o acionamento é preenchida uma matriz, com valores de 1 a 5, com “inputs” do utilizador, respeitando a valoração dos critérios de avaliação de cada uma das tecnologias. No artigo é exemplificada a aplicação do modelo multicritério a quatro cenários distintos, com variação de variáveis como a distância do solo ao nível freático, o tipo de solo (escavável ou não) e a densidade populacional. A ferramenta desenvolvida permite aplicar, de forma rápida e sistematizada, um mesmo raciocínio de decisão a vários contextos, sendo particularmente útil em fases precoces do planeamento de infraestruturas de saneamento, para servir populações vulneráveis, de baixo rendimento.

Palavras-Chave: Aplicação multicritério, ferramenta de decisão, gestão de lamas fecais, países em vias de desenvolvimento, saneamento a seco.

Doi: 10.22181/aer.2025.0103

* Autor para correspondência
E-mail: jose.saldanha.matos@tecnico.ulisboa.pt

Solutions and technologies for dry on-site sanitation – a simplified supporting decision tool

Margarida Santos ^{a,*}, Rita Matos^b, Liliana Alves^c, José Saldanha Matos ^{a,b}

^a CERIS _ Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

^b HIDRA, Hidráulica e Ambiente Lda, AV Defensores de Chaves, nº31 1º Esq.do Lisboa

^c DNA - Direcção Nacional das Águas de Angola, Via S8 Condomínio Dolce Vita, Ed. 1D, Talatona, Luanda, Angola, Luanda, Angola

Abstract

This paper presents the basis of a simplified decision support tool, based on a multi-criteria analysis that includes criteria in four aspects: social (S), economic (E), technical (T) and environmental (A), allowing comparison of the various eligible technologies for dry sanitation facilities, with potential application especially for developing countries, where dry sanitation (various types of latrines) still prevails, not only in rural but also in peri-urban areas. The interface consists of a digital form to be filled in and activated by the user. Following activation, a matrix, that matches the evaluation criteria to each of the dry sanitation technologies is filled in with values from 1 to 5, depending on the verification of specific conditions, which are specified by the user inputs. The application of the multicriteria model is exemplified for four different scenarios. The developed tool, which is still evolving, allows the use of the same decision reasoning to various contexts, rapidly and systematically, and it is particularly useful in early stages of urban sanitation infrastructures, for serving the most poor and vulnerable.

Keywords: Decision tool, developing countries, dry sanitation; faecal sludge management, Multicriteria application.

Doi: 10.22181/aer.2025.0103

* Corresponding author

E-mail: jose.saldanha.matos@tecnico.ulisboa.pt

1 Introdução

O saneamento seguro define-se como o acesso a soluções de saneamento que permitem separar o excreta do contacto humano, e ainda que não tenha lugar a partilha de instalações entre famílias e em que se proceda a uma gestão adequada do excreta (fezes e urina), em termos de saúde pública e proteção do ambiente. Em 2020, 54% da população mundial tinha acesso a saneamento seguro, enquanto 6%, sobretudo na África subsariana, ainda praticava defecação a céu aberto, cuja intenção de total erradicação está expressamente mencionada no Objetivo 6 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que se refere a água e saneamento, dado assumir um papel relevante na cadeia de transmissão de doenças (WHO & UNICEF, 2021).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), melhores condições de água potável, saneamento e higiene poderiam evitar a morte anual de 297 000 crianças com idade inferior a 5 anos (WHO, 2022). Melhores condições de saneamento são também benéficas a nível económico e para o desenvolvimento da sociedade. Em Hutton (2012), afirma-se que por cada dólar investido em saneamento, resulta um retorno de 5,5 dólares para a sociedade, por poupança noutros setores, como o da saúde ou da educação. No entanto, à escala do setor da água (e saneamento), a sustentabilidade financeira dos serviços pode constituir um desafio especialmente difícil de alcançar, se se pretender que resulte exclusivamente de tarifas ou taxas a aplicar a populações especialmente pobres e vulneráveis (Perard, 2018).

O saneamento seguro encontra-se tradicionalmente associado a redes de coletores e estações de tratamento de águas residuais. No entanto, o saneamento a seco pode constituir a alternativa segura mais viável e sustentável, especialmente no caso de populações de baixo rendimento e sem distribuição de água ao domicílio. O saneamento a seco caracteriza-se por utilizar pouca ou nenhuma água na sua operação, e por gerar, assim, maioritariamente, apenas lamas fecais. Um serviço seguro de saneamento a seco requer, em regra e em meio urbano densamente ocupado, uma cadeia de serviços completa, ou seja, para além da manutenção das latrinas propriamente ditas, uma cadeia de serviços de gestão de lamas fecais que assegurem, periodicamente, a recolha, o transporte, o tratamento e eventual valorização das lamas. Uma latrina em meio urbano densamente ocupado que não seja complementada com serviços adequados de gestão pode transbordar, acabando as lamas fecais por serem ilegalmente descarregadas no meio ambiente (Strande et al., 2014).

Neste artigo apresenta-se e discute-se uma ferramenta multicritério de apoio à decisão, para a seleção da tecnologia de saneamento a seco mais apropriada, com potencial aplicação nomeadamente a regiões desfavorecidas (sem abastecimento de água ao domicílio) de países em vias de desenvolvimento. A ferramenta inclui critérios nas vertentes sociais, ambientais, técnicas e económicas, e foi preparada para facilitar e sistematizar a decisão multicritério, permitindo aplicar, de forma simples, automática e expedita, um mesmo critério de decisão a diferentes situações e contextos.

2 Metodologia

2.1 Desenvolvimento da ferramenta

A informação de base relativa às características das diversas soluções de saneamento a seco (diversos tipos e opções de latrinas) foi adquirida por consulta e análise de bibliografia da especialidade e pela experiência de co-autores do artigo em vários projetos na África Subsariana em que intervieram na última década, nomeadamente em Moçambique e Angola, e beneficiou de trabalho desenvolvido no âmbito de um grupo de trabalho da International Standardization

Organization (ISO), o grupo ISO/TC 224/WG 8, relativo a "Onsite domestic wastewater management".

A ferramenta de decisão foi preparada em Microsoft Excel VBA. O primeiro passo para o desenvolvimento da ferramenta foi selecionar as tecnologias mais comuns de saneamento a seco. Teve-se em conta, fundamentalmente, as opções a seco apresentadas em Tilley et al.(2014), nomeadamente as seguintes: Latrina seca melhorada, Latrina seca ventilada, Latrina dupla ventilada, Fossa alterna e Latrina ecológica (em alternativa à latrina elevada, em que não tem lugar a separação de urina e fezes). Considerou-se, ainda, uma alternativa à Latrina ecológica referida naquela publicação, designada neste artigo como Latrina de Confinamento em Recipiente, LCR (em linguagem anglo-saxónica "CBS- Container based sanitation"), que assume a separação de urina, mas é mais viável economicamente do que a solução tradicional de Latrina ecológica (Remington et al. 2016). O recipiente é usualmente metálico ou de plástico, e recuperável, munido de ganchos e argolas para mais fácil movimentação. Os LCR são recolhidos porta a porta, quando cheios, sendo então substituídos por recipientes vazios. Existe um recipiente para as fezes e outro para a urina que, após a recolha, devem ser encaminhados para uma estação de tratamento de lamas fecais (ETLF) ou para uma Estação de tratamento de águas residuais, com co-tratamento de lamas.

A Latrina seca melhorada consiste numa simples abertura por escavação no solo onde as fezes e a urina (excreta) e materiais de limpeza se acumulam, e que é coberta por uma laje, frequentemente em cimento. A latrina tradicional, sem a cobertura apropriada e que não permite a separação efetiva das pessoas do excreta (separação sanitária) não é considerada como saneamento seguro, e não se considera elegível no âmbito deste artigo.

A Latrina seca ventilada é semelhante à latrina seca melhorada, mas inclui uma superestrutura equipada com um sistema de ventilação, em regra uma tubagem protegida com rede, para evitar mosquitos e outros vetores. Consoante a densidade populacional e a disponibilidade de terrenos, quer a Latrina seca melhorada quer a Latrina seca ventilada podem dispensar o esvaziamento periódico, se houver espaço suficiente para construir, ao lado, novas infraestruturas, que entram em serviço quando a anterior se encontrar totalmente preenchida. A Fossa alterna é uma dupla Latrina seca melhorada, com utilização alternada sequencial. Enquanto uma das Latrinas está em uso, as lamas fecais acumuladas na outra latrina continuam em processo de desidratação e estabilização biológica. A Latrina dupla ventilada funciona, tal como a fossa alterna, sequencialmente, mas cada uma das duas latrinas é uma Latrina seca ventilada, muitas vezes com aproveitamento da mesma superestrutura móvel (Tilley et al. 2014).

O código do programa está organizado em três secções principais: a) a secção de seleção das tecnologias elegíveis e de eliminação das tecnologias não elegíveis; b) a secção de avaliação das tecnologias de acordo com os critérios pré-definidos, e c) a secção de aplicação da análise multicritério, para efeitos da recomendação da tecnologia a selecionar.

Na secção a), para a identificação das tecnologias não elegíveis, são usados os seguintes cinco parâmetros:

1 - *Elevado nível freático*, que exclui as tecnologias que necessitem de escavação profunda, ou seja, praticamente todas as opções exceto as de Latrina de confinamento em recipientes, e a latrina ecológica, e que tem lugar quando a distância do nível do solo ao nível freático é menor do que 2 metros, nalgum período do ano.

2- *Risco de inundações*, ou seja, relacionado com a frequência de eventos de cheias, e que conduz à exclusão de praticamente todas as tecnologias elegíveis, exceto a de Latrina de

confinamento em recipiente e a latrina ecológica/latrina elevada, e que tem lugar quando se prevê inundação para um período de retorno da cheia igual a 5 anos.

3- Não disponibilidade de espaço, quando a área de implementação disponível é inferior à área exigida pela tecnologia.

4 -Elevada densidade populacional, que exclui, essencialmente por razões económicas, a Fossa alterna e Latrina dupla ventilada, caso se verifique uma densidade populacional inferior a 200 habitantes por hectare.

5 –Não existência de uma cadeia de serviço que, se essa opção for selecionada pelo utilizador, resulta na exclusão de tecnologias que necessitem de recolha, transporte e tratamento posterior das lamas fecais, isto é, exclui a opção de Latrina de confinamento em recipientes e, no caso da densidade populacional da zona ser superior a 200 hab/ha ,as opções de Latrina seca melhorada e de Latrina seca ventilada.

Na figura 1 é apresentado um esquema simplificado de seleção de opções gerais de saneamento a seco e a água, em função da densidade populacional e da capitação. As tecnologias de saneamento a seco consideram-se genericamente viáveis quando os consumos de água per capita são muito baixos, isto é, inferiores a 30 a 50 l/hab/dia.

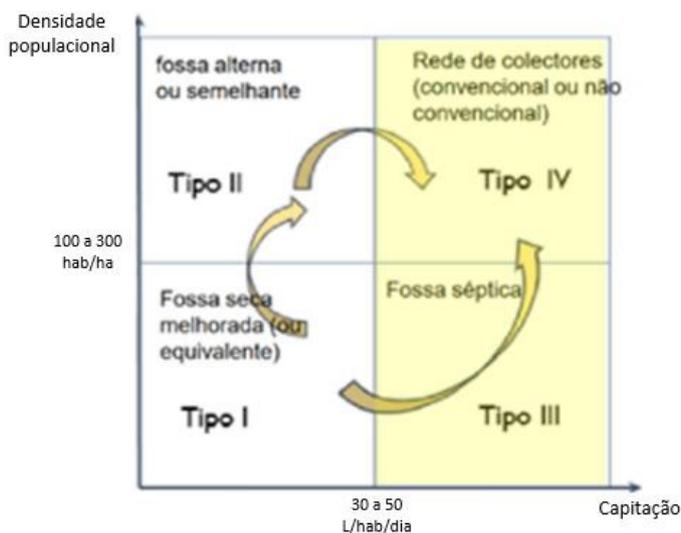


Figura 1. Elegibilidade de tecnologias de saneamento, em função da densidade populacional e da capitação de água

As vertentes e critérios de avaliação das diversas opções tecnológicas são organizados numa matriz. A matriz consta em folha de Excel tornada invisível e que é preenchida com classificações, para cada tecnologia e critério, que variam entre 1 e 5.

Os critérios de avaliação constam para as quatro vertentes ou dimensões consideradas: **Social**, **Económica**, **Técnica** e **Ambiental**. A ferramenta aplica-se exclusivamente a opções de Saneamento a Seco, e designa-se como SETA@ss. A vertente económica subdivide-se em custos de investimentos e encargos de operação e manutenção, ao longo do horizonte de projeto (Matos et al. 2021).

No modelo, os critérios de índole social são os seguintes:

S.1 – Potencial de odores ofensivos

S.2 – Riscos para a saúde pública, avaliados em termos de potencial de contacto humano com

lamas fecais não estabilizadas

S.3 – Riscos para a saúde pública, avaliados em termos de potencial de desenvolvimento de insetos e mosquitos

S.4 – Potencial de criação de emprego, e fomento de empreendedorismo e desenvolvimento

Ao nível económico:

E1 – Investimentos, que são estimados, na falta de dados específicos, em curvas de custo adaptadas de bibliografia da especialidade, e que constam na ferramenta de cálculo.

E2 – Encargos de operação e manutenção, que são estimados, na falta de dados específicos, em curvas de custo adaptadas de bibliografia da especialidade, e que também constam na ferramenta

E3 – Benefícios económicos decorrentes de reutilização dos biosólidos, ou seja, das lamas estabilizadas.

Ao nível de desempenho técnico:

T1 – Proximidade física à Estação de Tratamento de Lamas Fecais (ETLF)

T2 – Complexidade e dificuldade de construção da infraestrutura

T3 – Dificuldade em operar e manter a infraestrutura

Ao nível de impacte ambiental:

A1 – Riscos de contaminação de águas subterrâneas

A2 – Riscos de contaminação do solo ou do meio hídrico recetor

A3 – Potencial de “circularidade” de recursos (i.e. de recuperação de energia, de materiais, ou de nutrientes para a fertilização de solos)

Na ferramenta, uma vez preenchida a matriz é determinada a média dos valores assumidos pelos diferentes critérios, por vertente e tecnologia, e é seguidamente calculada a média ponderada, de acordo com os pesos assumidos pelo utilizador para cada uma das vertentes. Ou seja, assume-se, simplificada, na versão desenvolvida, que os critérios pertencentes a uma mesma vertente assumem todos o mesmo peso. Do resultado ponderado e normalizado resulta uma pontuação final entre 1 e 5 para cada tecnologia, sendo naturalmente recomendada a tecnologia, para cada zona ou área específica de implantação, a que obtiver a pontuação mais elevada.

Como anteriormente referido, precedendo a fase de avaliação e seleção da tecnologia, existiu, para a formação do modelo multi-critério, um trabalho de seleção das tecnologias de saneamento a seco potencialmente elegíveis, no geral, e das tecnologias elegíveis em função dos contextos específicos, seja de profundidade ao nível freático, e risco de inundações, densidade populacional, e distancia à ETLF, entre outras.

Na figura 2 apresenta-se um esquema que permite visualizar, de forma sucinta, as diversas vertentes e critérios do modelo, por forma a que, por ponderação de cada critério, se valoriza a solução em análise.

VERTENTE	CRITÉRIOS	PESOS	AVALIAÇÃO PARCIAL	AVALIAÇÃO TOTAL
Social	S1 – Potencial de odores ofensivos	P1	$A1 = P1 \times (S1 + S2 + S3 + S4)$	$\sum_{i=1}^4 A_i$
	S2 – Riscos para a saúde pública, avaliados em termos de potencial de contacto humano com lamas fecais não estabilizadas			
	S3 – Riscos para a saúde pública, avaliados em termos de potencial de desenvolvimento de insetos e mosquitos			
	S4 – Potencial de criação de emprego, e fomento de empreendedorismo e desenvolvimento			
Económica	E1 – Investimentos, que são estimados, na falta de dados específicos, em curvas de custo adaptadas de bibliografia da especialidade, e que constam na ferramenta de cálculo	P2	$A2 = P2 \times (E1 + E2 + E3)$	$\sum_{i=1}^4 A_i$
	E2 – Encargos de operação e manutenção, que são estimados, na falta de dados específicos, em curvas de custo adaptadas de bibliografia da especialidade, e que também constam na ferramenta			
	E3 – Benefícios económicos decorrentes de reutilização dos biosólidos, ou seja, das lamas estabilizadas			
Tecnológica	T1 – Proximidade física à estação de tratamento de lamas fecais	P3	$A3 = P3 \times (T1 + T2 + T3)$	$\sum_{i=1}^4 A_i$
	T2 – Complexidade e dificuldade de construção da infraestrutura			
	T3 – Dificuldade em operar e manter a infraestrutura			
Ambiental	A1 – Riscos de contaminação de águas subterrâneas	P4	$A4 = P4 \times (A1 + A2 + A3)$	$\sum_{i=1}^4 A_i$
	A2 – Riscos de contaminação do solo ou do meio hídrico receptor			
	A3 – Potencial de "circularidade" de recursos (i.e. de recuperação de energia, de materiais, ou de nutrientes para a fertilização de solos)			

NOTA: Alguns dos critérios assumem valores ou condições mínimos exigidos, sem a qual a solução não é aceite para avaliação.

Figura 2. Esquema de avaliação de modelo multicritério SETA@ss

3 Resultados e Discussão

No Quadro 1 apresentam-se, a título exemplificativo, os dados para aplicação do instrumento multicritério de decisão a quatro cenários distintos (Cenário 1 a Cenário 4).

Quadro 1. "Inputs" do utilizador relativamente a quatro potenciais cenários do exemplo

Características	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Contexto favorável a reutilização de produtos (urina ou biosólidos) ?	não	não	não	não
Condutividade hidráulica do solo (K (m/s))	$<10^{-9}$	$<10^{-9}$	$<10^{-9}$	$<10^{-9}$
Profundidade do nível freático (m)	10	10	10	10
É dispensável uma cadeia de serviços para as lamas fecais?	Não	Não	Sim	Sim
Período de retorno de inundações do local (T, anos)	10	10	10	10
Distância à ETLF (m)	1000	1000	1000	1000
Tipo de transporte de lamas	manual	mecânico	mecânico	mecânico
Densidade populacional (hab/ha)	300	300	150	150
Peso da vertente social	25	25	25	10
Peso da vertente económica (I+O&M)	12.5+25	12.5+25	12.5+25	35+35
Peso da vertente técnica	12.5	12.5	12.5	10
Peso da vertente ambiental	25	25	25	10

Os quatro cenários variam conforme variáveis locais e de contexto, incluindo nomeadamente: a) se o contexto é favorável a reutilização de produtos (urina ou bio sólidos); b) a condutividade hidráulica dos solos; c) a distancia ao nível freático; d) se é dispensável uma cadeia de serviços de gestão de lamas fecais; e) nível de risco de inundações (T), f) e g) distancia à Estação de Tratamento de Lamas Fecais (ETLF) e tipo de transporte das lamas (manual ou mecânico) e h) densidade populacional na área a servir.

No exemplo, também variam os pesos assumidos para as diversas vertentes, desde o Cenário 1, em que as vertentes social e ambiental tem o mesmo peso (25%), a vertente económica tem o peso 32,5% (12,5 % para o investimento e 25% para os custos de operação e manutenção) e a vertente técnica 12,5%, até ao cenário 4, em que a vertente económica assume grande relevância (peso 70%) e as outras vertentes assumem um peso reduzido (10%).

No exemplo assume-se que o contexto social e económico não é favorável à reutilização de produtos (urina e lama estabilizada, i.e. biosólido) ficando excluída, por exemplo, a solução de latrina ecológica. Ao contrário dos cenários 1 e 2, nos cenários 3 e 4, em face também da relativamente baixa densidade populacional (menor que 200 hab/ha) não se requer uma cadeia de serviços de lamas fecais, ou seja, a necessidade de operações de esvaziamento, transporte e tratamento final das lamas. Nesse caso, e tal como ocorre normalmente em meio rural, depois de uma latrina estar cheia tapa-se e abre-se outra ao lado.

No Quadro 2 apresentam-se os resultados da aplicação do modelo multicritério aos quatro cenários.

Quadro 2. Resultados da aplicação do modelo multicritério aos quatro cenários.

Cenário	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Tecnologia recomendada	Fossa alterna	Latrina de confinamento em recipiente	Latrina seca ventilada	Latrina seca melhorada

Os resultados que constam do Quadro 2 resultam da aplicação de critérios de exclusão das tecnologias em face das características e condições do local, e dos valores, entre 1 e 5, atribuídos a cada um dos critérios de valoração, assumidos no modelo para as diversas tecnologias.

Na Simulação-Cenário 1, a zona a servir corresponde a uma área urbana com ocupação elevada, o que obriga a ter uma cadeia de serviços, com condições viáveis para escavação (terra), e com baixo risco de inundações, mas sem potencial de reutilização dos produtos - nesse caso, o resultado da aplicação do modelo, em face da valoração dos diversos critérios, e dos pesos das diversas vertentes, recomenda a opção “Fossa alterna”.

No exercício da Simulação-Cenário 2 varia, relativamente à Simulação-Cenário 1, o modo de transporte de lamas fecais, que passa de manual a mecânico, por opção do utilizador. Nesse caso, a solução recomendada passa a ser a “LCR- Latrina de Confinamento em Recipiente”, uma vez que a condição de transporte manual a uma distância superior a 500 m deixa de se verificar e condiciona essa opção. No caso do LCR, esse critério de exclusão não se aplica, e a solução LCR torna-se preferível por razões essencialmente económicas.

No exercício da Simulação-Cenário 3, a densidade populacional é menor, e a recomendação recai em “Latrina seca ventilada”, dado não ser exigível uma cadeia de serviços de esvaziamento, transporte e tratamento das lamas fecais, e a vertente económica ganha relevância, em face dos pesos das diversas vertentes.

No exercício da Simulação-Cenário 4 altera-se, face à Simulação-Cenário 3, a distribuição dos pesos das diferentes vertentes, dando-se muito mais peso à vertente económica. Em face dessa opção do utilizador, a aplicação do modelo resulta na recomendação da “Latrina seca melhorada”, e vez de “latrina seca ventilada” dado que embora seja pior avaliada em termos ambientais e sociais, apresenta menores custos, que se revela crucial para a recomendação, em face do peso da vertente económica.

Estes exercícios revelam, que diferentes condições de contexto resultam em diferentes opções tecnológicas, e que as soluções tecnológicas podem variar, em função da importância e peso dado a cada uma das quatro vertentes.

O modelo multicritério apresenta, ainda assim, um número restrito de vertentes e de critérios, sendo igualmente relativamente pouco exigente no que respeita aos dados de base e informação requerida.

4 Conclusões

O modelo ou ferramenta de cálculo automático SETA@SS, embora de limitada complexidade, pode ser útil para, ainda numa fase precoce do planeamento, levar a cabo de forma automatizada a análise qualitativa e comparativa das diversas opções tecnológicas de saneamento a seco num dado território. O recurso ao SETA@SS pode ser particularmente útil para o planeamento do saneamento em espaços periurbanos de cidades em desenvolvimento, onde se concentra a maior parte da população vulnerável, a viver muitas vezes em condições de pobreza extrema. O facto de se tratar de uma ferramenta simples, com pouca exigência em termos de dados e de informação, permite a sua aplicação expedita a diferentes zonas ou bairros das cidades.

No futuro, será interessante fazer evoluir a ferramenta para incluir informação adicional relativamente aos benefícios económicos de recuperação de recursos (biosólidos), para proceder a estimativa mais realista de custos totais atualizados de cada opção tecnológica, e a alargar o exercício não só à escolha do tipo de latrina, mas também à escolha de opções para os outros segmentos da cadeia de serviços de gestão, nomeadamente do esvaziamento, do transporte e do tratamento e valorização das lamas fecais.

Referências

- Hutton, G. (2012). Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage. WHO.
- Matos R., Ferreira F., Alves L., Ramos E., Costa L., Matos J. (2021). Multi-Criteria Framework for Selection of City-Wide Sanitation Solutions in Coastal Towns in Northern Angola doi: <https://doi.org/10.3390/su13105627>
- Perard, E. (2018). Economic and financial aspects of the sanitation challenge: A practitioner approach.
- Remington C., Cherrak M., Preneta N., Kramer S., Mesa B. (2016) A social business model for the provision of household ecological sanitation services in urban Haiti
- Strande, L., Ronteltap, M., & Brdjanovic, D. (2014). Faecal Sludge Management - Systems Approach for Implementation and Operation. Londres: IWA Publishing
- Tilley E., Lüthi C., Morel A., Zurbrügg C., Schertenleib R. (2014). Compendium of Sanitation Systems. IWA Publishing.
- WHO. (2022). Sanitation:key facts <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>. Consultado a 31 de março de 2023.
- WHO & UNICEF. (2021) Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020 Five years into the SDGs. WHO
- Tilley E., Lüthi C., Morel A., Zurbrügg C., Schertenleib R. (2014). Compendium of Sanitation Systems. IWA Publishing.
- WHO (2022). Sanitation:key facts <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>. Consultado a 31 de março de 2023.
- WHO & UNICEF. (2021) Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020 Five years into the SDGs. WHO