



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**Departamento de Ciências da Terra**

# **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO NO LOBITO-ANGOLA**

Josias Kuyala Gomes

**MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS – RAMO DE AMBIENTE E ORDENAMENTO**

**Outubro, 2013**





**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**Departamento de Ciências da Terra**

# **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO NO LOBITO-ANGOLA**

**Josias Kuyala Gomes**

**MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS – RAMO DE AMBIENTE E ORDENAMENTO**

## **Orientadores científicos**

Prof. Doutora Ana Maria Castilho, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade  
de Coimbra

Prof. Doutor Fernando Gaspar Pita, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade  
de Coimbra

**Outubro, 2013**

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho à minha mãe Marta Sipangula  
meu exemplo de vida, o meu suporte!

## **Agradecimentos**

O desenvolvimento deste trabalho tornou-se possível graças ao contributo de várias pessoas para as quais manifesto o meu profundo reconhecimento e gratidão, em especial:

- Ao Doutor Fernando Gaspar Pita e a Doutora Ana Maria Castilho pelo discernimento, paciência e zelo com que serviram de críticos e orientadores;
- Aos professores do mestrado pelos ensinamentos e disponibilidade;
- Ao Engenheiro Benjamim Caluvi da Ambiáfrica, pela disponibilidade, incentivo, apoio e amizade que sempre me dispensou ao longo deste trabalho;
- As instituições do estado e empresas particulares que contribuíram no fornecimento de dados e informações.
- Aos meus colegas do mestrado, em especial o Alfredo Lemos, Paulo Saque, Rufino Camela, Elizabeth Carvalho, Evandro André, Judith Matias pela partilha de angústias, pelo apoio e incentivo sempre manifestados.
- Aos profissionais intervenientes nos Sistemas de Gestão de Resíduos pela sua disponibilidade e colaboração e ainda pelos seus pareceres e opiniões que enriqueceram este trabalho.
- A minha esposa Ester Chombe pelo encorajamento e apoio que me deu em todas as fases do curso.
- Aos meus filhos Regina Gomes e Einstein Gomes que apoiaram direta ou indiretamente, suportando as minhas ausências.
- Aos meus pais Amândio Gomes e Marta Sipangula pela educação e transmissão de valores que me orientam.
- Aos meus irmãos pelo carinho e incentivos que sempre me dedicaram.
- Aos meus amigos e colegas de trabalho que sempre me apoiaram.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

## **Resumo**

Actualmente, os resíduos sólidos urbanos constituem uma das principais preocupações para as entidades responsáveis pela sua gestão, devido ao aumento da sua produção, resultante do crescimento da população e de uma sociedade cada vez mais consumista.

No Lobito os resíduos sólidos urbanos são depositados em uma lixeira. Sabemos que as lixeiras são potenciais focos de doenças de poluição e contaminação, pois as águas da chuva, juntamente com as escorrências naturais dos resíduos (lixiviados), podem infiltrar-se no solo e poluir os aquíferos de água subterrânea e as massas de água superficial. Uma das soluções para eliminar esses impactes passa pela deposição correcta dos resíduos, em aterros sanitários devidamente construídos e explorados.

Embora um aterro sanitário seja uma instalação confinada, com revestimento para impedir a fuga dos lixiviados ou dos gases, que podem resultar na contaminação do meio circundante, a possível degradação do revestimento torna prudente e necessária uma escolha criteriosa do local para construção de um aterro. Este local deve possuir características naturais que forneçam uma protecção natural, caso o revestimento não funcione.

Assim, a escolha adequada de locais para a implantação de aterros sanitários é fundamental para garantir a integridade do meio ambiente e o bem-estar das populações. A localização deste tipo de infra-estrutura é condicionada por um vasto e conjunto de constrangimentos legais, ambientais e socioeconómicos. Salientam-se os factores antrópicos, como a existência de áreas habitacionais, zonas industriais, infra-estruturas, captações de água e áreas classificadas; e os factores naturais como os factores geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos e geomorfológicos. É ainda primordial para a exploração de um aterro a sua distância aos principais centros produtores de resíduos.

Aliando esses factores às técnicas de geoprocessamento, é possível a selecção de áreas aceitáveis para a implantação de um aterro sanitário.

Neste trabalho usa-se uma metodologia, baseada em restrições geográficas e índices numéricos, em ambiente SIG, para a identificação de potenciais locais para a instalação de aterro sanitário no Lobito.

### **Palavras chave:**

Resíduos Sólidos Urbanos, Aterro Sanitário, SIG, Restrições.

## **Abstract**

Currently, municipal solid waste are a source of problems for the authorities responsible for its management, due to the increase of the production resulting from the population growth and an increasingly consumerist society.

In Lobito, the solid waste management is provided by two private companies, the Ambiáfrica and the Envirobac, where the first covers the urban area and the second the peripheral areas. However, the waste collected is sent to the dump. A dump is a potential outbreak of disease, pollution and contamination. Rainwater, along with the natural runoff and lixiviates, seeps into the ground and pollute ground water and surface water. These impacts can be minimized with proper disposal in landfills.

The choice of suitable sites for landfills is critical to ensure the integrity of the environment and the well-being of the populations. The location of this type of infrastructure is constrained by physical, environmental and socio-economic factors. Combining these factors with geoprocessing techniques, it is possible to select suitable areas for the establishment of a landfill.

This work uses a methodology, based on geographical restrictions and numerical indices, in a GIS environment, to identify potential sites for the installation of landfill in Lobito.

## **Keywords:**

Municipal Solid Waste, Landfill, GIS, Restrains.

## Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento da Dissertação.....	1
1.2. Objectivos.....	2
1.3. Relevância do tema .....	2
1.4. Organização do trabalho.....	3
1.5. Metodologia .....	4
<b>2. Enquadramento.....</b>	<b>5</b>
2.1. Enquadramento Geográfico.....	5
2.2. Geologia.....	6
2.3. Geomorfologia.....	8
2.4. Climatologia e hidrologia.....	9
2.5. Pedologia.....	11
2.6. Características económicas e sociais. ....	12
<b>3. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.....</b>	<b>13</b>
3.1. Evolução histórica da Gestão de Resíduos.....	13
3.2. Tipologia.....	15
3.3. Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	17
3.3.1. Reciclagem.....	18
3.3.2. Compostagem.....	19
3.3.3. Biometanização.....	20
3.3.4. Incineração.....	21
3.3.5. Aterro Sanitário .....	22
3.4. Impactes dos resíduos sobre o ambiente.....	24
<b>4. Gestão de Resíduos Sólidos no Lobito – Angola.....</b>	<b>27</b>
4.1. A gestão dos Resíduos sólidos em Angola.....	27
4.2. Tratamento e Gestão dos Resíduos no Lobito.....	28
4.3. A Lixeira do Lobito.....	31
<b>5. Selecção de local para a implantação de um aterro sanitário.....</b>	<b>34</b>
5.1. Critérios e recomendações para a selecção de local para aterro sanitário.....	34
5.2. Metodologia de selecção do local.....	37
5.3. Aplicação da metodologia adoptada na identificação de locais para a Implantação de um aterro sanitário no Lobito.....	44

<b>6. Conclusões e considerações finais.....</b>	<b>53</b>
6.1. Síntese conclusiva.....	53
6.2. Principais limitações e recomendações.....	54
Bibliografia.....	56

## Índice de Figuras

Figura 2.1- Localização do Lobito na província de Benguela (Cavita, 2011).....	5
Figura 2.2 - Excerto da carta geológica da Bacia de Benguela (adaptado de Guiraud et al., 2010).....	7
Figura 2.3- Distribuição da precipitação média anual (mm) em Angola (MINUA, 2006).....	10
Figura 4.1 - Contentores usados para a deposição de RSU.....	29
Figura 4.2 - Limpeza dos espaços públicos.....	30
Figura 4.3 - Varredora mecânica.....	30
Figura 4.4 - Imagem da lixeira do Lobito.....	31
Figura 4.5 - Camião na balança (A); Monitor da balança (B).....	32
Figura 4.6 - Máquinas usadas para compactar e enterrar o lixo.....	33
Figura 5.1 – As duas fases de um modelo SIG (segundo Costa et al., 2003).....	38
Figura 5.2 - Mapa de ocupação do solo.....	45
Figura 5.3 - Mapa de áreas construídas.....	46
Figura 5.4 - Mapa de áreas classificadas.....	47
Figura 5.5 - Mapa de declives.....	48
Figura 5.6 - Mapa de altimetria criado a partir da imagem ASTGTM2_S13E013, com localização de falhas prováveis, georreferenciadas a partir da informação disponível nas folhas 227/228 da carta geológica de Angola na escala 1:100.000 (Galvão e Silva, 1972).....	49
Figura 5.7 - Mapa de áreas de exclusão.....	51

## Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Lista Angolana de Resíduos (LAR).....	16
Tabela 3.2- Comparação entre compostagem e digestão anaeróbia Martinho e Gonçalves (2000).....	21
Tabela 3.3 - Vantagens e desvantagens dos aterros sanitários (Pita, 2009).....	23
Tabela 3.4- Riscos inerentes a uma lixeira (Levy e Cabeças, 2006).....	26
Tabela 4.1 - Quantidade de resíduos sólidos depositados na lixeira do Lobito no mês de Março de 2012.....	32
Tabela 5.1 - Critérios para a Identificação de áreas de exclusão.....	39
Tabela 5.2 - Parâmetros/critérios de ponderação global.....	41
Tabela 5.3 - Classificação dos diversos critérios para escolha do melhor local para aterro (Russo, 2003).....	41

## **1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 – Enquadramento da Dissertação**

Duma forma geral, a generalidade das cidades angolanas apresentam um saneamento básico precário. A rede de esgoto é praticamente inexistente na maioria dos casos. No que se refere ao lixo a situação é ainda pior. Poucas cidades dispõem de um serviço adequado de gestão dos resíduos sólidos. A recolha dos resíduos é insatisfatória e a deposição final é feita em áreas a céu aberto que não constituem aterros sanitários. Este problema é agravado pelo crescimento da população que contribui significativamente para o incremento da produção de lixo.

O lixo depositado de maneira inadequada pode causar diversos problemas como o alastramento de doenças, poluição dos solos, das águas e do ar. Esses impactos podem ser minimizados com a deposição correcta em aterros sanitários.

Existem muitos procedimentos técnicos de gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Todavia, qualquer que seja o destino final adoptado para os resíduos, é sempre necessário um aterro sanitário, ou como solução única de gestão ou como infra-estrutura complementar de apoio aos demais processos de tratamento (Levy e Cabeças, 2006).

A escolha do local adequado para a implantação de um aterro sanitário é um desafio para muitos municípios. No entanto, como refere Pita (2009), o planeamento e ordenamento do território é determinante na escolha, projecto e funcionamento dos aterros sanitários. São indispensáveis estudos de impacte ambiental em todos os locais previstos para estas infra-estruturas, de modo a assegurar a sua conformidade com a saúde pública, a estética e uso futuro do local.

No Lobito, assim como em algumas cidades de Angola, já existem empresas que efectuem a recolha de resíduos sólidos. Contudo, os bairros novos não são abrangidos por esses serviços por falta de acesso. Muitos desses bairros são construídos de forma desorganizada, com acessos muito estreitos, impossibilitando o acesso de viaturas, o que torna difícil o transporte de resíduos e, conseqüentemente, o lixo acumula-se no próprio local onde é produzido. Deste modo, existem muitos focos de lixo nestas áreas.

Apesar da limpeza urbana ser assegurada por empresas, efectuando serviços de recolha e varredura de ruas, o grande problema está na deposição final dos resíduos. Os resíduos recolhidos são encaminhados para a lixeira do Lobito, onde depois de compactados são enterrados.

Nas lixeiras, em regra, verifica-se a permanente autocombustão dos resíduos amontoados, deliberada ou não, com a conseqüente emissão nociva de fumos e odores desagradáveis. Para além disso, é comum a descarga de resíduos de forma incontrolada e desordenada, quer pelos municípios quer por particulares, com a conseqüente ocorrência de lixiviados e de gases nocivos. É ainda de referir que a maioria das lixeiras não se encontra vedada, com todos os inconvenientes que esta situação acarreta (Levy e Cabeças, 2006).

Assim, o país deve esforçar-se em erradicar as lixeiras, encerrando-as e selando-as, e encaminhando os resíduos para destinos finais adequados.

Existem, no país, projectos para construção de aterros sanitários nas principais cidades. Considerando que o crescimento da população tem levado à construção de novos bairros, ocupando vastas zonas, anteriormente livres, e o facto de os aterros deverem localizar-se em zonas não muito distante dos centros produtores de modo a diminuir os custos de transporte, a escolha de potenciais zonas para a implantação de aterro sanitário no Lobito torna-se uma tarefa de difícil solução.

Neste trabalho pretendemos contribuir para a escolha de potenciais zonas para a implantação de um aterro sanitário no Lobito.

## **1.2 - Objectivos**

Face ao exposto anteriormente, o presente trabalho, tem como objectivo geral:

Identificar áreas para futura implantação de um aterro sanitário no Lobito-Angola.

A partir deste objectivo geral formulam-se os seguintes objectivos específicos:

- Caracterizar o sistema de gestão de RSU no Lobito.
- Fazer o levantamento e identificação dos locais onde são depositados os RSU.
- Determinar áreas aceitáveis para instalação de futuros aterros, aplicando critérios de exclusão.
- Avaliar a localização da actual lixeira controlada do Lobito, de modo a identificar possíveis constrangimentos e novas áreas de expansão.

## **1.3 - Relevância do tema**

Os resíduos acumulados, sem qualquer tratamento, provocam prejuízo para a saúde pública e favorecem a degradação do ambiente. Milhões de pessoas morrem anualmente devido a doenças relacionadas com os resíduos.

Para garantir a manutenção da qualidade ambiental de um município é fundamental que este adopte políticas de planeamento que permitam a escolha de locais adequados para a instalação de aterro sanitário.

Todavia, a escolha do local adequado para a implantação de um aterro sanitário é uma tarefa de difícil solução por várias razões entre as quais, os problemas técnicos envolvidos, número reduzido de alternativas pré-definidas e a eventual insatisfação das populações que vivem em locais próximos onde os referidos aterros serão implantados.

Assim, este estudo relativo à escolha de potenciais zonas para implantação de aterro sanitário no Lobito é de grande relevância quer do ponto de vista socioeconómico, quer do ponto de vista do ordenamento do território do município e da província. Todos os municípios deveriam, no seu plano director, estabelecer locais para a instalação de aterro sanitário de forma a prevenir que no futuro, com o crescimento urbano, não haja dificuldades em encontrar um local adequado para tal actividade.

## 1.4 – Organização do trabalho

Para a elaboração desta dissertação executaram-se por três tipos de tarefas principais:

1. Revisão bibliográfica sobre a gestão de RSU; recorrendo-se a fontes fidedignas deste tipo informação, como a legislação nacional e internacional, geralmente portuguesa, da Comunidade Europeia (CE) ou dos Estados Unidos da América (EUA), para além de estudos anteriormente realizados sobre a temática.

2. Caracterização da gestão dos RSU no Lobito, através da realização de visitas junto da administração municipal, empresas gestoras de RSU com as quais se pretendeu recolher um conjunto de informações relacionadas com a recolha, frequência, tipos de recipientes e veículos de remoção, bem como a quantidade de resíduos recolhida por dia.

3. Selecção de possíveis locais de implantação de aterros sanitários. Para tal, estudaram-se os métodos actualmente usados e escolheu-se um modelo dividido em duas fases. Na primeira fase, após a definição da área a estudar, são identificados os constrangimentos legais e naturais e é feita a aplicação de critérios de exclusão, resultando daqui algumas áreas residuais. Na segunda fase estudam-se apenas as áreas residuais e efectua-se a ponderação dos parâmetros que intervêm na classificação em termos de aptidão para a instalação de aterros.

O trabalho compreende o levantamento e a análise de condicionantes operacionais, legais e ambientais, seguidos da aquisição, armazenamento, descrição e análise dos dados georreferenciados. Foram utilizados como base para gerar o mapa das áreas aceitáveis ou residuais, os seguintes vectores de base cartográfica: limite da área, vegetação e ocupação do solo, hidrografia, altimetria, declive e estruturas geológicas.

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo faz-se uma breve introdução sobre a temática da investigação, a relevância do tema, indicam-se os objectivos, a organização da dissertação e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo efectua-se uma caracterização da área de estudo, considerando os aspectos geográficos, geomorfológicos, geológicos, climáticos e socioeconómicos.

O terceiro capítulo é dedicado à revisão bibliográfica relacionada com o tema em estudo. Primeiramente faz-se um enquadramento da evolução histórica da gestão dos resíduos sólidos urbanos. Seguidamente apresenta-se a classificação dos resíduos tendo em conta a legislação angolana e portuguesa e, finalmente, descrevem-se as diferentes metodologias de gestão dos resíduos sólidos urbanos e os principais impactes sobre o ambiente.

No quarto capítulo descreve-se a gestão dos resíduos sólidos urbanos em Angola e da área em estudo em particular e caracteriza-se a lixeira do Lobito.

O quinto capítulo é dedicado à análise e avaliação dos diferentes factores que influenciam na escolha do local para a implantação de um aterro sanitário.

No quinto capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados relativos à avaliação feita dos factores que condicionam a localização de um aterro sanitário.

O sexto capítulo é reservado às conclusões e considerações finais.

## **1.5 - Metodologia**

Uma vez que a legislação angolana não contempla uma directiva para a implantação de aterros sanitários, que defina objectivamente os critérios de exclusão e as distâncias de protecção, recorreu-se a documentos internacionais, nomeadamente os de origem portuguesa e europeia, tendo-se considerado os critérios sugeridos pelo Instituto dos Resíduos, pela Direcção Geral do Ambiente (DGA), por Directivas da União Europeia, e por último, os critérios definidos pelos Estados Unidos e sugeridos pela EPA (*Environmental Protection Agency*). Foram igualmente consultados critérios estabelecidos por outros autores que se baseavam igualmente em normas portuguesas, comunitárias, americanas e moçambicanas (Allen et al., 2001; Luz, et al., 2001; Russo, 2003, Ferrão, 2006).

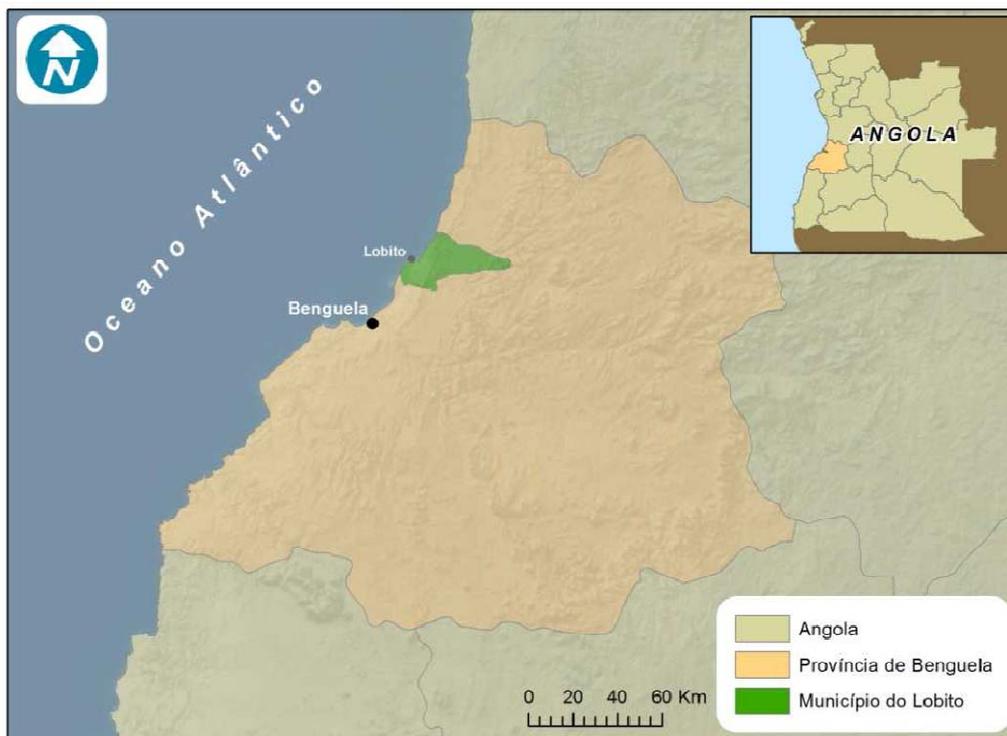
O presente trabalho concentra-se essencialmente na identificação de locais residuais para a construção futura de um aterro sanitário, pela aplicação de critérios de exclusão. Assim a metodologia definida para a delimitação destas áreas, numa perspectiva de ordenamento do território, compreende as seguintes etapas:

- Selecção da área de estudo, com base numa coroa definida pela distância máxima de 15 km aos centros produtores (considerou-se apenas a área incluída no município do Lobito);
- Vectorização de temas a partir de informação de base de imagens de satélite e de cartografia publicada; temas considerados constrangimentos legais, ocupação do solo, critérios hidrográficos, altimétricos, e outros.
- Identificação dos locais não aptos, com base em critérios de exclusão definidos no trabalho e respectivas distâncias de segurança, que definirão, por oposição, os locais aceitáveis.

## 2 – ENQUADRAMENTO

### 2.1 - Enquadramento Geográfico

O Lobito é um dos 10 municípios da província de Benguela, em Angola. Localiza-se na costa do Atlântico, na região litoral centro do território angolano (Fig. 2.1). Dista aproximadamente 540 km da capital do país e 30 km de Benguela, sede da província. É limitada a norte pelo município do Sumbe, a Este pelo município do Bocoio, a Sul pelo município da Catumbela e a Oeste pelo oceano Atlântico.



**Figura 2.1-** Localização do Lobito na província de Benguela e em Angola (Cavita, 2011)

A cidade do Lobito foi fundada em 1905 e a origem do seu nome deriva da palavra Olupitu, que na língua local significa a “porta, o passadiço, a passagem” que as caravanas de carregadores, ao descer dos morros vindos do interior, percorriam antes de atingirem a praça comercial da Catumbela. O termo acabou por ser aportuguesado para Lobito (Lobito, 2013).

A cidade do Lobito foi a segunda cidade de Angola a ultrapassar os 100 000 habitantes, logo após a capital. Segundo dados de 2006 é actualmente a terceira cidade mais populosa de Angola, com 207 957 habitantes (Angola, 2013), contendo o município do Lobito (ainda não separado do município da Catumbela) 805 316 habitantes em 2006, segundo dados do INE de Angola (Angola Population Statistics, 2013).

A importância da cidade do Lobito vem-lhe do seu porto marítimo internacional (oceânico de 1ª classe), da sua ligação à linha férrea transcontinental através da linha dos Caminhos de Ferro de Benguela, que absorve 80% do trânsito anual da cidade do

Lobito, da sua rede rodoviária para o interior de Angola, de um aeroporto militar e de um importante porto de pesca, que justificam a elevação da cidade a pólo administrativo e comercial internacionalmente reconhecido. Ponto de passagem de produtos naturais de Angola, como café, algodão, sisal, açúcar, minérios, madeiras, carnes, óleos vegetais; e de produtos essenciais à vida económica do País, como combustíveis líquidos e gasosos, tintas, vidros e derivados, plásticos, rocha ornamental, produtos alimentares, metais, entre outros; o Lobito conta hoje com a fixação de importantes empresas nacionais e estrangeiras (Lobito, 2013).

A cidade do Lobito, em termos de urbanismo, é constituída por duas grandes zonas. A zona baixa, mais antiga, que se estende desde a linha de rebentamento das águas do mar até ao sopé dos morros e cuja densidade populacional é mais elevada e a zona alta, situada a partir do sopé dos morros e se estende até às comunidades rurais.

No Lobito 600 000 habitantes têm acesso a água canalizada, sendo uma das poucas cidades de Angola com rede de saneamento básico e sistema de tratamento de águas residuais (MINEA, 2004; citado em MINUA, 2006).

## 2.2 - Geologia

Na região do Lobito afloram rochas graníticas e metamórficas de idade Pré-câmbrica (Complexo de Base), a oriente, sobre as quais se depositaram rochas sedimentares com idades que vão desde o pré-Aptiano ao Holocénico (Figura 2.2), e que afloram nas áreas mais ocidentais do Lobito.

Assim, a parte ocidental da região do Lobito insere-se na parte *onshore* da bacia de Benguela (Figura 2.2), uma das bacias sedimentares localizadas no litoral angolano, possuidora de um registo estratigráfico bem definido, que está relacionado com a abertura da margem atlântica a partir do Cretácico Inferior. Segundo Brognon e Verrier (1966), esta unidade morfoestrutural é tida como uma sub-bacia da grande bacia sedimentar do Kwanza, desenvolvida mais a Norte, mas, a generalidade dos autores posteriores (Buta-Neto *et al.*, 2006; Tavares, 2006; Tavares *et al.*, 2006; Guiraud *et al.*, 2010) considera-a como uma unidade independente – a Bacia de Benguela – se bem que com bastantes semelhanças e equivalências no registo estratigráfico.

No Cretácico inferior, em idades pré-aptianas, a deposição é essencialmente detrítica de origem continental, com um conjunto de conglomerados (com blocos do Complexo de Base), arenitos grosseiros, lutitos e depósitos arcósicos, da formação de Cuvo Vermelho, que marca início do enchimento sedimentar da Bacia de Benguela. Seguem-se-lhes argilitos e arenitos finos da Formação de Cuvo Cinzento, e posteriormente arenitos silicificados e calcários dolomitizados da Formação de Cuvo-Chela (Neto, 1960; Guiraud *et al.*, 2010) (Figura 2.2).

Já no Aptiano os depósitos são essencialmente evaporíticos, com níveis ricos em carbonatos no topo, passando no Albiano a uma deposição marinha que se estende até ao Maastchitiano, formada por calcários, calcários margosos, calcários arenosos, margas e lutitos, somente interrompida durante o Turoniano por uma sedimentação detrítica maioritariamente conglomerática (Buta-Neto *et al.*, 2006; Guiraud *et al.*, 2010) (Figura 2.2).

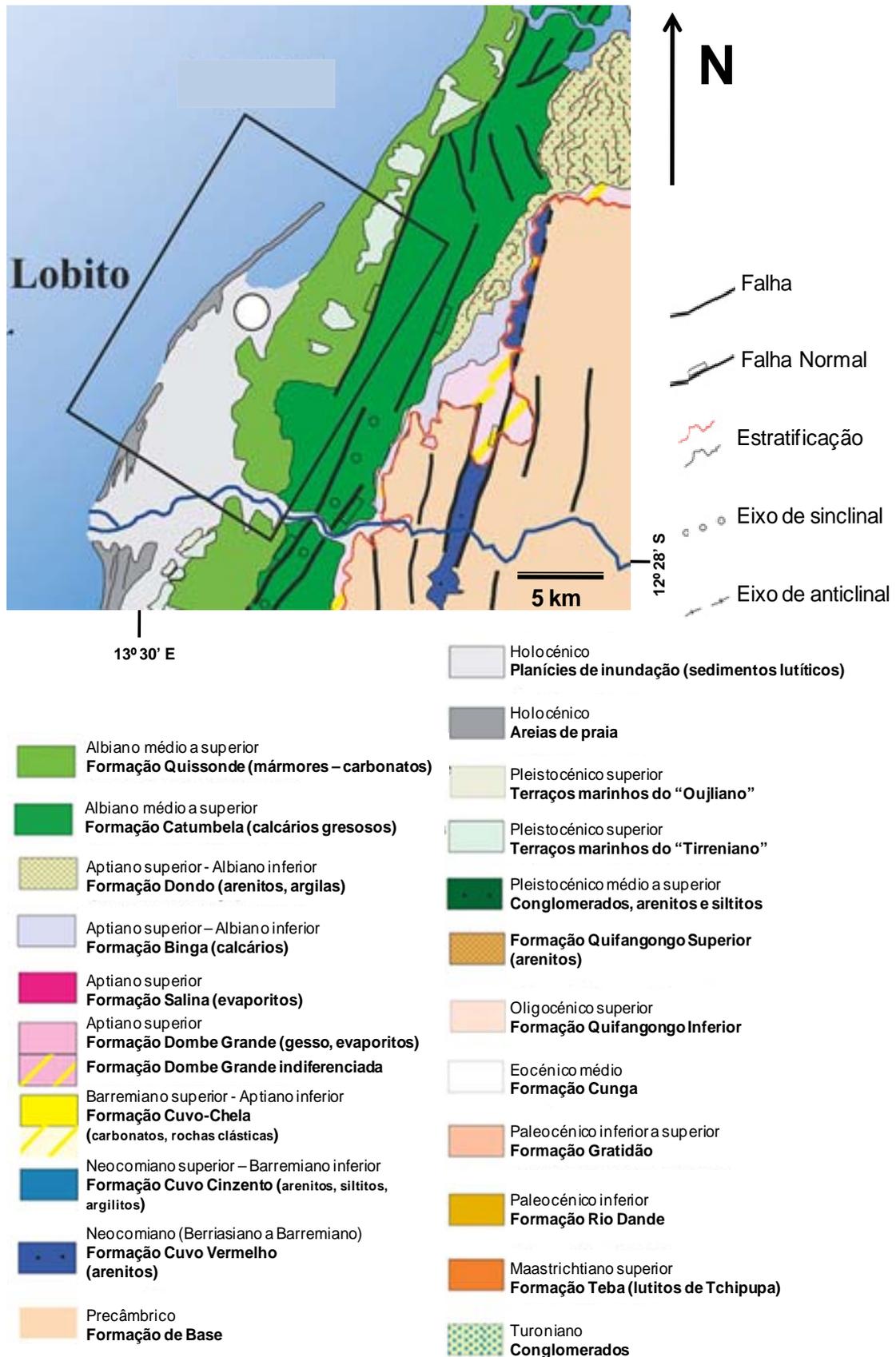


Figura 2.2 - Excerto da carta geológica da Bacia de Benguela (adaptado de Guiraud et al., 2010).

Durante o Paleogénico os sedimentos depositados na Bacia de Benguela são geralmente mais finos (argilitos, siltitos e arenitos de grão fino), sendo sobrepostos por calcários, margas e lutitos laminados no topo (Guiraud et al., 2010).

O Pleistocénico é marcado por uma sedimentação deltáica ligada ao Rio Catumbela e por terraços marinhos, constituídos por sedimentos não consolidados de granulometria heterogénea, nas regiões mais próximas da costa. As areias de praia e os sedimentos lutíticos de planície de inundação, de idade holocénica, terminam a sequência sedimentar na região do Lobito e é sobre estes sedimentos que a parte mais antiga da cidade se construiu (Guiraud et al., 2010).

Na região oriental mais elevada do Lobito, já fora da zona urbana, encontram-se as rochas ígneas (essencialmente granitos) e metamórficas (gnaisses, migmatitos e micaxistos) do Complexo de Base, que são frequentemente atravessadas por rochas filonianas, geralmente diques de doleritos e pegmatitos (Galvão e Silva, 1972; Guiraud et al., 2010).

### **2.3 - Geomorfologia**

O relevo de Angola é constituído, principalmente, por um maciço de terras altas, limitado por uma estreita faixa de terra baixa cuja altura varia entre os 0 e os 200 metros. Acima dos 200 metros encontram-se as montanhas e os planaltos, aumentando gradualmente de altitude até atingir o planalto central cujas altitudes médias variam entre 1200 e 1600 metros. É no planalto central onde se situa o ponto mais alto do país, que é o morro do Moco com 2620 metros de altitude (MINUA, 2006).

Do ponto de vista geomorfológico, o Lobito está englobado na “orla litorânea”, formação constituída por materiais geológicos sedimentares de origem marinha datados do Terciário, recobertos nas praias por areias marinhas e, junto as margens dos rios e baixas, por materiais aluvionares. Destaca-se uma planície aluvionar que se estende entre as cidades do Lobito e Benguela, formada pelo vale do rio Catumbela.

Na área correspondente distinguem-se três zonas distintas (Galvão e Silva, 1972):

- A faixa litoral, talhada em rochas sedimentares e que se estende ao longo da costa com desenvolvimento irregular, podendo atingir uma a duas dezenas de quilómetros.
- A outra, situada mais para oriente, constituída por uma faixa, grosseiramente paralela à primeira, com largura compreendida entre 15 e 20 quilómetros, formada numa superfície em depressão (baixa dos gnaisses) e que é constituída por rochas do complexo metamórfico.
- Uma terceira zona, mais para o interior, com largura aproximada de 10 a 15 km, constituída essencialmente por rochas eruptivas e que se destaca entre o planalto antigo e a faixa metamórfica, caracteriza-se por um rejuvenescimento do relevo. É nesta zona que se encontram as altitudes mais elevadas da região. Geralmente, as formações costeiras terminam a ocidente por uma escarpa abrupta, com cerca de 40 metros em média, sensivelmente uniforme, interrompida na confluência com vales de erosão que desembocam para o mar. Importantes massas de areia, arrastadas para norte pelas correntes marítimas, depositaram ao longo da costa, dando lugar à

formação de pequenas praias no côncavo das baías ou extensas restingas, como acontece com a do Lobito (Galvão e Silva, 1972).

Segundo Galvão e Silva (1972), na região entre o Lobito e Benguela e outros locais, em menor extensão, formam-se baixas costeiras constituídas por terrenos planos que se elevam a alguns metros apenas acima do nível do mar.

O litoral na área do Lobito, e para sul desta cidade, é formado por escarpa de uma centena de metros de altura, na base da qual se alonga a extensa planície aluvial do rio Catumbela (Feio, 1960).

Como as águas do mar se movem de Sul para Norte (corrente de Benguela), parte dos aluviões do Catumbela são deslocadas nesta direcção e vão formar, além do delta, a bela restinga do Lobito, com mais de 4 km de comprimento e uma largura da ordem de centena e meio de metros. O braço de mar situado entre a restinga e a costa propriamente dita (que é a continuação da escarpa que vem do sul) constitui um porto com excelentes condições naturais (Feio, 1960).

Na região Lobito-Benguela podem definir-se dois níveis de terraços postos em evidência quer por arribas fósseis, seguidas por plataformas desenvolvidas sobre calcários do Cretácico, com ou desprovidas de cobertura arenosa, ou por depósitos com alguns metros de espessura. No primeiro caso inclui-se o nível que se pode observar a Este do farol do Lobito, cujas cotas podem ser superiores a 120 metros, prolonga-se para Sul e é atravessado pelo vale do rio Catumbela. Ao segundo caso, pertencem os terraços baixos, cujas cotas máximas são da ordem dos 20 metros (Carvalho, 1960). Os seus depósitos podem ser observados, seguindo a estrada Lobito-Benguela.

## **2.4 - Climatologia e hidrologia**

O clima de Angola é fortemente influenciado por um conjunto de factores, dos quais se destacam a latitude (de 6° a 18° S), a altitude, a orografia, a corrente fria de Benguela e as bacias hidrográficas do Zaire, Zambeze, Kwanza, Kubango, Kuando e Kunene. De uma forma geral verifica-se em todo o país a existência de duas estações mais ou menos bem diferenciadas (MINUA, 2006):

- Uma, seca e fresca, denominada “cacimbo”, que vai de Junho a fins de Setembro;
- Outra, a das “chuvas”, quente, que decorre de Outubro a fins de Maio.

A temperatura média anual mais baixa é de 15°-20°C e regista-se na zona planáltica e ao longo do deserto do Namibe. A temperatura média anual mais elevada varia de 25°-27° e ocorre na região da bacia do Congo e no filamento sub-litoral do Norte do País (MINUA, 2006).

A precipitação em Angola é influenciada pelo centro de altas pressões do Atlântico Sul, pela corrente fria de Benguela e pela altitude. A precipitação média anual mais elevada é de 1750 mm e regista-se no planalto, e a mais baixa é de 100 mm na região desértica do Namibe (MINUA, 2006) (Fig. 2.3).

O clima do Lobito é desértico quente na faixa litoral, onde as médias das precipitações são inferiores a 150 mm e todos os meses do ano se podem considerar secos. A



A província de Benguela possui linhas de água intermitentes, geralmente encontram-se secas e permitem a drenagem da água no período das chuvas. O território é drenado por alguns cursos de água que confinam em quatro bacias hidrográficas: do Cubal, da Hanha, da Catumbela e do Coporolo, que definem vales importantes na faixa litoral da província (Canjala, Hanha, Catumbela, Cavaco) (Info-angola, 2013).

## 2.5 - Pedologia

Em Angola existe uma grande diversidade de solos, sendo que os “psamíticos das regiões húmidas e sub-húmidas”, os “ferralíticos”, os “arídicos psamíticos”, os “para-ferralíticos e os fersialíticos”, são os mais bem representados sob o ponto de vista agrícola (MINUA, 2006).

Diniz (1998) refere que em Angola predominam solos inférteis. Os arenosos – arenosolos – cobrem mais de 57% do país enquanto que os ácidos ferralsolos compreendem 22%. Para além disso, com excepção das pequenas manchas de solos aluviais (luvisolos) localizados nos vales dos rios e planícies de aluvião, bem como algumas argilas de fraccionamento, os solos das regiões áridas e semi-áridas ao longo da costa e do canto sudoeste do país têm um teor de humidade limitada e são pouco profundos (leptosolos), ou são ainda demasiado alcalinos (solonetz, calcisolos áridos, gessosolos).

Segundo o relatório do IUCN (1992; citado em MINUA, 2006), estima-se que apenas 10% dos solos de Angola possuam inerentemente um alto potencial agrícola. Estes são os luvisolos – que se encontram junto aos rios, onde se concentram os aluviões e, em geral, são ricos em elementos minerais e compostos orgânicos -, os cambisolos, nitosolos e lxisolos que se encontram concentrados ao longo da cintura de transição norte-sul, onde o relevo acentuado impede o desenvolvimento de perfis de solos demasiado desgastados, e em áreas assentes em rochas básicas em sistema de Karroo a norte de Malange.

Os solos dominantes na província de Benguela apresentam fertilidade variável, com alguma reserva mineral disponível na faixa litoral, que vai diminuindo à medida que se caminha para o interior, principalmente na zona mais a oriente, dominada pelas formações planálticas.

Os solos aluvionais são bastante heterogéneos, predominando as texturas finas nas baixas dos rios Balombo, Cubal e Catumbela, mas noutros rios, a sul, predominam os solos de textura média e grosseira. Nas baixas aluvionais, exceptuando em Catumbela, o solo agrícola reduz-se a camadas delgadas de materiais finos, intercalados por outras de textura grosseira ou mesmo manchas improdutivas. Em diversos pontos da costa marítima ocorrem solos coluvionais, particularmente entre Catumbela e Benguela onde se desenvolveram grandes explorações de cana-de-açúcar em regadio (Info-angola, 2013).

Na região do Lobito predominam solos calcários, arídicos e litossolos nas partes de cotas mais elevadas, e solos aluvionais nas áreas de baixa planície e litoral do Catumbela (Fontoura, 2003).

## **2.6 - Características económicas e sociais**

Lobito é uma cidade importante no contexto angolano. Tem o segundo porto marítimo mais importante de Angola, depois do de Luanda, a capital. A cidade do Lobito ocupa um lugar privilegiado, pois estabelece a ligação ferroviária com os países da África Austral, através do corredor do Lobito, que integra três países: Angola, República Democrática do Congo e Zâmbia.

O corredor do Lobito situa-se num espaço geográfico que vai da cidade de Benguela às regiões mineiras da República Democrática do Congo e da Zâmbia atravessando, em território angolano, as províncias de Benguela, do Huambo, do Bié e do Moxico. O caminho-de-ferro de Benguela que parte desde o porto do Lobito até à fronteira, ligando com os caminhos-de-ferro da República Democrática do Congo, o porto do Lobito, a estrada transafricana paralela ao caminho-de-ferro de Benguela, o aeroporto internacional da Catumbela e tantas outras instalações situadas nas cidades e comunas ao longo do corredor, integram as infra-estruturas do corredor do Lobito.

A rede de infra-estruturas do corredor do Lobito vai proporcionar a circulação de pessoas e bens dos três países, potenciando o aumento das trocas comerciais na região e vai permitir atingir os portos do oceano Índico, por via do porto do Lobito.

A refinaria do Lobito, em construção, é um empreendimento que vai contribuir para o desenvolvimento do país. É uma obra da Sonangol, localizada no morro da Quileva, a 10 quilómetros da cidade do Lobito. A refinaria terá a capacidade diária para processar 200 mil barris de petróleo, o que permitirá acabar com a importação de combustíveis. Vai garantir muitos postos de trabalho, promovendo a melhoria de condições socioeconómica da região e da população.

A fábrica de cimento, Secil Lobito - Companhias de cimento do Lobito, tem contribuído para a reconstrução e construção de novas estruturas no país.

A Sonamet, fabricante de estruturas metálicas de apoio à indústria petrolífera e a Angoflex, vocacionada para a produção de cabos submarinos ou umbilicais utilizados na prospecção e exploração de petróleo, são duas empresas que têm contribuído no desenvolvimento económico da região e do país.

Lobito possui uma costa rica em praias e uma linda restinga que a torna numa cidade com potencialidades turísticas.

### **3 - GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

#### **3.1 - Evolução histórica da Gestão de Resíduos**

A deposição de resíduos não constituía problema nos primórdios da civilização, uma vez que nessa época a população era reduzida pelo que havia superfície territorial suficiente para a deposição e regeneração dos resíduos.

Os resíduos passaram a ser um problema quando as populações se foram aglomerando, aumentando a sua densidade populacional e conseqüentemente houve crescimento na produção dos resíduos e na sua diversidade. O comportamento dos habitantes destes aglomerados em relação à deposição de resíduos tornou-se intolerável do ponto de vista higiénico e ambiental. Tiveram, então, que se tomar medidas, de modo a ultrapassar esta situação.

De acordo com a historiadora americana M.V.Melosi (1981, citada em Martinho e Gonçalves, 2000) a primeira lixeira municipal surgiu em Atenas, por volta de 500 a.C. Na antiga Grécia cidades como Cnossos, Atenas ou Tebas tinham sistemas de esgotos e de água canalizada. Igualmente os Romanos possuíam sistemas de abastecimento de água e de saneamento com a construção de canais (cloacas romanas) que desaguavam nos rios, desenvolvidos a partir do século III a.C. (Eigeneer, 2009).

Com a queda do Império Romano a destruição ou a não conservação dos sistemas teve conseqüências sanitárias funestas. Nas cidades medievais não havia em geral pavimentos, abastecimento de água e recolha de lixo. Lançavam-se os resíduos domésticos das janelas para as ruas e áreas não construídas, não pavimentadas, originando o desenvolvimento dos ratos e doenças por eles transmitidas. A falta de qualquer plano de tratamento e deposição dos resíduos conduziu a epidemias e pragas, sendo a peste negra a mais conhecida, a qual matou metade dos europeus do século XIV e causou várias outras epidemias subseqüentes que causaram ainda mais vítimas (Pita, 2009). Esta situação prolongou-se, em muitas cidades europeias, até aos séculos XVI e XVII embora tivesse havido tentativas para recuperar os sistemas romanos ou implementar regras higiénicas. Foram escritos inúmeros decretos relativos à limpeza pública desde 1281 (Londres) até ao final do século XV. Em Praga, iniciou-se em 1340 um serviço particular de limpeza de ruas e de recolha de lixo em carroças (Eigeneer, 2009).

Em Portugal, no final da Idade Média decidiu-se organizar em Lisboa um sistema de recolha, muito arcaico, que era efectuada por uma carroça, onde as pessoas despejavam os resíduos aquando da sua passagem, assinalada por um toque de sineta. Em 1496, D. João III ordenou que nas freguesias de Lisboa existissem homens, pagos pelos moradores, encarregues da limpeza das ruas. Este sistema teve pouca adesão por parte da população.

Com a revolução industrial na Europa, no último quartel do século XVIII os problemas de deposição dos resíduos das indústrias começam a avolumar-se, mas só na segunda metade do século XIX é que apareceram modificações substanciais na limpeza urbana, muito motivados pela teoria microbiana das doenças. Em 1888 em Inglaterra, é publicado o primeiro decreto proibindo o lançamento de resíduos sólidos

nas ribeiras, rios e outros cursos de água, pois compreenderam a necessidade de recolher e depositar de maneira sanitária os resíduos, de modo a controlar os transmissores das doenças. Nos Estados Unidos publica-se semelhante legislação em 1899 (Martinho e Gonçalves, 2000).

As tradicionais ideias de tratamento de resíduos sólidos são aperfeiçoadas. Da fogueira passa-se para o incinerador. O primeiro incinerador surgiu em Nottingham, Inglaterra, e foi desenvolvido em 1874 por Albert Fryer, tendo esta tecnologia sido importada para os Estados Unidos da América (Nova York) em 1885 (Incineration, 2013).

Rathje e Murphy (1992; citados em Martinho e Gonçalves, 2000) referem que há evidências que o método da compostagem, como forma de tratar/reconverter os resíduos orgânicos em fertilizantes, foi utilizado em Knossos, Creta, há cerca de 4000 anos.

Os aterros foram desenvolvidos em 1920, na Inglaterra, como resposta aos problemas de saúde pública da época, e tornaram-se o principal método de controlo de resíduos sólidos, embora o primeiro aterro sanitário moderno tenha sido construído em Fresno nos Estados Unidos da América, em 1937. Em 1959, a American Society of Civil Engineers publicou o primeiro guia de normas técnicas para a construção de aterros sanitários, a que se lhe seguiu numerosa legislação principalmente após a criação da Environmental Protection Agency (EPA) em 1970.

A reciclagem começou a desenvolver-se nos finais dos anos 60 e princípios dos anos 70, em muitas cidades dos EUA, Canada e nos países mais desenvolvidos do centro e norte da Europa (Pamela, 1993; citado em Martinho e Gonçalves, 2000).

A 7 de Março de 1884 foi promulgada, pelo prefeito de Paris, M. Poubelle, uma norma sobre os recipientes para a deposição dos resíduos. Em Lisboa idêntica medida só foi implementada em 1951.

Com o desenvolvimento da indústria automóvel, foram efectuadas grandes melhorias na eficiência dos sistemas de recolha, passando os camiões a substituir as carroças utilizadas. Os camiões foram sendo complementados com variados mecanismos, tais como sistemas de compactação e sistemas hidráulicos de elevação (Nickolsen, 2012).

A maior parte dos países africanos, ainda usam o método convencional de gestão de resíduos sólidos, de recolha do lixo e sua deposição em lugares distantes sem tratamento adequado. O crescente nível de urbanização das cidades resultante da migração da população do campo para a cidade gera impactos sobre o meio ambiente relativamente ao consumo de recursos e eliminação de resíduos. Actualmente 340 milhões da população africana vivem nas cidades e espera-se que nos próximos 40 anos esse número cresça para 900 milhões de habitantes (UN News Centre, 2013).

As preocupações relativas às implicações ambientais no desenvolvimento humano levaram o estado angolano a formular a Lei de Bases do Ambiente (Lei n.º5/98 de 19 de Junho). Esta lei define os conceitos e os princípios básicos da protecção, preservação e conservação do ambiente, promoção da qualidade de vida e do uso racional dos recursos naturais.

A 24 de Agosto de 2012 foi publicado o Decreto Presidencial n.º190/12 que aprova o regulamento sobre a gestão de resíduos em cumprimento do disposto no n.º1 do artigo 11.º da lei n.º5/98, de 19 de Junho (Lei de Bases do Ambiente de Angola). O regulamento estabelece as regras gerais relativas à produção, depósito no solo e subsolo, ao lançamento para a água ou para a atmosfera, ao tratamento, recolha, armazenamento e transporte de quaisquer resíduos, excepto os de natureza radioactiva ou sujeito à regulamentação específica, de modo a prevenir ou minimizar os seus impactos negativos sobre a saúde das pessoas e no ambiente.

O primeiro aterro sanitário de Angola foi inaugurado a 14 de Dezembro de 2007 em Luanda.

### **3.2 - Tipologia**

Resíduos são substâncias, produtos ou objectos que ficaram incapazes de utilização para os fins para que foram produzidos, ou são restos de um processo de produção, transformação ou utilização e, em ambos os casos, pressupõem que o detentor se tenha de desfazer deles.

Segundo a legislação angolana, resíduos são substâncias ou objectos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou obrigação legal de se desfazer, que contêm características de risco por serem inflamáveis, explosivos, corrosivos, tóxicos, infecciosos ou radioactivos ou por apresentarem qualquer outra característica que constitua perigo para a vida ou saúde das pessoas e para o ambiente, conforme a lista angolana de resíduos estabelecidas no anexo X do decreto presidencial n.º190/12 de 24 de Agosto de 2012.

Existem diversas classificações dos resíduos atendendo ao fim para o qual cada uma delas foi concebida. Qualquer que seja o tipo de classificação que se considere há resíduos banais e outros que podem ser nocivos ou perigosos para o homem e outros seres vivos.

A classificação dos resíduos é feita de acordo com a sua proveniência. Em Angola o decreto n.º190/12 de 24 de Agosto apresenta definições relativas à classificação de vários tipos de resíduos.

Resíduos urbanos - os resíduos provenientes de habitações ou outros resíduos semelhantes, em razão da sua natureza ou composição, nomeadamente os provenientes do sector de serviços ou de estabelecimentos comerciais ou industriais e de unidades prestadoras de cuidados de saúde, desde que, em qualquer dos casos, a produção diária não exceda os 1100 litros por produtor;

Resíduos industriais - os resíduos gerados em actividades industriais, comerciais e dos serviços, bem como os que resultem das actividades de produção e distribuição de electricidade, gás e água;

Resíduos hospitalares - os resíduos produzidos em unidades de prestação de cuidados de saúde, incluindo os resultante das actividades de diagnóstico, tratamento e investigação humana e veterinária;

Resíduos radioactivos - os resíduos que contêm qualquer material ou substâncias contaminadas por radio-isótopos;

Resíduos perigosos - os resíduos que contêm, uma ou mais característica de risco por serem inflamáveis, explosivos, corrosivos, tóxicos, infecciosos ou radioactivos, ou por apresentarem qualquer outra característica que constitua perigo para a saúde humana e de outros seres vivos e para a qualidade do ambiente, bem como aqueles que sejam aprovados ou considerados como tal, por tratados e convénios internacionais e que Angola tenha ratificado.

O anexo X do decreto n.º190/12 de 24 de Agosto apresenta a lista angolana de resíduos (LAR). Nesta lista são identificados 21 tipos de resíduos, função da sua origem (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1** - Lista Angolana de Resíduos (LAR)

<b>Código LAR</b>	<b>Designação</b>
01	Resíduos de prospecção e exploração de minas e pedreiras, bem como de tratamentos físicos e químicos das matérias extraídas.
02	Resíduos da agricultura, horticultura, aquacultura, silvicultura, caça e pesca, bem como da preparação e do processamento de produtos alimentares.
03	Resíduos da transformação de madeira e do fabrico de painéis, mobiliário, pasta para papel, papel e cartão.
04	Resíduos da indústria do couro e produtos de couro e da indústria têxtil.
05	Resíduos da refinação de petróleo, da purificação de gás natural e do tratamento pirolítico de carvão.
06	Resíduos de processos químicos inorgânicos.
07	Resíduos de processos químicos orgânicos.
08	Resíduos do fabrico, formulação, distribuição e utilização (FFDU) de revestimentos (tintas, vernizes e esmaltes vítreos), colas, vedantes e tintas de impressão.
09	Resíduos da indústria fotográfica.
10	Resíduos de processos térmicos.
11	Resíduos de tratamentos químicos de superfície e revestimentos de metais e outros materiais.
12	Resíduos da hidrometalurgia de metais não ferrosos.
13	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plásticos.
14	Óleos usados e resíduos de combustíveis líquidos (excepto óleos alimentares, 05, 12 e 19)
15	Resíduos de solventes, fluidos de refrigeração e gases propulsores orgânicos (excepto 07 e 08).
16	Resíduos de embalagens; absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de protecção não anteriormente especificados.
17	Resíduos não especificados em outros capítulos desta lista.
18	Resíduos de construção e demolição (incluindo solos escavados de locais contaminados).
19	Resíduos de prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou animais e ou investigação relacionada (excepto resíduos de cozinha e restauração não provenientes directamente da prestação de cuidados de saúde).

20	Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial.
21	Resíduos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, indústria e serviços), incluindo as fracções recolhidas selectivamente.

### 3.3 - Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos

O aumento da produção de RSU tem impactes no meio ambiente, sobre a saúde pública e nos custos associados. Para além disso o consumo excessivo conduz ao esgotamento dos recursos naturais.

Entende-se por Gestão dos Resíduos Urbanos as operações de recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, incluindo a monitorização dos locais de descarga após o encerramento das respectivas instalações, bem como o planeamento dessas operações.

A Gestão de RSU é da responsabilidade dos municípios.

A gestão integrada de resíduos deve seguir a seguinte hierarquia de prioridades: resíduos: redução; reutilização; reciclagem; incineração com valorização energética; aterro e incineração sem valorização energética, de acordo com a directiva 91/156/CEE.

1. Prevenção na origem: Prevenção integral a que corresponde a completa supressão dos resíduos gerados nos processos industriais.
2. Redução na origem: Minimizar a quantidade de resíduos produzidos, através da prevenção da sua produção.
3. Reciclagem: Reprocessamento dos resíduos num processo de produção para o fim inicial ou para outros fins.
4. Valorização energética: Utilização de resíduos para a produção de energia através de incineração directa, com recuperação de calor.
5. Tratamento: Destruição, neutralização ou redução da perigosidade dos resíduos.
6. Deposição final: Introdução dos resíduos no meio envolvente, em condições controladas, por forma a evitar a sua perigosidade. Uma adequada deposição final no solo pode envolver redução de volume, confinamento de lixiviados e adequadas técnicas de monitorização.

O problema da gestão de resíduos começa com a sua produção. A redução na fonte e a reutilização não elimina os resíduos, pelo que depois de produzidos, têm que ser depositados, recolhidos e transportados, da fonte para o local onde serão processados, tratados, valorizados ou confinados.

Assim a política dos 3R - Reduzir, Reutilizar e Reciclar - visa travar o crescimento das quantidades de RSU assim como conduzi-los a um destino apropriado de acordo com as suas características.

A deposição é a fase final da gestão integrada dos resíduos sólidos, quer provenham de lixos domésticos recolhidos e transportados directamente para o aterro, quer sejam resíduos de estações de recuperação, resíduos de incineração de detritos sólidos ou

outros restos de quaisquer infra-estruturas de tratamento. Esta deposição deve ser realizada em aterro sanitário e não em lixeira.

A Gestão adequada dos RSU requer o conhecimento sistemático e consistente das características dos RSU, quer quantitativas, quer qualitativas.

### **3.3.1 - Reciclagem**

Entende-se por reciclagem o reprocessamento dos resíduos num processo de produção para o fim original ou para outros fins, considerando-se incluídos neste tipo de operação, nomeadamente, a reciclagem material, a compostagem e a regeneração. Envolve, portanto, um ciclo que começa e finaliza no agente consumidor, através da transformação de um material usado num outro pronto a ser usado.

Os resíduos orgânicos, que constituem entre 40 a 50% dos RSU, podem ser transformados em composto, um correctivo orgânico útil para a agricultura e jardinagem. Os papéis e cartões podem ser aproveitados para produzir novos papéis. Os resíduos metálicos podem ser recuperados para fundição e fabrico de novas peças. As embalagens de vidro podem dar origem a novas embalagens. Os plásticos podem ser recuperados e alguns, inclusivamente, fundidos e moldados de novo.

Para uma boa reciclagem, a remoção selectiva é um passo indispensável. Esta pode ser realizada porta-a-porta, por pontos e mista. Os tipos de deposição mais usados são: deposição em ecopontos, deposição em ecocentros e remoção selectiva na origem. O método mais generalizado de recolha selectiva é a sua deposição separada dos resíduos em ecopontos específicos para cada tipo.

Um ecoponto é um conjunto de três contentores utilizados para depositar materiais como papel e cartão, embalagens, vidro e pilha, localizados em lugares públicos, privilegiando-se escolas, parques, piscinas, complexos desportivos, mercados e feiras, e outros locais de grande produção de resíduos como restaurantes e bares.

Para um bom tratamento das matérias que são objecto de remoção nos ecopontos e ecocentros, os cidadãos têm de respeitar as regras referidas de seguida.

Devem ser separadas e enviadas para a reciclagem as seguintes embalagens:

- Garrafas de água e refrigerantes;
- Garrafas de vinagre;
- Frascos de detergentes e produtos de higiene;
- Esferovite limpa;
- Sacos de hipermercado ou maiores;
- Películas de envolver embalagens ou grupos de embalagens.

As seguintes embalagens não devem ser enviadas para reciclagem:

- Embalagens de produtos tóxicos ou perigosos (embalagens de combustíveis, óleo de motor, pesticidas)

- Alguns tipos de vidro como: janelas, lâmpadas, espelhos, pírex, para-brisas

Em Portugal, os recipientes de resíduos para reciclagem dividem-se em:

Azul (papelão): papel e cartão

Verde (Vidrão): frascos, boiões e garrafas de vidro

Amarelo: embalagens de metal e de plástico (e de cartão, para bebidas)

Vermelho: pilhas e baterias (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Reciclagem>).

De acordo com Russo (2003), pode listar-se uma série de vantagens decorrentes da reciclagem:

- Minimização de resíduos para deposição final;
- Aumento da flexibilidade dos aterros sanitários;
- Melhoramento das condições de saúde;
- Redução dos impactos ambientais;
- Economia de energia e de recursos naturais;
- Melhoramento do mercado da reciclagem ou o seu aparecimento como forma económica auto-sustentada depende também da implementação de medidas governamentais, especialmente na fase de arranque, de que se salientam:
  - Incentivos para a recolha selectiva;
  - Incentivos para a criação de bolsas de resíduos;
  - Taxação extra na deposição de recicláveis em aterros sanitários, onerando os seus detentores (privados ou públicos).

### **3.3.2 - Compostagem**

A compostagem e a digestão anaeróbica são dois processos que permitem a valorização orgânica dos RSU. Enquanto na compostagem a fermentação dos produtos biodegradáveis é realizada na presença de oxigénio, na digestão anaeróbica a fermentação efectua-se na ausência de oxigénio.

O processo de compostagem pode ser definido como um conjunto de acções controladas, desenvolvidas por micro-organismos na presença, ou não, de oxigénio, que actua sobre as características físicas e químicas dos RSU. O processo, em geral, realiza-se em três fases:

1. Pré-processamento / Tratamento mecânico;
2. Fermentação / Tratamento biológico;
3. Maturação / Pós-processamento seguido, ou não, de afinação.

Trata-se de um processo aeróbico controlado, em que diversos micro-organismos são responsáveis, numa primeira fase, por transformações bioquímicas na massa de resíduos e humificação numa segunda fase (Russo, 2003).

O composto obtido, após o processo de compostagem, só tem valor económico se for comercializado com características físicas, químicas e biológicas que lhe confirmam as propriedades necessárias para o fim a que se destinam. O composto não poderá ser comercializado se apresentar riscos para a saúde pública ou para o meio ambiente, ou se não tiver características fertilizantes.

A compostagem apresenta algumas vantagens, nomeadamente a redução da área dos aterros sanitários, o reaproveitamento agrícola da matéria orgânica produzida e a reciclagem de nutrientes contidos no solo.

A utilização do composto na agricultura aumenta a capacidade de infiltração da água, reduzindo a erosão dos solos; estimula o desenvolvimento das plantas, que se tornam mais capazes de absorver água e nutrientes do solo; estabiliza a temperatura e o pH do solo; desenvolve micro-organismos benéficos às culturas agrícolas.

Morais (1997; citado por Martinho e Gonçalves, 2000), apresenta outros benefícios da aplicação do composto ao solo:

- Mantém ou aumenta as reservas de húmus, necessárias à manutenção ou melhoria das propriedades deste (e.g. estrutura, capacidade de conservação da humidade);
- Fornece às plantas, a uma taxa adequada, nutrientes primários (e.g. azoto, fósforo, potássio) e um grande número de oligoelementos essenciais;
- Limita o uso de fertilizantes comerciais;
- Reduz o potencial poluidor da agricultura intensiva, devido a nutrientes, como o azoto, serem introduzidos no solo num estado químico que limita a sua solubilidade e conseqüente arrastamento.

### **3.3.3 - Biometanização**

A decomposição dos resíduos orgânicos também é possível por via anaeróbia, denominando-se biometanização ou digestão anaeróbia. É um processo que se realiza na ausência de oxigénio originando, como principais produtos finais, o dióxido de carbono e o metano, constituintes principais do biogás, sendo também produzidos compostos intermediários, como ácidos orgânicos de baixo peso molecular, alguns voláteis, que têm um elevado potencial de produção de maus cheiros (Martinho e Gonçalves, 2000).

O processo de digestão ocorre em três fases, havendo em cada uma delas, predominância de um certo tipo de micro-organismos.:

- Primeira fase - sólidos volatilizáveis são convertidos em matéria orgânica solúvel. A reacção predominante é a conversão de polissacarídeos insolúveis – Hidrólise;
- Segunda fase - carboidratos solúveis são transformados em ácidos orgânicos simples, designadamente ácido acético ou ácido propiónico e dióxido CO<sub>2</sub>, ou mesmo em acetatos e hidrogénio - Acetagénese;

- Terceira fase - bactérias metanogénicas actuam sobre o hidrogénio e o dióxido de carbono, transformando-os em metano; o hidrogénio fornece a energia necessária para a metanogénese, provocando a redução de CO<sub>2</sub> para CH<sub>4</sub> – Metanogénese.

Martinho e Gonçalves (2000) referem que a estabilização da matéria orgânica dá-se de forma lenta, não sendo atingidas temperaturas muito elevadas. O resíduo obtido necessita de um tratamento posterior (que pode ser uma decomposição aeróbia-compostagem), antes de ser considerado um composto de qualidade estável. Caso contrário deverá ser eliminado como resíduo.

Os mesmos autores apresentam algumas características comparativas dos processos de compostagem e de biometanização (Tabela 3.2).

**Tabela 3.2-** Comparação entre compostagem e digestão anaeróbia (Martinho e Gonçalves, 2000).

<b>Características</b>	<b>Compostagem</b>	<b>Digestão Anaeróbia</b>
Saídas (outputs)	Calor, CO <sub>2</sub> , vapor de água, composto	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , água resultante do processo, resíduos da digestão
Emissões atmosféricas	Amónia (odor)	Ácido sulfídrico (odor)
Mistura em decomposição	Sólida	Pastosa
Higienização do produto final	Sim	Não
Redução do volume	30 a 40%	Baixa redução
Investimento	Baixo, se não for fechada	Elevado

### 3.3.4 - Incineração

A incineração é um processo que tem como objectivo a eliminação dos resíduos sólidos através da sua combustão controlada, com um mínimo de produtos finais a conduzir a aterro.

Esta tecnologia é utilizada em especial nos países nórdicos devido à necessidade de diversificação das fontes energéticas para aquecimento, à densidade populacional elevada e devido à falta de terrenos apropriados para outras soluções, caso da Holanda em que mais de 45% do solo foi conquistado ao mar (Russo, 2003).

A incineração pode basear-se em diversos processos térmicos, todos eles com o objectivo de reduzir os RSU transformando-os, quer em produtos reutilizáveis (materiais e energia), quer em materiais inertes, facilmente armazenáveis (refugo). A redução esperada dos RSU resultante destes processos é da ordem de 90% em volume e 80% em peso.

Segundo estes autores, a incineração, com um aterro sanitário de apoio, poderá ser o único processo de tratamento, se se pretender apenas a redução da área e a valorização energética. Caso se pretenda, também, a valorização orgânica, o sistema deverá ser constituído por compostagem ou digestão anaeróbia, incineração e aterro sanitário.

Para o tratamento dos resíduos hospitalares perigosos para a saúde e certos resíduos industriais perigosos é, porventura, um dos métodos mais seguros (Russo, 2003).

A escolha da incineração como processo de tratamento/valorização de resíduos depende essencialmente das características destes, sendo determinante o poder calórico e a capacidade de autocombustão. Por razões económicas, a incineração de resíduos deve fazer-se sem recurso a combustíveis auxiliares.

Martinho e Gonçalves (2000) consideram que para se verificar esta condição é necessário:

- Poder calorífico inferior (PCI) superior a 1100kcal/kg;
- Matéria combustível superior a 25% em peso;
- Teor em cinzas inferior a 50% em peso;
- Humidade inferior a 50% em peso.

### **3.3.5 - Aterro Sanitário**

Qualquer que seja o destino final adoptado para os resíduos sólidos urbanos, é sempre necessário um aterro sanitário, ou como solução única de tratamento, ou como infra-estrutura complementar de apoio aos demais processos de tratamento.

O Decreto presidencial n.º190/12, de 24 de Agosto de 2012, da Lei angolana, define aterro como uma instalação de eliminação utilizada para a deposição controlada de resíduos, acima ou abaixo da superfície do solo. Esta legislação pode ser completada pelo Decreto-Lei 152/2002, de 23 de Maio, da Lei portuguesa, que regula a instalação, a exploração, o encerramento e a manutenção pós-encerramento de aterros destinados a resíduos, tendo em vista a protecção, preservação e melhoria da qualidade ambiental e a preservação dos riscos para a saúde humana, procurando minimizar os seus efeitos negativos sobre a poluição das águas de superfície, das águas subterrâneas, do solo e da atmosfera.

São considerados três classes de aterros:

- Aterro para Resíduos Perigosos;
- Aterro para Resíduos não Perigosos;
- Aterro para Resíduos inertes.

De modo a reduzir a deposição em aterro e, assim, prolongar a sua vida útil, deverá investir-se na reutilização e na reciclagem dos resíduos, e promover-se a triagem na fonte, com vista à valorização da parcela biodegradável.

As principais vantagens e desvantagens dos aterros sanitários são listadas na Tabela 3.3.

Nos aterros sanitários não são permitidos resíduos líquidos, radioactivos, resíduos que nas condições do aterro sejam explosivos, oxidantes, inflamáveis, infecciosos, hospitalares, de acção corrosiva elevada que, misturados com outros, originam

reações perigosas ou libertam gases tóxicos em contacto com o ar ou a água, pneus usados, com excepção dos pneus usados como elemento de protecção, e quaisquer outros resíduos que não satisfaçam os critérios de admissão constantes (Anexo III do Decreto-Lei 152/2002, Legislação Portuguesa).

**Tabela 3.3** - Vantagens e desvantagens dos aterros sanitários (Pita, 2009).

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Permite a recuperação de áreas degradadas (antigas pedreiras);</li> <li>2. Requer um baixo investimento inicial face a outros métodos;</li> <li>3. Método mais completo, quando comparado, por exemplo, com a incineração e a compostagem, que requerem um tratamento adicional;</li> <li>4. Receptor de todo e qualquer tipo de resíduos sólidos, sem necessitar de uma separação prévia dos diferentes tipos de sólidos;</li> <li>5. Flexível, pois permite a adição de mais resíduos sólidos com o auxílio de técnicos e equipamento adequado;</li> <li>6. Dependendo do volume de biogás produzido, este pode ser aproveitado como energia alternativa, para a produção de vapor e electricidade;</li> <li>7. A área do Aterro Sanitário será integrada numa envolvente paisagística idêntica à actual;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desvalorização de toda área circundante ao aterro;</li> <li>2. Necessidade de um controlo diário do aterro;</li> <li>3. Os Aterros Sanitários localizados em zonas residenciais podem desencadear uma forte oposição pública;</li> <li>4. Necessidade de uma manutenção periódica, após a selagem do aterro;</li> <li>5. Os gases produzidos pela decomposição dos resíduos sólidos como o metano, um gás explosivo, podem interferir na vida futura do aterro.</li> </ol>

Russo (2003) refere que quando o Aterro Sanitário recebe os restos das outras formas de valorização de resíduos é um aterro de rejeitos, sem produção de biogás e sem emissão de lixiviados poluentes.

Para a construção de um aterro sanitário, a sua localização deverá ter em consideração:

- A minimização das distâncias a percorrer pelos veículos de remoção;
- Restrições legais e institucionais;
- Factores de aptidão do terreno;
- Factores de impactes ambientais;
- Factores de ordem sociológica.

A concepção do aterro deverá considerar o horizonte do projecto, a população a servir, a capitação de RSU, a morfologia do terreno, a área e o volume.

Quando se atingir a capacidade máxima do aterro, deverá efectuar-se a sua selagem e, este pode ser convertido num espaço verde de lazer para desfrute da população. A selagem do aterro e a sua integração paisagística são importantes tanto para o ordenamento do território, como para a minimização dos efeitos provocados pelos efluentes residuais líquidos e gasosos, que durante vários anos se continuarão a produzir.

Uma lixeira é um depósito selvagem de todo o tipo de resíduos, a céu aberto, sem local previamente escolhido, provocando a degradação do solo, da água e do ar, libertando maus cheiros e fumos. A água da chuva, juntamente com os lixiviados naturais dos resíduos infiltram-se no solo indo poluir os lençóis de água subterrâneas e linhas de água.

Deste modo uma lixeira é um potencial foco de doenças, poluição e contaminação. Num aterro sanitário não há contaminação, poluição nem foco de doenças, porque há impermeabilização do solo e os efluentes (lixiviados e gases) são tratados e recolhidos.

### **3.4 - Impactes dos resíduos sobre o ambiente**

A produção de resíduos tem aumentado significativamente devido a vários factores entre os quais a densificação das cidades como consequência do abandono das áreas rurais, o aumento de bens que são embalados e um consumismo crescente das populações.

A enorme quantidade de lixo despertou na sociedade maior responsabilidade na sua produção, preocupando-se não só com a sua remoção, como também com o destino final. A deposição desordenada para além de contribuir para a ocupação indevida do solo sem qualquer planeamento ou controlo, provoca impactes ambientais negativos.

Segundo Martinho e Gonçalves (2000), ao longo da história, a saúde e segurança, têm sido as maiores preocupações em relação à gestão dos resíduos. Hoje em dia, para além destes dois factores, a gestão dos resíduos tem associada três grandes áreas de preocupação: a conservação dos recursos, os riscos ambientais associados aos sistemas de resíduos urbanos e a necessidade de alteração de comportamentos e co-responsabilização de todos os agentes envolvidos.

Os principais problemas da má gestão dos resíduos são: poluição do solo, poluição das águas superficiais e subterrâneas e a poluição do ar.

O solo e a água são as partes da geosfera mais importantes para a vida. Todos os organismos terrestres dependem do solo. A descarga de resíduos sólidos sobre o solo, sem medidas de protecção ao meio ambiente, acarreta a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do lixiviado produzido (líquido de cor preta, mau cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo os recursos hídricos.

A atmosfera é uma fonte de gases entre os quais o dióxido de carbono para a fotossíntese, o oxigénio para a respiração e o nitrogénio necessário à vida. O ar atmosférico pode ser poluído por partículas e gases (fumo). Nas lixeiras verifica-se a

combustão de resíduos, deliberada ou não, que produzem fumos e partículas sólidas que agravam a poluição do ar. Para além disso, há geração de maus odores.

A deposição inadequada de resíduos sólidos causa problemas de saúde, como proliferação de vectores de doenças (moscas, mosquitos, baratas e ratos, etc.). As lixeiras provocam, também, poluição visual. Outro problema das lixeiras reside no facto de não haver controlo dos tipos de resíduos que são depositados nestes locais, verificando-se até mesmo a deposição de resíduos hospitalares e industriais.

De uma forma geral, os resíduos depositados em lixeiras acarretam riscos que se traduzem em impactes negativos significativos, estando associados a incómodos e danos materiais que se podem sistematizar de acordo com os aspectos avançados na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4-** Riscos inerentes a uma lixeira.

<p><b>Riscos para a saúde humana.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riscos associados ao contacto directo com os resíduos (tétano, botulismo, micoses).</li> <li>• Riscos associados à presença de vectores de agentes patogénicos: é o caso de transmissão de várias doenças, por insectos, vermes e aves (diarreia, disenterias, febre tifóide e paratifóide, salmoneloses) e, também, por ratos (peste, tifo murino, leptospirose), que procuram alimento e abrigo nas lixeiras.</li> <li>• Riscos e danos pessoais em edificações devido a explosões associadas à acumulação de metano em zonas confinadas.</li> <li>• Incómodos para as populações vizinhas, associadas sobretudo aos maus odores, aos fumos e às características nocivas de gases gerados.</li> <li>• Diminuição da visibilidade em estradas próximas.</li> </ul>
<p><b>Danos para a fauna e flora.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A emissão de fumos e gases nocivos e o espalhamento de materiais leves afectam o desenvolvimento da vegetação na envolvente imediata.</li> <li>• Um aumento da temperatura associado à degradação anaeróbica dos resíduos induz a sua auto-combustão, podendo originar incêndios nas zonas adjacentes com os consequentes prejuízos na fauna e flora.</li> <li>• Destruição de árvores e arbustos, que representam locais de nidificação e abrigo para várias espécies.</li> <li>• A poluição de linhas de água pelas águas lixiviantes, pode afectar severamente a vida aquática.</li> </ul>
<p><b>Degradação da qualidade de águas subterrâneas e superficiais.</b></p>	<p>Em qualquer local de deposição de resíduos surgem águas lixiviantes, que percolam através dos resíduos sólidos, arrastando materiais solúveis e em suspensão. São águas altamente contaminadas por vários poluentes orgânicos e inorgânicos. As águas lixiviantes são de natureza muito agressiva para o ambiente, sobretudo nos dois primeiros anos de vida da lixeira.</p>
<p><b>Degradação da qualidade do ar.</b></p>	<p>Para além dos efeitos negativos (nomeadamente a toxicidade) na flora e fauna da área envolvente, os maus odores, a libertação de fumos e o espalhamento de materiais leves, uma lixeira provoca uma elevada deterioração da qualidade do ar nas suas redondezas.</p>
<p><b>Degradação da qualidade do solo.</b></p>	<p>A matéria orgânica contida nos resíduos irá decompor-se com a perda de 30 a 40% da massa inicial, provocando alterações no solo de fundação quando este não se encontra protegido e impermeabilizado. A degradação do solo é acentuada pela descarga na lixeira de resíduos metálicos (sucatas) ou determinados resíduos industriais, sobretudo no caso de formações permeáveis, podendo inviabilizar durante largos anos certos usos do terreno, pela contaminação do solo por metais pesados, óleos minerais ou outros tóxicos.</p>
<p><b>Degradação da paisagem local.</b></p>	<p>Deterioração ou mesmo destruição de elementos relevantes da paisagem envolvente, que é particularmente significativo se não houver cobertura dos resíduos com terra.</p> <p>A presença de uma lixeira induz muito frequentemente o aparecimento de outros focos de degradação adicional da paisagem, como por exemplo, depósitos clandestino de sucata e vazadouros de materiais de construção ou de resíduos industriais.</p>

## 4 - GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO LOBITO – ANGOLA

### 4.1 - A gestão dos resíduos sólidos em Angola

Estima-se que em África gera-se por habitante, em média, 0,5 a 0,8 kg de lixo por dia. Segundo o Programa Ambiental das Nações Unidas (1999), do total de lixo produzido nas cidades africanas só 20% recebem o tratamento adequado e 80% são descartados em espaços abertos e corpos de água (Bernardo, 2008).

A Agenda 21 Global recomenda como proposições básicas para a gestão adequada dos resíduos sólidos os seguintes programas: minimização da geração de resíduos, maximização de práticas de reutilização e reciclagem, implementação de sistemas de tratamento e deposição de resíduos, compatíveis com a preservação ambiental, extensão da cobertura dos serviços de recolha e destino final dos resíduos (Bernardo, 2008).

Duma forma geral, em Angola, os resíduos concentram-se em locais impróprios, principalmente em zonas urbanas e periurbanas. A acumulação de elevadas quantidades de resíduos expostos ao ar livre deriva da fraca capacidade de recolha de lixo por parte das administrações ou das operadoras. Algumas cidades não possuem locais predefinidos para a recolha do lixo, para o seu transporte e deposição no destino final.

Nos últimos anos, em Angola, tem-se verificado um crescimento exponencial de novos bairros. Muitos desses bairros são construídos de forma desordenada, com acessos muito estreitos, impossibilitando o acesso de viaturas, o que torna difícil a recolha e o transporte de resíduos e conseqüentemente o lixo acumula-se no próprio local onde é produzido.

Apesar disso, existem já em cidades como Luanda, Benguela, Cabinda, Lubango e Lunda Sul, empresas que efectuam a recolha de resíduos sólidos domésticos e outros acumulados perto das residências ou estradas e o seu transporte para áreas de deposição final. A título de exemplo, pode referir-se que apesar da cobertura de recolha de resíduos na cidade e periferia de Luanda a cargo da ELISAL não ser completa, a quantidade de resíduos que são pesados na central de Camama, rondam os 300000 kg/dia de resíduos, sendo 40% dos mesmos constituídos por areia ou outros inertes (MINUA, 2006).

A valorização dos resíduos, através dos métodos da reciclagem e a reutilização, é utilizada a uma escala muito reduzida. Esta actividade é realizada por um número muito pequeno de pessoas ou empresas particulares.

Existem, no país, projectos para construção de aterros sanitários nas principais cidades. Segundo ASM Engenharia e Consultoria (2013) "...a implantação do primeiro aterro sanitário para a deposição dos resíduos sólidos urbanos em Luanda - Angola representou um desafio e uma oportunidade. O desafio está relacionado com os aspectos técnicos e financeiros envolvidos em um empreendimento desta natureza e porte. Já a oportunidade, está vinculada ao ganho de qualidade de vida, com a preservação do meio ambiente e da melhoria da saúde das populações, que a eliminação apropriada dos resíduos urbanos proporciona..."

A área definida para a implantação do aterro sanitário está localizada na região de Mulenvos de Cima, no município de Cacucaco, próximo de Luanda. Com 297 hectares, a área em questão foi escolhida, segundo a empresa ASM (2013), "... por reunir o melhor conjunto de características para a realização de empreendimento desta natureza: destacam-se as condições geomorfológicas ambientais (solos e topografia), de acesso e de localização previstos nos estudos de desenvolvimento urbano da cidade de Luanda em relação ao plano director. Outro factor positivo é a ausência de ocupação antrópica na área, o que evita os custos financeiros e sociais envolvidos no realojamento de populações...".

O aterro sanitário de Luanda foi projectado para um tempo de vida útil de 23 anos, com base na estimativa de deposição diária de 2500 toneladas de lixo. Actualmente a quantidade de resíduos ronda as 6500 toneladas, facto que poderá reduzir o tempo de vida previsto para 15 anos, se esta tendência se mantiver e se entretanto não houver alteração do sistema de gestão de RSU em Luanda.

Luanda usa um modelo de recolha de lixo que divide a cidade em zonas operacionais com um horário de recolha das 21h00 às 4h00. O processo contempla estações de transferência e instalação de GPS de monitorização de todo o processo.

Segundo MINUA (2006) a heterogeneidade de resíduos hospitalares e a insuficiência de unidades de incineração ou de outras tecnologias para o tratamento de quantidades crescentes deste tipo de resíduos tem levado à sua acumulação em lugares inadequados, causando assim problemas graves para a saúde humana e ao ambiente. Os resíduos hospitalares incluem materiais como ligaduras, compressas, resíduos cirúrgicos, tecido humano e resíduos do laboratório médico. Estes resíduos são gerados pelo serviço normal das clínicas e hospitais no país, em unidades de prestação de cuidados de saúde, incluindo as actividades médicas de diagnóstico, tratamento e prevenção da doença em seres humanos ou animais, e ainda as actividades de investigação relacionadas.

O país vive uma grande crise na produção e distribuição de energia eléctrica facto que contribuiu para uma proliferação dos geradores eléctricos nas cidades. Estes geradores usam combustível e óleos lubrificantes tóxicos e geram resíduos perigosos (óleos usados) que usualmente são abandonados no próprio terreno, tal como acontece em oficinas.

#### **4.2 - Tratamento e gestão dos resíduos no Lobito**

O problema da gestão de resíduos gera-se com a sua produção. Uma vez produzidos, os resíduos têm que ser depositados, recolhidos e transportados, do local onde são produzidos, para o local onde serão processados, tratados, valorizados ou confinados.

Cabe aos municípios a responsabilidade de planear, organizar, promover a recolha, transportar e dar um destino final correcto a todos os RSU produzidos na sua área. O serviço de recolha pode, contudo, ser concessionado a privados.

No Lobito a recolha dos resíduos sólidos é assegurada por duas empresas privadas a Ambiáfrica e a Envirobac, sendo que a primeira cobre a zona urbana, enquanto a segunda, as zonas periféricas. As duas empresas cobrem toda a extensão do Lobito,

excepto em bairros novos por falta de acesso, servindo uma população estimada em 478 mil.

De um modo geral a recolha de RSU é efectuada de três modos: recolha porta-a-porta, recolha por pontos e recolha por sistema misto.

Quanto à frequência, Martinho e Gonçalves (2000) referem que, a recolha pode classificar-se em diária, semanal, bissemanal ou mensal. Em relação ao horário, em diurna ou nocturna.

Na cidade do Lobito, a recolha é feita diariamente em dois turnos, das 5h30 às 13h00 e das 14h00 às 21h00. Há vários circuitos de recolha, com distâncias a percorrer semelhantes. Há recolhas dirigidas para grandes superfícies comerciais.

Para a deposição dos RSU podem ser utilizados diversos tipos de recipientes: sacos, caixas e contentores. Os veículos de remoção e transporte devem cumprir as normas técnicas vigentes e podem classificar-se em função dos seguintes critérios: método de descarga; tipo de sistema de elevação dos contentores e respectiva localização; tipo de sistema transferência dos resíduos da recepção para o interior da caixa; número de compartimentos da caixa, entre outros (Levy e Cabeças, 2006; Martinho e Gonçalves, 2000).

As duas empresas usam mais de 60 contentores e 20 barcas de 4 m<sup>3</sup> (Fig. 4.1) viaturas do tipo *roll-on* e *roll-off* ou porta-barcas, compactadoras, carrinhas para pequenos focos e basculantes, sendo 10 veículos da AmbiÁfrica e 3 da Envirobac, para além de um tractor de limpeza de praias e duas varredoras mecânicas.



**Figura 4.1** - Contentores usados para a deposição de RSU

Diariamente são recolhidas, em média, cerca de 230 toneladas. Estima-se que cada habitante gera aproximadamente 0,5 kg/dia de resíduos. Os resíduos são compostos por plásticos, metais ferrosos e não ferrosos, papel/cartão, materiais eléctricos e electrónicos e matéria orgânica fermentável.

Os resíduos recolhidos são encaminhados para a lixeira do Lobito, onde depois de compactados são enterrados.

Os resíduos industriais, hospitalares e agrícolas não são tratados, muitas vezes são incinerados de forma descontrolada, outras vezes são depositados a céu aberto, o que constitui uma ameaça a saúde pública.

As duas empresas que efectuem a operação de remoção dos resíduos sólidos urbanos no Lobito complementam a sua actividade com a limpeza dos espaços públicos.

A limpeza dos espaços públicos engloba a varredura, manual e mecânica, a lavagem dos arruamentos, passeios e espaços públicos, o corte de ervas e a remoção de cartazes colocados em local indevido.

A varredura manual (Fig. 4.2) garante a limpeza das ruas, passeios, estradas urbanas e praias, e é efectuada por uma equipa de trabalhadores das empresas a serviço do município do Lobito, munidos de vassouras, pás e carros manuais para o transporte de sacos.

A varredura mecânica (Fig. 4.3) das vias cobre somente as principais ruas da cidade e é realizada por uma máquina auto-propulsora numa franja de pavimento contígua à berma ou lancil.



**Figura 4.2** - Limpeza dos espaços públicos



**Figura 4.3** - Varredora mecânica

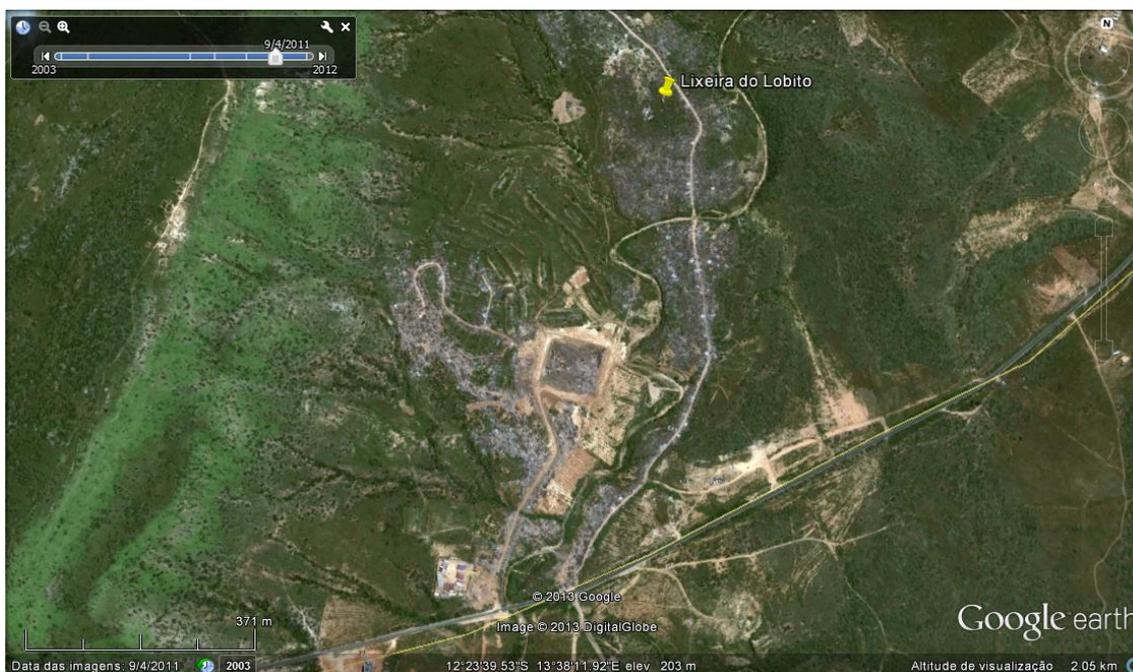
A varredora dispõe de uma série de escovas escarificadoras que accionam mecanicamente, arrancam a sujidade incrustada no pavimento e acumulam-na, por aspiração, num reservatório. A limpeza das praias da cidade do Lobito é auxiliada por um tractor.

### 4.3 - A Lixeira do Lobito

Entende-se por lixeira o amontoado de resíduos, depositados de forma indiscriminada e sem qualquer controlo, num determinado local. Usualmente, os resíduos são depositados em locais pouco visíveis, situados em clareiras de montado ou junto a linhas de drenagem natural, afastados das zonas habitualmente utilizadas pelas populações e sem qualquer tipo de estudo ou controlo posterior. As lixeiras não possuem condições de exploração condignas, originando impactes negativos muito significativos para o ambiente e para as populações residentes na sua envolvente (Levy e Cabeças, 2006).

A maior parte das lixeiras do Lobito deixaram de existir devido à explosão urbanística que também é visível um pouco por todo o país. As zonas onde essas lixeiras se localizavam converteram-se em bairros novos, depois de aterradas.

A única lixeira activa situa-se na região do Comengo, a oriente da cidade do Lobito, e dista cerca de 13 km do centro da cidade (Fig. 4.4). A lixeira do Comengo é explorada pela empresa Ambiáfrica e recebe também parte dos resíduos provenientes da vizinha cidade da Catumbela.



**Figura 4.4** - Imagem da localização da lixeira do Lobito

Diariamente a lixeira recebe, em média, cerca de 230 toneladas de resíduos (Tabela 4.1). A quantidade de resíduos que entra na lixeira é controlada por uma balança, por onde passam todos os veículos, antes da deposição (Fig. 4.5).



A

B

**Figura 4.5** - Camião na balança (A); Monitor da balança (B)

**Tabela 4.1** - Quantidade de resíduos sólidos depositados na lixeira do Lobito no mês de Março de 2012.

Dias	Resíduos depositados (ton.)
2	208
3	240
4	117
5	235
6	383
7	241
8	143
9	241
10	197
11	102
12	262
13	312
14	270
15	162
16	189
17	209
18	106
19	206
20	249
21	175
22	359
23	386
24	243
25	113
26	270
27	329
28	261
29	251
30	262
31	208
Total	6930
Média	231

Fonte: Ambífrica

A lixeira do Lobito é, portanto, uma lixeira “controlada”, onde os resíduos são depositados em células, previamente escavadas, compactados e cobertos com terra, minimizando o impacto visual (Fig. 4.6). Não há impermeabilização do fundo das células e não existe nenhum plano para minimizar o impacto sobre os solos e águas, pelo que será conveniente realizar estudos de requalificação ambiental de forma a garantir o futuro uso desses solos.



**Figura 4.6** - Máquinas usadas para compactar e enterrar o lixo.

Na área envolvente da lixeira podemos verificar ainda resíduos não cobertos que foram depositados antes da intervenção da empresa que explora a referida lixeira.

Enquanto não se efectuar uma reabilitação ambiental, uma lixeira continuará a causar impactos ambientais negativos, mesmo inactiva, relacionados com a poluição do lençol freático e da atmosfera, por um lado, e por outro lado, pelo facto de cada vez mais se produzirem resíduos, os espaços destinados para a deposição de tais resíduos começam a tornar-se reduzidos. Anacleto (2008) refere que existe uma técnica, denominada mineração de aterro, que envolve a escavação e recuperação dos resíduos aterrados, conseguindo assim, não só mitigar o impacto ambiental que uma lixeira causa, como disponibilizar espaço para a deposição de mais resíduos.

O objectivo final de qualquer país, será o de erradicar as lixeiras, encerrando-as e selando-as, e encaminhando os resíduos para destinos finais adequados. O encerramento e selagem de uma lixeira envolve um conjunto de acções a desenvolver por forma a converter uma situação descontrolada, com graves perigos ambientais e de saúde pública, numa instalação controlada que requalifique o local e o reponha em condições de higiene e segurança.

## 5 - SELECÇÃO DE LOCAL PARA IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO

### 5.1 - Critérios e recomendações para a selecção de local para aterro sanitário

Embora um aterro sanitário seja uma instalação confinada com revestimento, para impedir a fuga do lixiviado ou dos gases, a possível degradação do revestimento, por acção do efeito corrosivo do lixiviado produzido, torna prudente e necessário a escolha de locais para aterro que possuam características naturais que forneçam protecção natural para o ambiente no caso de o revestimento não funcionar. Os principais impactes resultam do risco de contaminação do meio envolvente pelo lixiviado. Este, com elevada percentagem de metais pesados e de carga orgânica, não sendo devidamente confinado, tende a contaminar gravemente não só os terrenos adjacentes, como também os níveis freáticos. Assim, o terreno seleccionado deverá ser o mais impermeável possível, de modo a evitar que, em caso de degradação das camadas impermeabilizantes do aterro, se possam infiltrar com facilidade, prevenindo-se com razoável margem de segurança, os perigos de contaminação (Farinha e Barata, 1993).

A escolha de locais adequados para a implantação de um aterro sanitário tem que ter em consideração critérios económicos, ambientais e sociais. A escolha do local requer um conjunto de estudos das características do meio físico nomeadamente (Lima e Guimarães, 2001):

1 - *Distância em relação à área urbana*: O local mais apropriado para um aterro sanitário deve estar afastado da aglomeração urbana a uma distância mínima de 2 km, para não provocar incómodos aos moradores, tais como odores, fumaça, poeira, barulho de manobras de camiões, presença de vectores.

2 - *Distância aos centros geradores de resíduos*: entende-se como centro gerador de resíduos locais de transbordo ou centro atendido. Recomenda-se que a área deva estar situada distante de residências, porém, o mais próximo possível do centro de geração do lixo, diminuindo as despesas com desgaste dos veículos e os custos do transporte e aumentando a produtividade da recolha. Sendo assim a distância ideal não deve ser superior a 15 km. Valores superiores a este tornam antieconómico o transporte directo com camiões colectores, criando-se a necessidade de estações de transferência.

3 - *Acessos*: É desejável existir sempre mais de uma via de acesso e devem evitar-se acessos de má qualidade e acessos pelo interior de povoações para não perturbar a qualidade de vida com o incómodo do tráfego pesado, sendo aconselhável que o acesso área do aterro sanitário se faça por locais de baixa densidade demográfica.

4 - *Topografia*: É um dos factores mais relevantes na escolha do local pois há uma relação muito grande entre o relevo e a ampliação dos problemas ambientais. Assim sendo o terreno deve ter uma conformação e topografia compatível, sendo preferencial locais de baixo declive de modo a minimizar o escoamento de águas superficiais para o aterro. Um terreno montanhoso com formações rochosas não será aconselhável. Por motivos de facilidade de exploração deverão ser rejeitados terrenos com topografia acidentada com fortes declives (>20%) que tornarão extremamente onerosa a

exploração e são passíveis de forte erosão. De modo oposto estarão os terrenos planos, sujeitos a inundações, devendo a inclinação mínima ser de 1%.

5 - *Dados geológico-geotécnicos*: são informações sobre as características, distribuição e ocorrência de materiais que compõem o substrato dos terrenos e das principais feições estruturais. Zonas geologicamente instáveis, como zonas sísmicas ou com falhas não são aconselháveis. Estudos sobre condutividade hidráulica, pH, capacidade de troca catiónica, salinidade, factor de retardamento são importantes para avaliar o tipo de interação solo/contaminante. Há, portanto, que tomar precauções especiais ao nível de impermeabilização do aterro de modo a garantir a não contaminação de captações e aquíferos. Assim, é desejável que o solo da área seleccionada tenha uma certa impermeabilidade natural, com vista a reduzir os riscos de contaminação de aquíferos existentes.

6 - *Dados pedológicos*: Um terreno com terras para cobertura diária dos resíduos e cobertura final é melhor que outro que necessite de terras de empréstimo. Um terreno argiloso, para além de propiciar terras de cobertura, pode proporcionar condições de impermeabilização do fundo do aterro, constituindo, por isso, um factor adicional de segurança para o sistema de impermeabilização. Assim, o solo considerado apropriado é o de fácil escavabilidade e de textura argiloarenosa (baixa capacidade de infiltração), que combina boa capacidade de depuração da argila e a resistência de carga da areia.

7 - *Hidrologia e hidrogeologia*: As águas superficiais e subterrâneas existentes têm enorme influência na escolha do local para implantação de um aterro. Deve conhecer-se corpos de água superficial e subterrâneo de interesse ao abastecimento público, assim como as zonas de recarga desses aquíferos.

Em geral quanto mais profundo for o nível freático mais protegido estará o aquífero. O nível do lençol freático depende essencialmente da frequência e da intensidade das chuvas, da evaporação e evapotranspiração, bem como da permeabilidade e da topografia da região: em zonas áridas, o nível freático está situado a maior profundidade que nos climas húmidos. Em relação à topografia, o lençol freático é mais superficial nas terras baixas, coincidindo com a superfície dos cursos de água permanentes, situando-se a maior profundidade nos divisores de água. Recomenda-se uma distância mínima de 3 metros entre o fundo do aterro e o lençol freático (para solos argilosos e argiloarenosos). Locais candidatos à implantação de aterros devem estar fora de zonas de captação de água potável. Deverão ser evitadas áreas com importância neste domínio dos recursos hídricos.

Também áreas húmidas ou sujeitas a inundações devem ser evitadas.

Recomenda-se distâncias superiores a 200 metros entre o local do aterro e os corpos de águas superficiais.

8 - *Climatologia*: estudos sobre a precipitação (série histórica), incidência solar, evaporação e evapotranspiração, humidade do ar e sobre a intensidade e direcção predominante dos ventos, que deve ser em sentido contrário à aglomeração urbana, com o intuito de evitar incómodos causados pela incidência de odores desagradáveis.

9 - *Área disponível*: Para justificar o elevado investimento inicial na construção de um aterro a zona escolhida para a implantação de um aterro deve ter uma área que lhe

permita ter uma vida útil estimada em mais de 10 anos. Para grandes aterros a vida estimada deve ser de 20 anos. O tempo de vida do aterro é determinado pela quantidade de resíduos a depositar, pela superfície da área e pela profundidade do aterro. Registe-se que a área necessária não se confina apenas à necessária para a deposição dos resíduos, mas também a uma área envolvente para a implantação de áreas de apoio à exploração como sejam as destinadas a: edifícios de apoio, acessos, parques de estacionamento, pavilhões para a reciclagem, ecrã arbóreo envolvente de protecção visual. Recomenda-se que a área destinada à deposição seja inferior a 70% da área total.

O local deve ser, preferencialmente, propriedade do Estado de modo a que a aquisição não acarrete custos elevados. Caso contrário é importante saber se o uso do solo na região comporta a presença do aterro, se sua aquisição é economicamente viável.

10 - *Flora e fauna*: o local escolhido não deve causar danos à ecologia, não havendo impactes sobre a fauna e a flora. A questão ecológica tem que ser considerada. Assim a fauna e a flora existentes devem ser analisadas e respeitada de forma que a deposição de resíduos sólidos na região não interfira de maneira negativa com a fauna e a flora local, ou seja o impacte ambiental deve ser minimizado. Sempre que possível o local deve ter uma barreira natural com árvores que limite o impacte visual do aterro.

11 - *Avaliação das disposições legais*: referem-se às informações sobre as leis ambientais. É importante uma descrição detalhada do uso e ocupação do solo da região onde será instalado o aterro sanitário. A área para implantação de um aterro deve estar situada em local em que esta actividade seja permitida pelo Plano Diretor Municipal e pelas disposições ambientais do município. A área seleccionada deve estar fora de zonas de direitos de passagem para electricidade, água, estradas e qualquer outra zona que possa impedir o desenvolvimento de um aterro.

Na escolha do local para a implantação de um aterro o peso de cada um destes critérios deverá ser estabelecidos de acordo com as características e interesses locais específicos.

Russo (2003) refere que, numa selecção desta natureza não se pode analisar e estudar todo o território, porque os custos envolvidos são muito grandes e a validade dos mesmos muito discutíveis, porque à partida muitos locais não servem, ou porque são condicionados em termos topográficos, ou legais ou de acessibilidade, ou ainda porque os custos de transporte inviabilizariam o sistema. Assim, a selecção do local deve concentrar-se em áreas de maior potencialidade de acordo com critérios técnicos e recomendações nacionais e internacionais disponíveis neste domínio.

(Calijuri *et al.*, 2002) consideram que os processos de decisão pretendem satisfazer a um ou múltiplos objectivos, e são desenvolvidos com base na avaliação de um ou vários critérios. A localização do aterro sanitário é um processo de decisão de natureza multicritério, no qual são considerados diversos atributos e implica na avaliação e selecção de áreas aptas, entre várias alternativas possíveis, com base em alguns critérios.

Segundo os mesmos autores a decisão é definida como a escolha entre alternativas. A decisão é suportada pela consideração de critérios que servem como normas para

encontrar as melhores alternativas e representam condições possíveis de quantificar ou avaliar contribuindo para a tomada de decisão. Os critérios podem ser de dois tipos: Restrições e Factores.

As restrições diferenciam áreas ou alternativas que podem ser consideradas aptas para destino final dos resíduos daquelas que não são aptas sob condição alguma. Por sua vez, os factores definem áreas ou alternativas em termos de uma medida contínua de aptidão, realçando ou diminuindo a importância de uma alternativa, em consideração, naqueles locais fora das restrições absolutas.

## **5.2 – Metodologia de selecção do local**

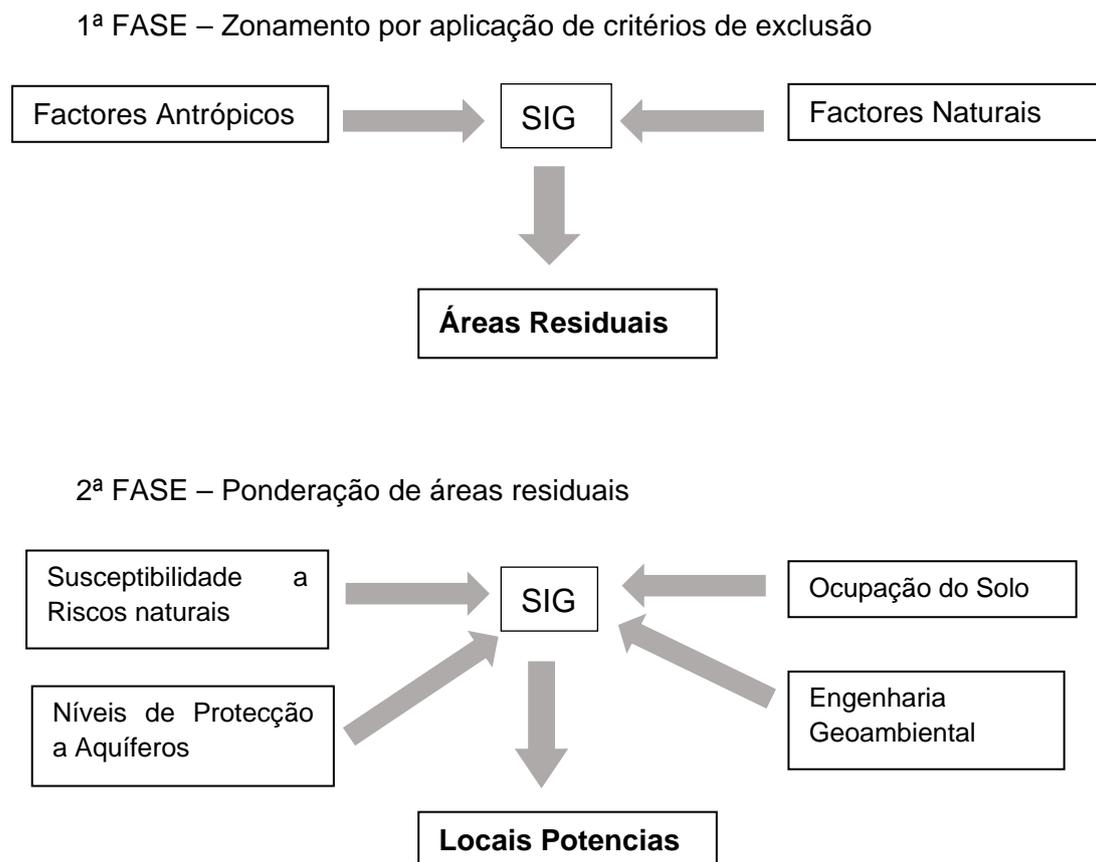
Segundo Tchobanoglous et al. (1993) os estudos de aptidão implicam o conhecimento de todas as características do local, devendo para o efeito obedecer-se a uma série de princípios tais como a localização, as restrições locais, a área disponível, as acessibilidades, o tipo de solo, a topografia, as condições climáticas, a hidrologia superficial, os condicionamentos geológicos e hidrogeológicos, as condições ambientais e o uso potencial da área.

A abordagem da escolha do local para um aterro sanitário deve ser feita em duas fases. A primeira corresponde a uma análise a macroescala, com critérios técnicos, ambientais, sociais e económicos. A segunda refere-se a uma análise a microescala, onde outro tipo de critérios, essencialmente sociais e económicos, têm maior importância (Luz et al. 2001).

Na escolha do local para implantação de um aterro deve considerar-se um vasto conjunto de constrangimentos legais, sociais, ambientais que caracterizam a área de estudo. Numa primeira fase são aplicados critérios de exclusão, como distância de transporte, declive e distâncias de protecção, com base em normas legais ou em recomendações técnicas constantes em bibliografia especializada. Da aplicação destes critérios de exclusão resulta a definição de áreas consideradas como inaptas para a instalação de aterros (áreas de exclusão) e outras consideradas genericamente como aptas (áreas residuais). As áreas de exclusão correspondem a áreas onde o aterro não deverá ser implantado devido a riscos para o ambiente ou para a saúde pública ou por custo excessivo (caso de terrenos com forte declive). Numa segunda fase as áreas residuais (áreas aptas) são analisadas através de parâmetros de modo a identificar diferentes graus de aptidão para a instalação de aterro. Estes parâmetros de avaliação podem ser agrupados em diferentes tipos: susceptibilidade a riscos naturais, níveis de protecção de aquíferos, ocupação do solo e engenharia geoambiental (Costa et al., 2003).

Assim, na primeira fase pretende-se reduzir significativamente a área seleccionada para estudos de pormenor em fase seguinte podendo obter-se potenciais locais para implantação de aterros.

Com esta metodologia procura-se assegurar que o local escolhido seja o mais adequado do ponto de vista ambiental (Fig. 5.1).



**Figura 5.1** – As duas fases de um modelo SIG (segundo Costa et al., 2003)

### 1ª FASE – Definição da área de exclusão

Na avaliação inicial são identificadas as limitações legais de implantação (reservas agrícolas ou ecológicas nacionais, áreas de reserva estratégica nacional conhecidas) ou outras baseadas em limitações físicas (características da área), tipo de povoamento (distâncias mínimas) e formações geológicas. Essas limitações constituem critérios de exclusão e visam identificar parcelas do território com aptidão para instalação de aterro. Da aplicação destes critérios de exclusão resulta a definição de áreas consideradas como inaptas para instalação de aterros (áreas de exclusão) e de outras consideradas genericamente como aptas (as áreas residuais).

Nesta fase é feito o zonamento da área de estudo por aplicação dos critérios de exclusão que visam identificar parcelas do terreno inaptas para a instalação de aterro, devido aos riscos para o ambiente e/ou para a saúde pública, e de outras parcelas consideradas genericamente aptas. Nesta fase são identificadas as limitações legais de implantação, considerando a distância do perímetro do local em relação a áreas residenciais e recreativas, cursos de água, massas de água e outras zonas agrícolas e urbanas; existência de águas subterrâneas ou costeiras, ou de áreas protegidas; condições geológicas e hidrogeológicas; riscos de cheias, de aluimento, de desabamento de terra ou de avalanches; protecção do património natural ou cultural.

Uma vez que a legislação Angolana não contempla uma directiva onde constem critérios que condicionem a implantação de aterros sanitários, neste trabalho recorreu-se a documentos de origem portuguesa, como os critérios sugeridos pelo Instituto dos Resíduos, pela DGA, assim como da Directiva da União Europeia, os sugeridos pela EPA e outros referidos na bibliografia da especialidade (Tabela 5.1).

No presente estudo a grande área de estudo compreende toda a zona envolvente de Lobito até uma distância de 15 km e consideram-se os critérios de exclusão apresentados na tabela 5.1.

**Tabela 5.1 - Critérios para a Identificação de áreas de exclusão**

	Distâncias mínimas de protecção (m)				
	Direcção (DGQA, 1990/91)	EPA-USA	OMS	Luz et al. 2001	Distâncias adoptada
<b>1- Factores Antrópicos</b>					
<i>A- Áreas construídas</i>					
Habitação isolada	250	65	200		250
Aglomerados urbanos	400			500	500
A <sub>1</sub> - Áreas industriais					100
A <sub>2</sub> - Infra-estruturas (fora de áreas urbanas)		65	200		200
A <sub>3</sub> - Aeroportos		3000		300	3000
A <sub>4</sub> -Estradas (principais e municipais)	70			300	100-300
A <sub>5</sub> -Linhas férreas	70				100
A <sub>6</sub> -Captações de água	100	160	55	100	100-500
Poços	100			400	300
Furos	100			100	300
Nascentes	100			500	300
Captações de água superficial	1000			1000	1000
<i>B- Áreas classificadas</i>					
B <sub>1</sub> - Reservas naturais					30
B <sub>2</sub> - Reservas agrícolas e de caça					30
B <sub>3</sub> - património histórico, arqueológico e geológico					30
B <sub>4</sub> - Áreas mineiras activas					30
B <sub>5</sub> -Áreas de Lazer		65	200		200
<b>2- Factores Naturais</b>					
<i>A- Factores geológicos</i>					
A <sub>1</sub> - Falhas geológicas activas		60		2000	60
A <sub>2</sub> - Aquíferos regionalmente importantes e de vulnerabilidade extrema.					30
A <sub>3</sub> -Zonas sísmicas					
<i>B- Factores hidrológicos e geomorfológicos.</i>					
B <sub>1</sub> - Rios, lagos albufeiras e, canais (sem abastecimento público)	80	30	35	80	100
Águas paradas				300	300
Águas correntes				100	100
B <sub>2</sub> - Planícies de inundaçao					30
B <sub>3</sub> - Lagos/Pântanos					100
B <sub>4</sub> - Linha de costa					100
B <sub>5</sub> - Declives				1%-20%	1%-20%

## **2ª FASE – Ponderação de áreas residuais**

Na 2ª Fase os estudos concentram-se em áreas consideradas aptas para a construção de um aterro, procurando as de maior potencialidade de acordo com critérios técnicos e recomendações nacionais e internacionais disponíveis neste domínio. A selecção de locais com maiores potencialidades determina a necessidade de proceder a estudos mais aprofundados desses locais, de modo a servir de base à escolha de um deles para a implantação do Aterro Sanitário.

Um dos aspectos a merecer atenção é o da minimização dos custos de transporte dos resíduos, por ser uma parcela importante dos custos globais do ciclo dos RSU.

Para apoiar a tomada de posição dos decisores Russo (2003) propõe uma matriz de decisão constituída por um conjunto de critérios que sintetizam os aspectos já enumerados:

1. área disponível e vida útil do aterro;
2. topografia e litologia do local;
3. águas superficiais e subterrâneas;
4. cobertura vegetal;
5. acesso ao local;
6. ordenamento (uso da terra, zonas de reserva);
7. património histórico e arqueológico;
8. valor ecológico do local;
9. custos globais de localização;
10. distâncias mínimas de protecção.

Estes critérios não estão ordenados hierarquicamente. O peso de cada um deles deve ser estabelecido em função das características e interesses locais específicos, baseados em ponderações médias recomendadas por avaliações técnico-científicas.

Para se proceder à classificação de locais propõe-se um conjunto de critérios baseados em recomendações internacionais, sendo cada um dos critérios pesado adequadamente, conforme se apresenta na tabela 5.2. A ponderação de cada critério constitui apenas uma proposta de trabalho com base técnica. Na tabela 5.3 identifica-se o conjunto de parâmetros classificativos da matriz de ponderação.

**Tabela 5.2 - Parâmetros/critérios de ponderação global**

Parâmetro/Critério	Peso (%)
águas superficiais e subterrâneas	17
área disponível e vida útil do aterro	14
topografia e litologia do local	14
custos totais de localização	13
ordenamento ( RAN, REN)	10
acessos e instalação de Infra-estruturas	8
património histórico e arqueológico	5
valor ecológico do local	5
distâncias mínimas de protecção	5
avaliação da degradação do local	5
cobertura vegetal	4

**Tabela 5.3 – Classificação dos diversos critérios para escolha do melhor local para aterro (Russo, 2003).**

	Parâmetros	Nota		
P1	Área disponível (Ad) e vida útil do aterro			
	Ad < Na	0		
	Ad = Na	8		
	Ad > Na	10		
P2	Topografia e litologia do local			
a)	Coeficiente de permeabilidade			
	$K < =10^{-9}$ m/s	10		
	$K > =10^{-9}$ m/s 10-5 m/s	7		
	$K > 10^{-5}$ m/s	0		
b)	Inclinação do terreno			
	1% < i < 20%	10		
	I = 0	0		
	I > 20%	5		
c)	Natureza do terreno			
	Rochoso	0		
	Compacto	10		
	Consistente	10		
	Muito mole	2		
Média				
P3	Águas subterrâneas e superficiais			
a)	Hidrologia			
a1)	Interceptora da superfície			
	Natureza da rede	vale	vertente	cumeada
	Inexistente	10	10	10
	Temporária	10	5	10
	Riacho	5	3	0
	Rio	0	0	0

a2	Adjacente (< 100 m)			
	Natureza da rede	vale	vertente	
	Inexistente	10	10	
	Temporária	10	10	
	Riacho	10	7	
	Rio	0	0	
a3	Vulnerabilidade dos aquíferos detectados			
	Ausência	10		
	Protegidos	8		
	Vulnerabilidade possível	6		
	Vulnerabilidade presente	0		
<b>Média</b>				
P4	Cobertura vegetal			
a1)	Exposição visual			
	Nula	10		
	Reduzida	9		
	Importante	6		
	Muito importante	0		
a2)	Qualidade da paisagem			
	Medíocre/banal	10		
	Boa	7		
	Muito boa	2		
a3)	Dissimulação do local			
	Fácil	10		
	Difícil	6		
	Muito difícil	3		
<b>Média</b>				
P5	Acesso ao local e infra-estruturas			
a1)	Rede viária até ao acesso			
	Estrada nacional	10		
	Estrada municipal	8		
	Caminho municipal	6		
	Caminho rural	4		
a2)	Impacto do tráfego no acesso			
	Nulo	10		
	Fraco	8		
	Importante	5		
	Muito importante	2		
a3)	Infra-estruturas de apoio (redes de serviços)			
	Fácil instalação	10		
	Difícil instalação	5		
	Muito difícil de instalação	0		
<b>Média</b>				
P6	Ordenamento e uso da terra			
a1)	Ocupação do solo			
	Vazio	10		
	Muito disperso	8		
	Disperso	6		
	Agrupado	2		
a2)	Condicionado (área incluída)			

		Total	> 50%	< 25%
	REN	0	2	4
	RAN	0	3	5
	Não pertence	10		
<b>Média</b>				
P7	Património histórico e arqueológico			
	Não existente	10		
	. > 500 m	8		
	100 a 500 m	3		
	< 100 m	0		
P8	Valor ecológico do local			
a1)	Inundabilidade			
	Nula	10		
	Possível	3		
	Verificada	0		
a2)	Protecção das zonas ecológicas			
	Nenhuma espécie protegida	10		
	Espécies protegidas presentes	5		
	Zona protegida	0		
<b>Média</b>				
P9	Custos globais de localização			
	Nível 1 (> Ct)	10		
	Nível 2 (Ct intermédio)	5		
	Nível 3 (< Ct)	0		
Ct = custo unitário médio, por tonelada de RSU				
P10	Distâncias mínimas de protecção			
	Distância a captações			
	< 100 m	0		
	> 100 m	10		
	Distância a habitações			
	> 250 m de habitações isoladas	10		
	> 400 m de povoações	10		
	100 a 250 de casas	5		
	250 a 400 m de povoações	5		
	< 65 de casas	2		
	< 200 m de povoações	0		
	Distância a linhas de água			
	> 100 m	10		
	50 a 100 m	7		
	< 50 m	0		
<b>Média</b>				
P11	Avaliação da degradação do local (locais propícios)			
	Degradação antrópica	10		
	Degradação natural fraca	5		
	Antiga mineração pesada	10		
	Antiga extracção de inertes	10		
	Lixeira	10		
	Terreno natural virgem	0		
<b>Média</b>				

### **5.3 - Aplicação da metodologia adoptada na identificação de locais para a Implantação de um aterro sanitário no Lobito**

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi necessário o estabelecimento de restrições para as áreas aptas, levando-se em consideração a declividade, o uso e cobertura do solo e as Áreas de Preservação Permanente.

O estudo de locais apropriados para a instalação de aterros pode ser realizado a partir da análise das imagens de satélite. Nas imagens de satélite é possível a visualização de estradas, rios, linhas de água e área urbana.

Neste trabalho utilizou-se as imagens de satélite a partir do Google Earth através das quais foram obtidos mapas da região em estudo: uso do solo, estradas, rios, aeroporto e zona urbana.

Para a definição das áreas de exclusão procedeu-se à vectorização de elementos como estradas, linhas de água, área urbana, aeroporto, zonas húmidas, infra-estruturas, área agrícola, áreas mineiras activas, e outros, utilizando a imagem de satélite no Google Earth. Seguidamente fez-se a sobreposição da imagem da carta geológica do Lobito, que após ser georreferenciada, permitiu a vectorização das falhas geológicas. Os polígonos e linhas resultantes foram gravados em formato KMZ.

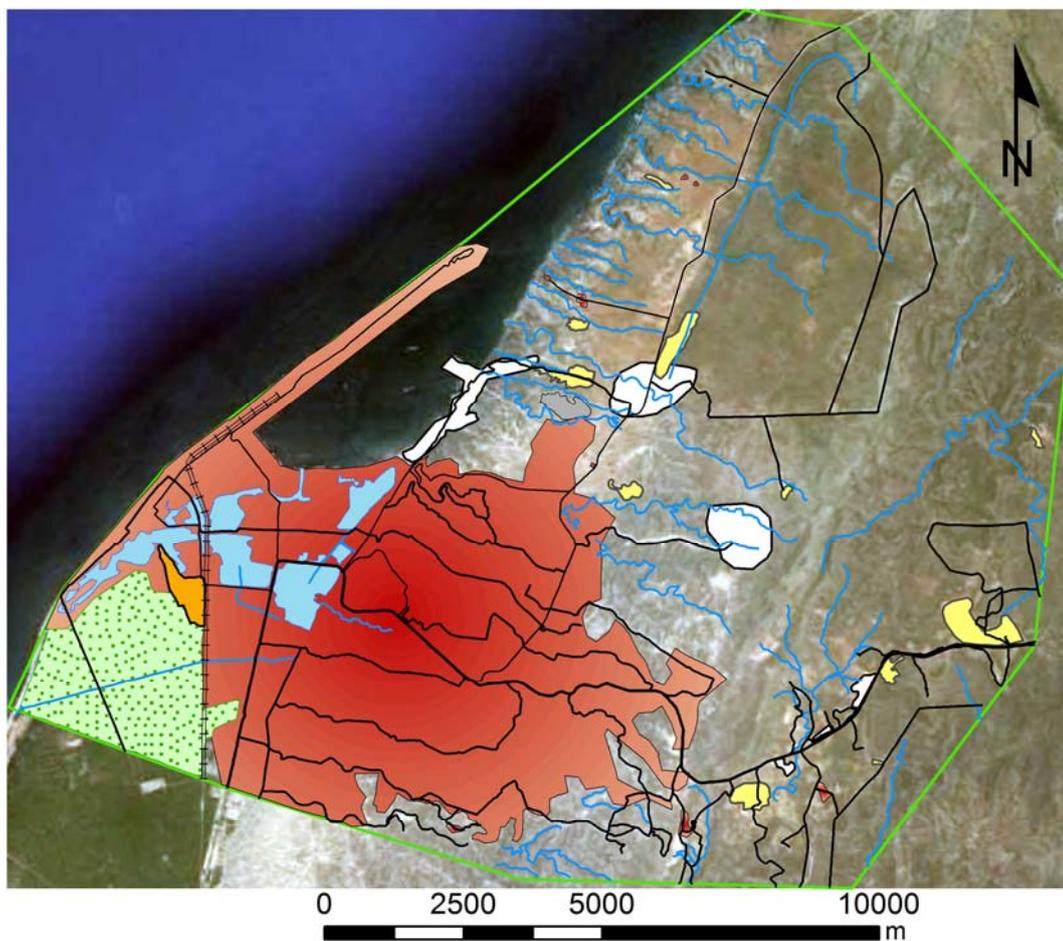
Após este processo, transferiram-se os ficheiros para o *ArcGis®10.0* onde foram convertidos em *layers*, através da ferramenta de conversão *Conversion Tools (ArcToolbox)*. Foram elaborados alguns mapas temáticos de acordo com os tipos de restrições considerados na metodologia. Depois construíram-se saídas gráficas (*layouts*) para os mapas de ocupação do solo (Fig. 5.2), áreas construídas (Fig. 5.3) e áreas classificadas (Fig. 5.4).

A influência antrópica é mais evidente na zona sudoeste da área estudada, com o limite urbano a ocupar grande parte da área. Adjacente à cidade encontra-se a área agrícola, a sudoeste. As áreas húmidas são constituídas sobretudo por mangais sendo quase contíguas à baía de Lobito (Fig. 5.2 a Fig.5.4).

A zona urbana situa-se próxima do litoral, a uma altitude inferior a 150 metros. A cidade do Lobito organiza-se concentricamente, com maior densidade no centro Oeste, e em coroas com densidades populacionais progressivamente menores, que acompanham as principais vias de comunicação (Fig. 5.2, Fig.5.3).

À medida que nos afastamos do centro urbano, encontram-se algumas infra-estruturas industriais ou zonas de exploração mineira, principalmente para exploração de inertes e de rocha ornamental.

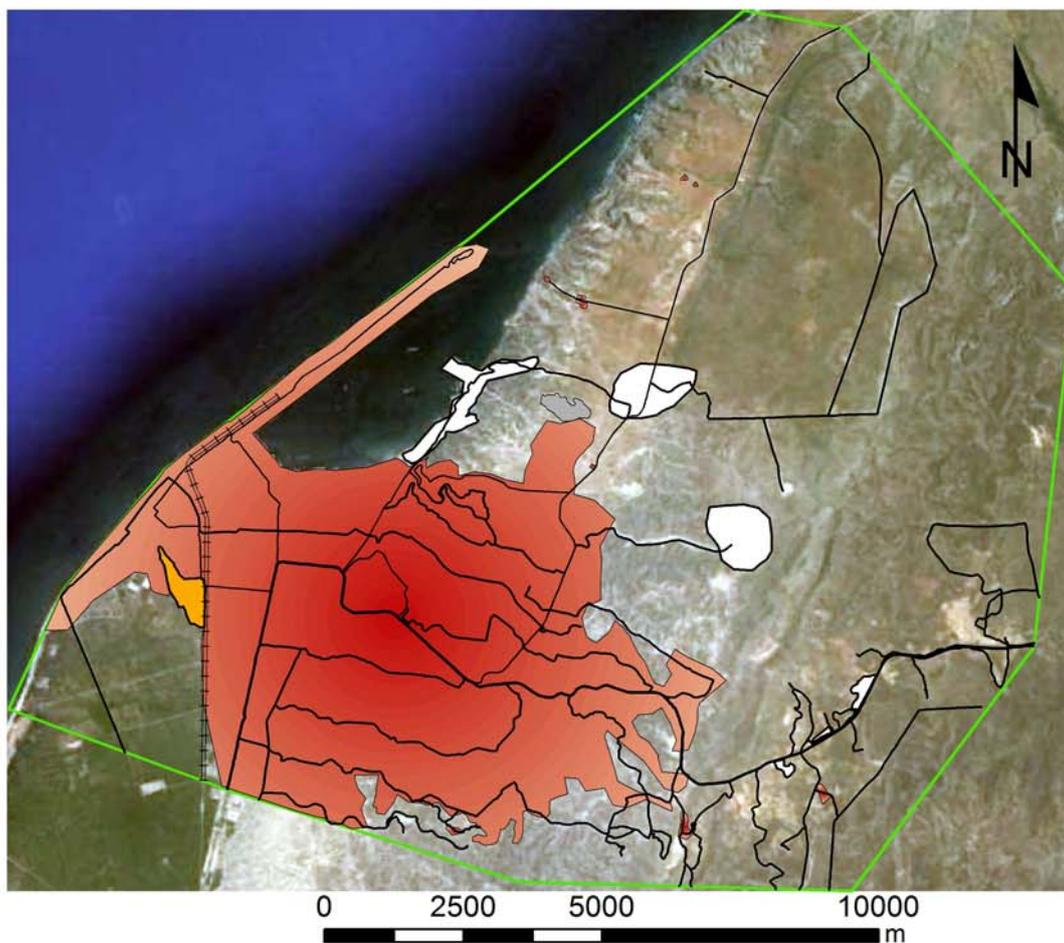
A exploração de água subterrânea é quase inexistente, não havendo praticamente poços no interior da área urbana. O abastecimento público de água à cidade de Lobito faz-se através da extracção de água subterrânea na planície aluvial do rio Catumbela situada a mais de 3 km de distância, não sendo por isso considerada como restrição em face da sua grande distância.



### Legenda

- Zona a estudar (distância < 15 km do centro)
- Áreas urbanas ou construídas
- Estradas Nacionais
- Estradas Municipais
- Estradas Rurais
- Linha férrea
- Aeroporto local
- Infra-estruturas fora das áreas urbanas
- Cemitério
- Áreas húmidas, mangais, lagos e zonas inundáveis.
- Linhas de água
- Reserva agrícola
- Áreas Mineiras

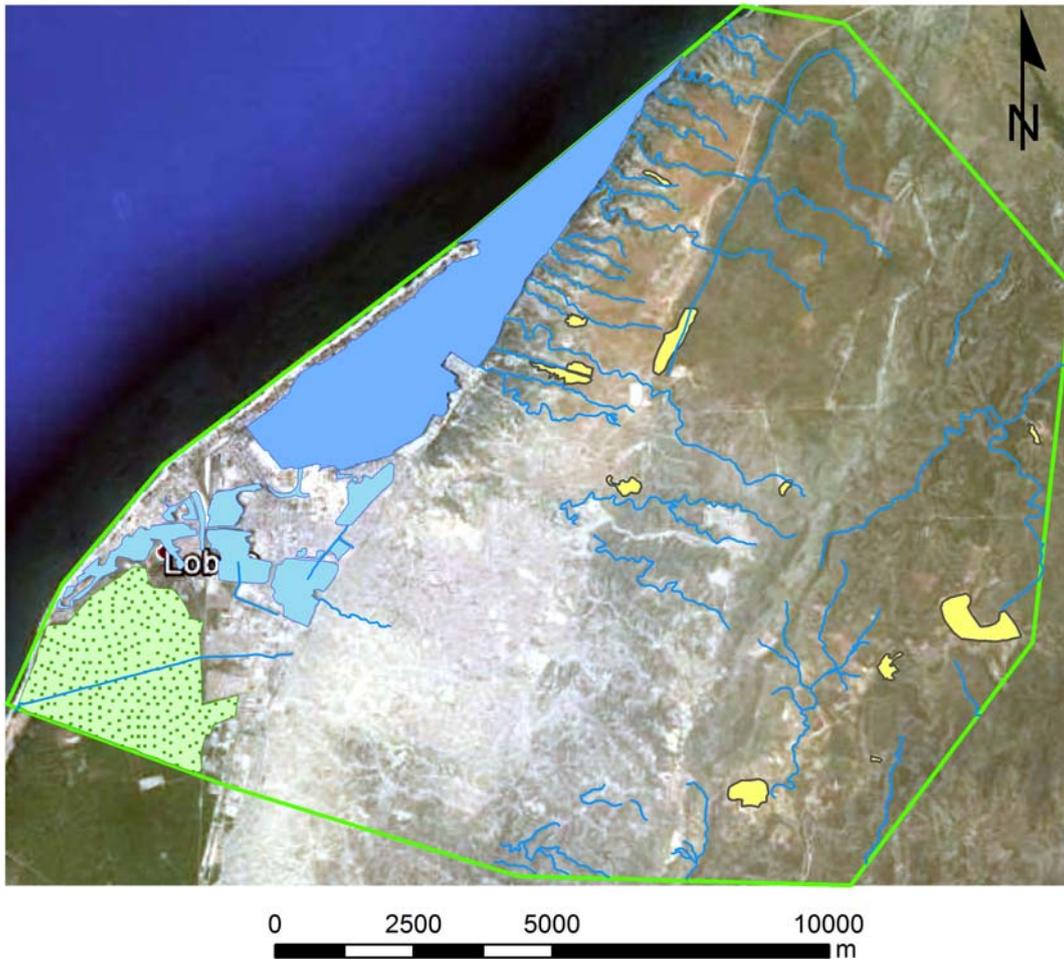
**Figura 5.2** - Mapa de ocupação do solo



### Legenda

- Zona a estudar (distância < 15 km do centro)
- Áreas urbanas ou construídas
- Estradas Nacionais
- Estradas Municipais
- Estradas Rurais
- Linha férrea
- Aeroporto local
- Infra-estruturas fora das áreas urbanas
- Cemitério

Figura 5.3 - Mapa de áreas construídas



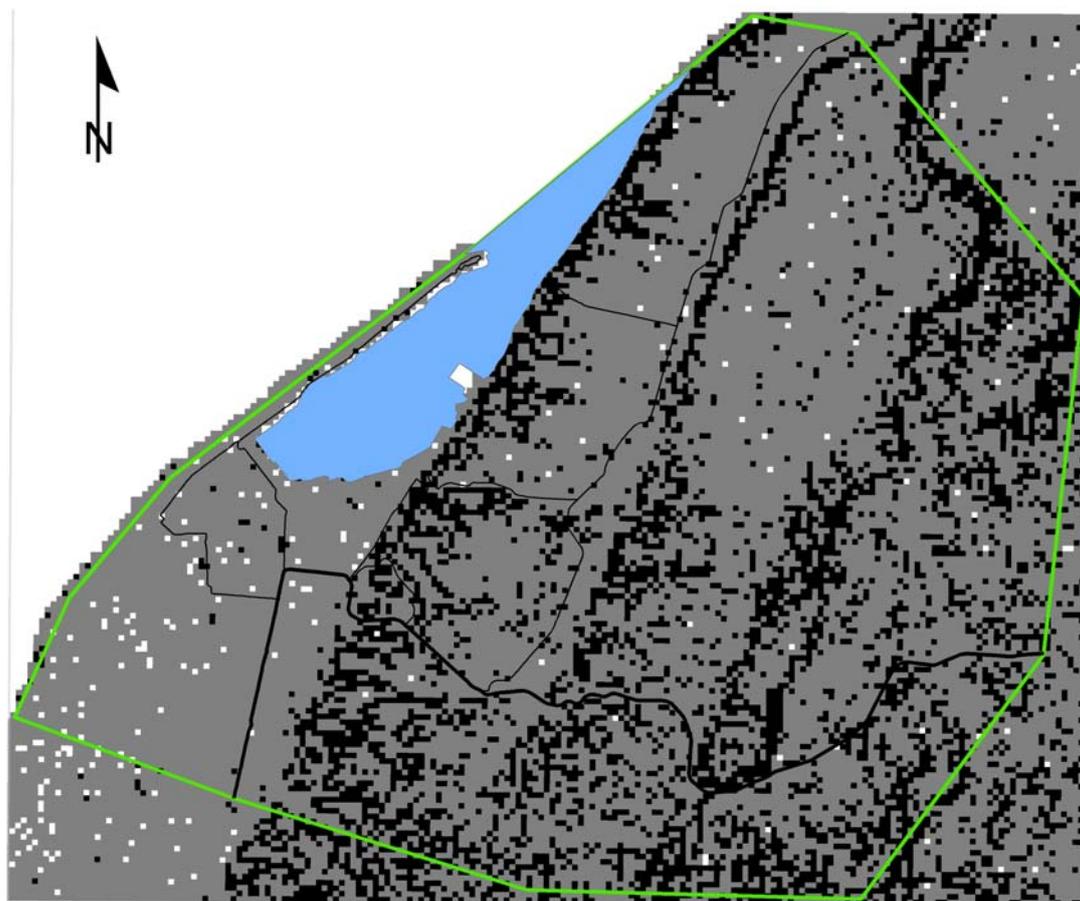
### Legenda

- Zona a estudar (distância < 15 km do centro)
- Linhas de água
- Baía do Lobito
- Áreas húmidas, mangais, lagos e zonas inundáveis.
- Reserva agrícola
- Áreas Mineiras

**Figura 5.4** - Mapa de áreas classificadas

O mapa declive (Fig. 5.5) obteve-se através da imagem de satélite ASTGTM2\_S13E013 com o modelo digital de terreno. As imagens ASTER GDEM, que são um produto do METI (Ministério da Economia, Indústria e Comércio do Japão) e da NASA (Administração Aeronáutica e Espacial Norte Americana), são georreferenciadas em coordenadas geográficas no sistema WGS84 e estão em formato GeoTIFF, com informação sobre a elevação do terreno em malhas de 1 arco de segundo (cerca de 30 m) na região de estudo.

A partir desta imagem em formato raster obteve-se o mapa de declives, definido para uma malha de 100 m de lado, cujos limites correspondem a <1%, 1-20%, >20%. Os dados da imagem ASTER permitiram efectuar também o mapa de altimetria (Fig. 5.6).

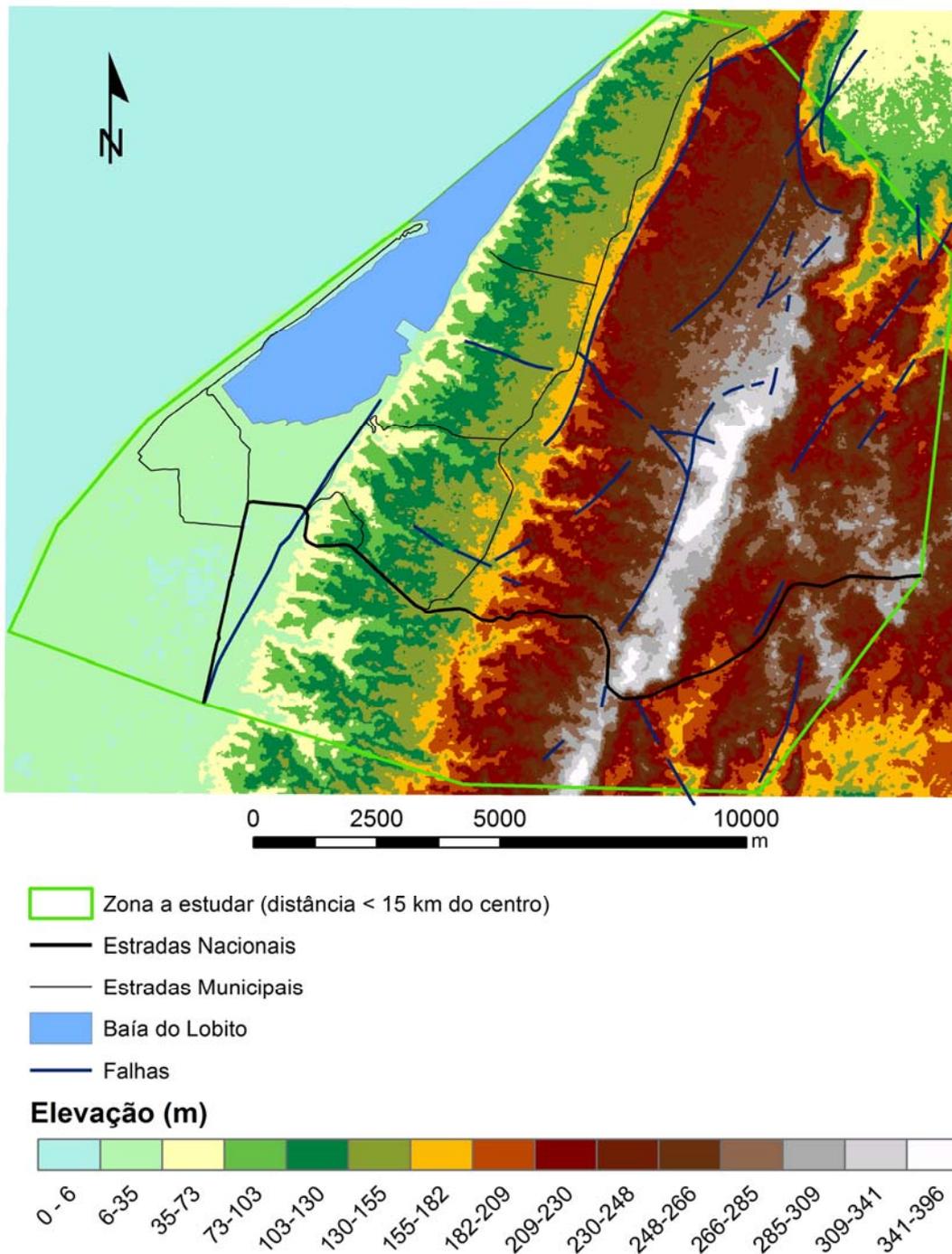


0 2500 5000 10000 m

### Legenda

-  Zona a estudar (distância < 15 km do centro)
-  Estradas Nacionais
-  Estradas Municipais
-  Baía do Lobito
-  <1%
-  1-20%
-  >20%

Figura 5.5 - Mapa de declives



**Figura 5.6** - Mapa de altimetria criado a partir da imagem ASTGTM2\_S13E013, com localização de falhas de falhas prováveis, georreferenciadas a partir da informação disponível nas folhas 227/228 da carta geológica de Angola na escala 1:100.000 (Galvão e Silva, 1972)

As figuras 5.5 e 5.6 espelham como a geologia e a tectónica influenciam a morfologia da superfície do terreno desta zona. Observando-se as zonas planas e de baixa altitude na zona costeira, a que se seguem para o interior zonas progressivamente mais elevadas ocupadas por terrenos mais antigos. Os declives são geralmente

inferiores a 20%, excepto nos ressaltos topográficos que são coincidentes com alterações na geologia da área.

Seguidamente procedeu-se à criação de uma zona de influência (buffer zone), que, segundo (Porteiro, 1998), citado em (Luz et.al, 2001), corresponde a uma área circundante no interior de uma ou mais entidades gráficas, com distâncias constantes a cada entidade, definidas pelo utilizador. Tendo em conta os critérios definidos para a implantação de aterros sanitários, criaram-se os buffers definidos na Tabela 5.1. No caso das estradas, a distância considerada foi de 300 m para as estradas nacionais e de 100 m para as estradas municipais, sendo a distância mínima de segurança de 30 para as restantes estradas e caminhos. As áreas resultantes (Fig. 5.7) constituem locais de exclusão à implantação de aterros. De modo a facilitar o processamento da informação procedeu-se à união dos buffers obtidos, visando a obtenção de um único polígono que englobasse todos os outros.

No mapa da figura 5.7 os locais indicados a vermelho constituem as zonas de exclusão, determinadas pela aplicação dos critérios de áreas construídas (ponto 1.A na Tabela 5.1) e alguns dos critérios de áreas classificadas (ponto 1.B na Tabela 5.1) e de factores naturais (ponto 2 na Tabela 5.1). As restantes áreas, com declive apropriado (entre 1 e 20%), que estão marcadas a cinzento na Figura 5.7, constituem os potenciais locais para a implantação de aterro sanitário, excluindo aquelas que correspondam à localização dos critérios não analisados, como aquíferos regionalmente importantes, áreas com património histórico e arqueológico, e outras definidas pelo Plano Director Municipal (PDM) do Lobito. Por não haver ainda informação sobre aquíferos regionais nesta área, este critério importante não foi englobado na definição das áreas de exclusão. No entanto, será de esperar a existência de recursos hídricos nas formações sedimentares, porosas e carsificadas, com permeabilidade elevada e que poderão constituir aquíferos, cujo grau de vulnerabilidade deverá ser determinado.

De igual modo, verificou-se a inexistência de elementos referentes a alguns parâmetros de avaliação nomeadamente o Plano Director Municipal para averiguar o futuro uso e ocupação de solos e zonas de reserva, cartas arqueológicas a fim de identificar áreas correspondentes ao património histórico e arqueológico.

Tendo em conta que algumas dessas áreas poderão ser mais aptas que outras, será necessário examiná-las utilizando os parâmetros de avaliação como a susceptibilidade a riscos naturais, níveis de protecção de aquíferos, ocupação do solo e engenharia geoambiental. Contudo pouca informação está disponível em formato digital.

Por esta razão neste trabalho limitámo-nos apenas a identificar as áreas residuais que serão objecto de avaliação em estudos posteriores, de modo a facilitar aos órgãos de decisão a selecção das melhores opções, avaliando diferentes cenários em função da importância dos parâmetros considerados. Refira-se que esse estudo deverá recair somente nas áreas consideradas aptas, que constituem uma percentagem muito inferior em relação ao território inicialmente analisado.

Portanto, as principais condicionantes examinadas neste trabalho para o fim em análise, foram a proximidade aos aglomerados populacionais e o declive acentuado. A maior parte da zona baixa da cidade do Lobito está preenchida por edificações

urbanas que correspondem a áreas habitacionais, comerciais e industriais. Os espaços restantes correspondem a áreas húmidas (mangais e outras), o aeroporto e uma área agrícola, na parte sul da cidade nas proximidades do rio Catumbela. Estas áreas também constituíram condicionantes à implantação.

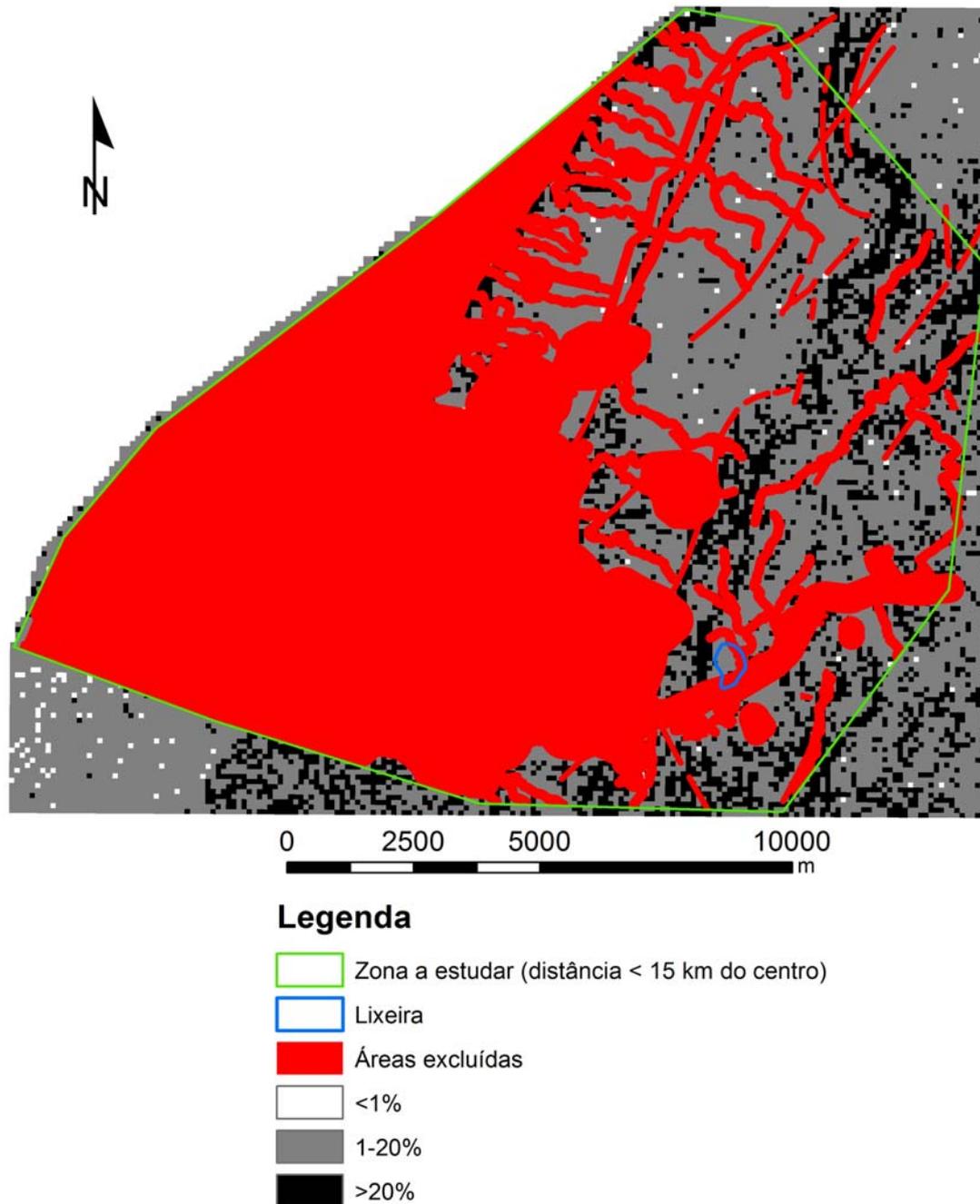


Figura 5.7 - Mapa das áreas de exclusão.

Na zona alta da cidade é notório o grande aglomerado populacional e algumas casas isoladas. Muitos espaços livres de ocupação têm declive acentuado conforme se pode observar na Figura 5.7. Nesta zona foram também observados outros factores de exclusão, nomeadamente infra-estruturas, áreas mineiras que correspondem geralmente à exploração de inertes (ver a Figura 5.3 e 5.4) e falhas geológicas documentadas na cartografia regional (Figura 5.6).

Na Figura 5.7 também é visível a localização da actual lixeira controlada do Lobito, marcada a azul. A sua localização apresenta algumas condicionantes, identificadas pelas áreas a vermelho, que correspondem às distâncias de protecção da estrada nacional (a sul) e de uma linha de água a leste. A lixeira actual poder-se-ia expandir um pouco para norte e oeste, mantendo-se dentro da área aceitável. Mas será necessário encontrar outro local para instalar o futuro aterro, uma vez que a área de expansão da actual lixeira é muito reduzida.

## **Capítulo 6- Conclusões e considerações finais**

### **6.1- Síntese conclusiva**

Neste trabalho aplicou-se uma metodologia para a identificação de áreas para a implantação de um aterro sanitário no Lobito, através da utilização de critérios de exclusão. O estudo realizado neste contexto permitiu chegar às seguintes conclusões:

- Na escolha do local para implantação de um aterro deve considerar-se um vasto conjunto de constrangimentos legais, sociais, económicos e ambientais que caracterizam a área de estudo;
- Através da detecção remota e do processamento de imagens é possível localizar áreas aceitáveis para a implantação de aterros sanitários, através da disponibilidade de imagens de satélite. Nestas imagens é possível a visualização de estradas, rios, linhas de água e área urbana. Estes dados, conjuntamente com outras informações da região como declividade e hidrografia, permitem fazer uma análise preliminar das regiões próprias para abrigar um aterro sanitário, no entanto, estas deverão ser sempre completadas com outros dados;
- Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas fundamentais para a escolha de locais adequados para a instalação de um aterro sanitário, pois facilitam a análise espacial e permitem a integração de toda informação necessária à tomada de decisão, pelo que contribuem para o Planeamento e Ordenamento do Território;
- Foram encontradas algumas áreas disponíveis que, no entanto, carecem de estudos adicionais;
- A área de expansão possível da lixeira do Lobito fica reduzida devido às distâncias de protecção da estrada nacional (a sul) e de linhas de água a leste. Contudo, poder-se-ia expandir um pouco para norte e oeste;
- A área de expansão da actual lixeira é reduzida pelo que será necessário encontrar outro local para instalar o futuro aterro, considerando as áreas disponíveis depois de submetidas a avaliações de aptidão;
- As principais condicionantes examinadas neste trabalho para a implantação de aterro sanitário foram a proximidade aos aglomerados populacionais e o declive acentuado;
- A metodologia utilizada apresenta vantagens, pois reduz a área de estudo, uma vez que as áreas residuais correspondem a uma percentagem muito inferior à área do território inicialmente analisada;

- Este trabalho poderá servir de base para futuros projectos relacionados com a identificação de locais adequados para a localização de aterros sanitários no Lobito, uma vez que esse estudo prévio pode vir a facilitar trabalhos de campo, e o próprio trabalho da administração local, de órgãos ambientais ou de concessionárias interessadas nesse tipo de empreendimento.

## **6.2- Principais limitações e recomendações**

O Lobito tem uma versão do Plano Director Municipal que ainda está em discussão, pelo que não se teve acesso ao referido documento, o que constituiu uma grande limitação deste trabalho, uma vez que os PDM constituem restrições legais na escolha de locais para aterro.

Outra limitação do trabalho foi a falta de informações exactas e actuais sobre a população actual do município do Lobito. Refira-se que a Catumbela ascendeu recentemente a categoria de município tendo-se separado do Lobito e, por isso, os dados ainda não se encontram actualizados. A falta desta informação, bem como de dados de produção de resíduos sólidos urbanos, não permitiu prever a área do aterro em função da produção de resíduos num determinado período.

A inexistência de elementos referentes aos critérios usados nomeadamente dados digitalizados como cartas e outros parâmetros de avaliação de aptidão constituíram limitações desse trabalho bem como o tempo disponível que não permitiu confrontar os resultados obtidos com o trabalho de campo.

Contudo, a experiência adquirida com a realização deste trabalho permite indicar algumas recomendações, para estudos semelhantes e projectos que visem a selecção de áreas para aterro, tais como:

- A disponibilidade por parte da administração local de dados importantes para este estudo como o PDM, número e taxa de crescimento da população;
- Investimento por parte das autoridades locais na obtenção e criação de dados georreferenciados que permitam a realização desse tipo de trabalho;
- Análise das áreas potenciais, para um estudo detalhado de alguns aspectos relacionados com a geologia, hidrogeologia e pedologia, e outros.
- Verificar a propriedade e a disponibilidade das terras nas áreas sugeridas.

- Após a selecção dos locais mais aptos, é necessário utilizar técnicas de construção e exploração que minimizem os impactes do futuro aterro.
- A construção de um novo aterro no Lobito deve implicar a recuperação de toda a área onde actualmente são depositados os resíduos.

## Bibliografia

- Anacleto, S. A. S. M. (2008). *Técnicas para Recuperação de Resíduos Depositados em Antigas Lixeiras. Caso de Estudo: Lixeira da Moita*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente, perfil Engenharia Sanitária. Faculdade de Ciências e Tecnologia-Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Angola Population Statistics. (2013). GeoHive. Consultado em Setembro de 2013. Disponível em <http://www.geohive.com/cntry/angola.aspx>
- Angola. (2013). Wikipédia, a enciclopédia livre. Consultado em Setembro de 2013. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Angola>
- ASM Engenharia e Consultoria. *Aterro Sanitário. Projeto de aterro sanitário de Mulenvos de Cima - Angola*. Consultado em Setembro de 2013, disponível em <http://www.asmenharia.com.br/interna.php?p=11>
- ASTER GDEM (2013). ASTER GDEM. Consultado em julho de 2013, disponível em <http://gdem.ersdac.ispacesystems.or.jp/>
- ASTER Global Digital Elevation Map - NASA (2013). ASTER Global Digital Elevation Map – NASA. Consultado em julho de 2013, disponível em <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>
- Bernardo, J. (2008). *Uma proposta metodológica para a gestão de resíduos sólidos urbanos na África*. Tese de Mestrado em Desenvolvimento Urbano. Universidade Federal de Pernambuco. Consultada em Janeiro de 2013, disponível em <http://www.didinho.org/UMAPROPOSTAMETODOLOGICAPARAAGESTAODERESIDUOS SOLIDOSURBANOSNAAFRICA.pdf>
- Brognon, G.P. e Verrier, G.R. (1966). Oil & Geology in Cuanza Basin of Angola. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 50(1), pp. 108-158.
- Buta-Neto, A., Tavares, T.S., Quesne, D., Guiraud, M., Meister, C., David, B. e Morais, M.-L. (2006). Synthèse préliminaire des travaux menés sur le bassin de Benguela (Sud Angola): implications sédimentologiques et structurales. *África Geoscience Review*, vol.13 (3), pp. 239-250.
- Calijuri, M. L., Melo, A. L. O. e Lorentz, J. F. (2002). Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão. *Informática Pública*, V.4, n.2, 231-250: 2002.
- Carvalho, G. S. (1960). Alguns problemas dos terraços quaternários do litoral de Angola. *Bol. Ser. Geol. Minas de Angola*, nº 2, pp. 5-16.
- Cavita, J. R. R. (2011). *As unidades carbonatadas cretácicas da região do Lobito (Angola). Caracterização e importância no ordenamento do território*. Tese de mestrado em Geociências, ramo do Ambiente e Ordenamento. Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.

- Costa, C.N.; Allen, A.; Brito, M. G.; Caetano, P.S.; Cummins, V.; Donnelly, J.; Koukoulas, S.; O'Donnel, V.; Robalo, C.; Vendas, D. (2003) Modelo SIG para Selecção de Locais para Aterros de Resíduos. *Finisterra* XXXVIII, 75, 85-99.
- Diniz, A. C. (1998). *Angola O Meio Físico e Potencialidades Agrárias*, 2.<sup>a</sup> ed., Lisboa, ICP, pp. 19-49.
- Farinha, A. M. R., Barata, E. J. G. (1993) – *A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos na Região Centro*. Estudos Sectoriais, Coimbra, Comissão de Coordenação da Região Centro.
- Feio, M. (1960). As praias levantadas da região do Lobito e Baía Farta. *Garcia de Orta*, vol. 8 (2), pp. 357-370.
- Ferrão, D. A. G. (2006). *Avaliação da Remoção e Eliminação dos Resíduos Sólidos na Cidade de Maputo, Moçambique*. Dissertação de Mestrado. Universidade da Cidade do Cabo. Consultado em Agosto de 2013 do Repositório Científico de Moçambique, disponível em <http://www.saber.ac.mz/handle/10857/3115>.
- Fontoura, A. (2003). *lobitoweb.com - A sala de visitas de Angola*. Consultado em Setembro de 2013 disponível em <http://www.lobitoweb.com>
- Galvão, C. F. e Silva, Z. (1972). Notícia explicativa da Folha n.º 227-228 Lobito, da carta geológica de Angola na escala 1:100000. Direcção Provincial dos Serv. De Geologia e Minas.
- Guerreiro, R. B. F. (2010). *Interacções água-sedimento no mangal do Lobito*. Tese de mestrado em Geociências, ramo do Ambiente e Ordenamento. Departamento de Ciências da Terra-Faculdade de Ciências e Tecnologia-Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Guiraud, M., Buta-Neto, A. e Quesne, D. (2010). Segmentation and differential post-rift uplift at the Angola margin as recorded by the transform-rifted Benguela and oblique-to-orthogonal-rifted Kwanza basins. *Marine and Petroleum Geology* 27 (2010) 1040–1068.
- History of waste management* (2013). Wikipedia. The Free Encyclopedia. Consultado em Setembro de 2013. Disponível em [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_waste\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_waste_management)
- Incineration* (2013). Wikipedia. The Free Encyclopedia. Consultado em Setembro de 2013. Disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/Incineration>
- Info-Angola. A Biblioteca virtual de Angola (2013). Info-Angola. A Biblioteca virtual de Angola. Consultado em Agosto de 2013, disponível em <http://www.info-angola.ao/>
- Levy, J. Q. e Cabeças, A. J. (2006). *Resíduos Sólidos Urbanos - Princípios e processos*. AEPSA (Associação das Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente), Lisboa.

- Lima, G. S. e Guimarães, L. T. (2001). Metodologia para seleção de áreas para implantação de aterro sanitário municipal. In: *21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*.
- Lima, G. S.; Guimarães, L. T. (2001) Metodologia para Seleção de Áreas para Implantação de Aterro Sanitário Municipal. *21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. ABES – Trabalhos técnicos 1, 1-10. PB, 16 a 21 de Setembro.
- Lobito. (2013). Wikipédia, a enciclopédia livre. Consultado em Setembro de 2013. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Lobito&oldid=36868255>
- Luz, A. P., Francés, A., Fernandes, J. e Dill, A. C. (2001). Aplicação de um SIG na selecção de locais para implantação de aterros sanitários em áreas vulneráveis à contaminação de aquíferos. In: *Seminário sobre a Hidroinformática em Portugal*. Lisboa, LNEC, 15-16 Nov.
- Martinho, M.G. M. e Gonçalves, M. G. P. (2000). *Gestão de Resíduos*. Universidade Aberta, Lisboa pp. 14 - 191.
- MINUA – Ministério do Urbanismo do Ambiente da República de Angola, (2006). *Relatório do Estado Geral do Ambiente em Angola*. Pub. 514, disponível no site: [http://www.angolanainternet.ao/documentos/minua\\_rel.pdf](http://www.angolanainternet.ao/documentos/minua_rel.pdf), consultado em 30 de Abril de 2013.
- Nickolsen, J. (2012). Timeline of waste management. Consultada em Agosto de 2013, disponível em <http://www.timeline-help.com/timeline-of-waste-management.html>
- Pita, F. A. G. (2009). *Apontamentos de Gestão e Tratamento de Resíduos*. Departamento de Ciências da Terra-Faculdade de Ciências e Tecnologia-Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Reciclagem*. (2013). Wikipédia, a enciclopédia livre. Consultado em Setembro de 2013. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Reciclagem>
- Ribeiro, V. V.P. (2011). *Aplicação de sistema de informação geográfica na identificação de área para aterro sanitário*. Mestrado em Ciência e Sistema de Informação Geográfica. Universidade Católica de Moçambique – Centro de Informação Geográfico. Beira – Moçambique.
- Russo, M. A. T. (2003). *Tratamento de Resíduos Sólidos*. Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Tavares, T. (2006). *Ammonites et échinides de l'Albien du bassin de Benguela (Angola). Systématique, biostratigraphie, paléogéographie et paléoenvironnement*. Université de Bourgogne, Dijon, France, 380 p.
- Tavares, T., Meister, C., Duarte-Morais, M.L. e David, B. (2006). Albian ammonites of the Benguela Basin (Angola): a biostratigraphic framework. *South. Afr. J. Geol.*, 110, 137–156.

Tchobanoglous G., Theisen H. e Vigil S. A. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. McGraw-Hill International Editions, Singapore.

United Nations News Centre (2013). United Nations News Centre. Consultado em 17 de Setembro de 2013 disponível em <http://www.un.org/news/>

United States Environmental Protection Agency (2013). United States Environmental Protection Agency. Consultado em agosto de 2013, disponível em <http://www.epa.gov/>

### **Legislação Angolana**

- Lei n.º5/98, de 19 de Junho (Lei de Bases do Ambiente de Angola)
- Decreto presidencial n.º190/12 de 24 de Agosto de 2012

### **Legislação Portuguesa**

Decreto-Lei 178/2006 de 5 de Setembro

Decreto-Lei 152/2002 de 23 de Maio

Decreto-Lei 239/97, de 9 de Setembro

Portaria n.º15/96, de 23 de Janeiro

### **Legislação da União Europeia**

Directiva 91/156/CEE