

6 AN 20

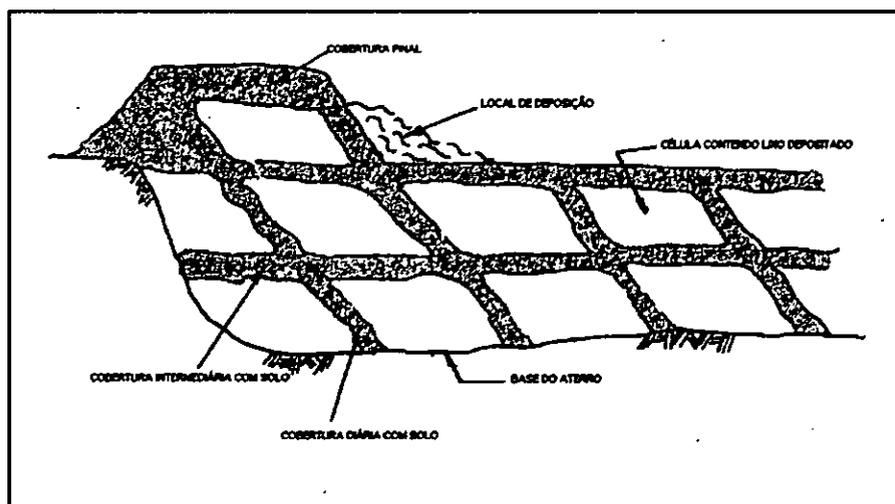


UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA



**Tema: Contribuição à Gestão de Resíduos Sólidos e Substâncias Tóxicas
Persistentes nas Cidades de Maputo e Matola**

Autor: Carla Madalena Daud

Maputo, Junho de 2002

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

Título: Contribuição à Gestão de Resíduos Sólidos e Substâncias Tóxicas Persistentes nas Cidades de Maputo e Matola

Autor: Carla Madalena Daud

Supervisor: Doutor Rui Carlos da Maia

Co-Supervisora: Dra. Aida Massango

U. E. M. DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BIBLIOTECA
R. E. 13.1.1
DATA 13.07.06
AQUISIÇÃO 2.ª etapa
COTA.....

Maputo, Junho de 2002

Dedicatória

Ao meu irmão, Bartolomeu Ramos M.D.Hassam e meus filhos Carlos Manuel Ribeiro Marques e José Manuel R.M.Júnior, pela paciência, apoio moral, incentivos, sacrifício passado, assim como a sua presença ao longo destes anos.

A todos os professores e colegas pelo apoio moral prestado nos momentos mais difíceis.

Agradecimentos

Tenho a exprimir o meu profundo reconhecimento ao Sr. Doutor Rui Carlos da Maia e à Sra. Dra. Aida Massango, respectivamente supervisor e co-supervisora deste trabalho, pelos ensinamentos, paciência, acompanhamento e aconselhamento sem os quais teria sido muito difícil a sua conclusão.

A todos os docentes do Departamento de Química da UEM, o meu muito obrigado.

Endereço os meus sinceros agradecimentos aos senhores, Elisa João e Ilidio Marques, pela preciosíssima colaboração em todos os momentos.

Finalmente, gostaria de exprimir a minha gratidão, aos funcionários do Departamento de Química e a todos os meus colegas de serviço, pelo apoio prestado durante o trabalho.

Maputo, Junho de 2002

A autora

Carla Madalena Daud

Declaração sob palavra de honra

O presente trabalho de Licenciatura foi realizado pela autora com base nos recursos a que se faz referenciar ao longo do texto.

A autora

Carla Madalena Daud

Maputo, Junho 2002

Índice Geral

Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Declaração sob palavra de honra	iii
Índice geral	iv
Índice de tabelas	vii
Índice de figuras	viii
Índice de abreviatura	ix
Resumo	x
1. Introdução	1
2. Objectivos do trabalho	11
3. Metodologia do trabalho	11
4. Informação sobre os resíduos e seus potenciais impactos humanos e ambientais	12
4.1. Procedimentos de recolha de informação sobre os resíduos sólidos e PTS	12
4.1.1 As fontes dos produtos tóxicos persistentes	12
a) Informação geral a colher sobre as emissões de PTS	13
b) Informação geral a colher sobre descargas atmosféricas	15
c) Informações gerais a colher em relação as descargas para o ambiente aquático	16
d) Informação a colher em relação à descargas para os solos	17
e) Informação a colher em relação à emissão de resíduos sólidos	17
f) Informação a colher em relação à emissão de PTS dos produtos	18
4.1.2. Sobre as concentrações ambientais dos PTS	20
a) Solos	21
b) Sedimentos	21
c) Amostras de ar	21

d) Águas	21
e) Vegetação	22
f) Organismos marinhos e pássaros	22
g) Animais terrestres e aves	22
h) Alimentos	22
i) Níveis nos humanos	23
j) Valores e limites de controle	23
4.1.3. Sobre os potenciais impactos humanos e ambientais	23
5. A deposição de resíduos sólidos e das substâncias tóxicas persistentes de origem agrícola e industrial em Moçambique.	25
5.1. Reflexões sobre as descargas de resíduos da indústria Moçambicana	25
5.2. Reflexão sobre o caso dos pesticidas obsoletos de Moçambique	28
6. Monitoria química dos aterros sanitários	37
6.1. A amostragem	37
6.2. As determinações analíticas	38
7 Resultados	39
a) Resíduos urbanos nas cidades de Maputo e Matola	39
b) Sobre a gestão dos sistemas de recolha e processamento de resíduos sólidos	40
c) Aterro sanitário para a deposição de resíduos sólidos na região de Maputo e Matola	43
d) Capacidade a instalar no aterro proposto para resíduos industriais das cidades de Maputo e Matola	44
e) Capacidade a instalar no aterro proposto para resíduos agro-industriais de alta toxicidade	46

8. Conclusões e recomendações	47
9. Bibliografia	52
Anexos	

Índice de Tabelas

1. Listagem de quantidades de pesticidas abandonados por zonas	6
--	---

Índice de Figuras

- | | |
|---|----|
| 1. Fluxograma para a determinação das fontes e rotas potenciais de emissão de PTS | 14 |
|---|----|

Índice de Abreviaturas

FAO - Organização Mundial para a Alimentação

DDT - (Dicloro-defenil -tricloro etano) ou 1,1,1-tricloro - 2,2-bis(p-clorofenil)etano

PTS - Substâncias Tóxicas Persistentes

POP's - Poluentes Orgânicos Persistentes

UNEP - Organizações das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PAHS - Hidrocarbonetos Poliaromáticos

PCB - Befenis Policlorinados

URSS - União Soviética

UEM - Universidade Eduardo Mondlane

PVC - Cloreto de Polivinilo (plástico)

GPS - Sistema de orientação geográfica

NOEL/NOAEL - Nível de contaminante que não indica nenhum efeito adverso

NOEC/NOAEC - Concentração de contaminante que não indica nenhum efeito adverso

LD₅₀/LC₅₀ - Dose letal/Concentração letal para 50% da população do organismo em estudo

PNB - Produto Nacional Bruto

MICOA - Ministério da Coordenação e Acção Ambiental

PFTE - Politetrafluoretileno

DO - Oxigênio Dissolvido

ICP - Plasma endutivamente acoplado

GC/MS - Gás cromatográfico/Espectroscopia de massas

GC/ECD - Gás cromatográfico/Deteccção com captura de electrões

RESUMO

Este trabalho de licenciatura visa a produção de um guião prático que sirva aos grupos de trabalho nacionais no que diz respeito aos procedimentos ligados à recolha, compilação e avaliação de dados e informação relevante sobre as fontes, quantidades e qualidades, níveis de concentração no meio ambiente, riscos e formas de deposição de resíduos sólidos e de substâncias tóxicas persistentes de origem agrícola e industrial. A correcta gestão dos resíduos sólidos urbanos, dos resíduos industriais e das substâncias tóxicas persistentes precisa do suporte de uma base de dados desenvolvida segundo critérios internacionalmente aceites de forma a se garantir comparabilidade dos dados e evitar duplicações. Tal base de dados é implementada na forma de inquérito de carácter local onde se recolhem as informações mais relevantes, nomeadamente as quantidades as características dos resíduos e PTS.

Para a gestão adequada do problema dos resíduos sólidos nas cidades de Maputo e Matola é primordial um conhecimento profundo sobre as quantidades e as características dos resíduos aí produzidos. Tal é importante porque qualquer projecto futuro para a recolha e deposição desses resíduos terá sempre que ser dimensionado tomando como base as quantidades totais a processar e também porque o sistema escolhido deverá tomar em conta as características qualitativas desses lixos. Particularmente o método de deposição a aplicar quer seja por via de incineração, compostação ou aterro sanitário, depende sempre das características químicas e físicas dos resíduos a tratar. A selecção dos equipamentos de transporte, a escolha das rotas de circulação, a escolha dos equipamentos de compactação (buldozers) e equipamentos auxiliares e todo o estudo da economia do sistema só podem ser feitas com base em dados concretos.

No caso de Maputo e Matola não existem estudos estatísticos sobre os resíduos sólidos que sejam suficientemente fiáveis para apoio a todo o projecto de planeamento e desenho de um sistema integrado de recolha e processamento. Tais estudos são bastante caros difíceis de realizar devido à heterogeneidade dos resíduos produzidos quer pela

actividade doméstica e comercial como pela actividade industrial, pelo que a sua execução deve ser levada a cabo no âmbito de um projecto com coordenação central i.e. com a tutela do MICOA e participação directa do Instituto Nacional de Estatística.

Parte deste fundo pode ser recuperado implementando-se um sistema de classificação e separação do lixo e usando as tecnologias modernas de reciclagem e tratamento por compostação e posterior venda sob a forma de estrume como normalmente acontece à volta das grandes cidades de outros países. A outra parte pode ser conseguida por via do sistema de cobrança de taxas municipais e multas.

Tomando em conta as condições meteorológicas, e a qualidade dos solos, os níveis baixos de precipitação, e a baixa densidade populacional, a região de Macandezulo-Mapai, na província de Gaza representa potencialmente uma zona passível de se instalar o necessário aterro para os resíduos industriais de alta toxicidade. Deve-se entretanto tomar em conta a eventual existência de incompatibilidade com projectos de natureza turística tranfronteiriça antes de uma decisão final.

Qualquer dos aterros sanitários propostos deverá ser permanentemente controlado por via da verificação da qualidade da água empregando-se as técnicas analíticas mais sofisticadas como um meio de prevenção da contaminação dos lençóis de água subterrânea.

1. INTRODUÇÃO

Todas as nossas acções acabam sempre gerando desperdícios. A actividade doméstica gera lixo, enquanto que a actividade industrial cria desperdícios diversos alguns deles perigosos.

A possibilidade de protecção das comunidades assenta sempre na crença de uma prática de técnicas de boa conduta e boa engenharia, assim como na existência de leis e mecanismos de regulamentação de actividades produtivas. De facto, um dos efeitos práticos das disposições legais como a lei ambiental de Moçambique [1] é sobretudo proteger a comunidade dos perigos da deposição desordenada de desperdícios, conservar energia e recursos naturais, reduzir ou mesmo eliminar os desperdícios, e proceder ao tratamento de todos aqueles locais onde por alguma razão se tenha verificado uma descarga perigosa.

Os desperdícios perigosos existem nas mais diversas formas. Enquanto o lixo doméstico é fundamentalmente constituído por papel, restos de comida, vidro, plástico que são no caso de Moçambique, normalmente depositados em lixeiras a céu aberto, os lixos industriais são de natureza tão complexa que precisam uma devida classificação, monitoração, e formas industriais de deposição, em aterros sanitários ou incineradoras.

É comum uma certa apreensão sobre saúde e segurança sempre que se toca na questão da gestão de quantidades crescentes de resíduos para deposição. Tal apreensão é demonstrada pela relutância da sociedade em geral sempre que se proponha o estabelecimento de novas lixeiras ou aterros sanitários, principalmente quando se pretende a deposição de lixo agro industriais. Devido à própria história deste tipo de instalações onde sempre foi comum a deposição ilícita ou inadequada desse tipo de resíduos, ou pelo receio dos efeitos nocivos destes resíduos químicos sobre a saúde pública e sobre o ecossistema; ou ainda devido à percepção de uma certa estigmatização social pelo simples facto de se residir nas proximidades de uma lixeira. A rejeição

pública deste tipo de instalações é sem dúvida uma das maiores dificuldades a encarar sempre que se pretende o desenvolvimento comunitário e industrial.

Os diferentes resíduos podem ser enquadrados nas seguintes classes [2]:

Resíduos municipais

Os resíduos municipais vulgarmente chamados de lixo doméstico, aumentam em quantidades assustadoras, muitas vezes proporcionalmente ao crescimento da população citadina e estando fortemente contaminados com microorganismos patogénicos, de maneira nenhuma se deveria permitir a sua acumulação em locais acessíveis particularmente às crianças. Normalmente a sua forma de processamento a baixo custo relativo contempla a sua deposição em aterros sanitários adequadamente regulamentados ou a incineração em instalações vocacionadas para tal.

Resíduos industriais

Os resíduos industriais foram historicamente sendo depositados em aterros sem precauções adequadas contra a eluição de metais e substâncias orgânicas, tendo como resultado sérias e irreversíveis contaminações aos lençóis de água subterrânea, ao ponto de diminuírem grandemente a sua potabilidade. Uma solução preventiva é sem dúvida o desenvolvimento de sistema de reciclagem parcial dos resíduos produzidos. Os resíduos industriais podem apresentar-se sob forma de resíduos gasosos, líquidos ou sólidos.

Resíduos gasosos industriais

São normalmente emitidos de forma contínua a partir de instalações industriais mas também podem ser emitidos de forma intermitente. A forma de tratamento envolve equipamentos bastante sofisticados como ultrafiltros que começam por retirar partículas sólidas ou líquidas contidas na corrente de gás e finalmente processam os gases

propriamente ditos conforme as suas propriedades. Se os gases forem combustíveis a forma de tratamento usual é a incineração directa com o objectivo final de se descarregar para a atmosfera um produto que não contenha nem sólidos, nem cor, nem cheiro nem compostos tóxicos. Este objectivo de se evitar a descarga de produtos tóxicos é que tem sido a maior dificuldade quando se avaliam publicamente as possibilidades de incineração de pesticidas em fornos nas fábricas de cimento, na medida em que surge sempre a possibilidade de produção de compostos ainda mais tóxicos do que os que estão sendo processados durante a incineração.

Resíduos líquidos industriais

O principal problema está ligado às grandes quantidades de resíduos líquidos descarregados pelas fábricas. Estes resíduos podem ser de dois tipos, nomeadamente: (a) resíduos aquosos com pequenas quantidades de materiais orgânicos ou inorgânicos cujo pré-tratamento não é economicamente viável e (b) resíduos com altas concentrações de substâncias orgânicas e inorgânicas que normalmente podem ser tratados, reciclados ou incinerados.

Resíduos sólidos industriais

Estes são os mais difíceis de tratar. Após uma classificação como combustíveis ou não combustíveis, ácidos ou alcalinos, pode-se assegurar avaliar se podem ou não ser depositados em aterros sanitários ou incinerados ou ainda reciclados. O problema principal é ter-se o cuidado de se avaliar a inter-relação entre as diversas formas de deposição uma vez que incinerar um pneu pode reduzir o seu volume, por exemplo, mas também pode significar a transferência de um problema de resíduos sólidos para um problema de séria poluição atmosférica. A solução de deixar os resíduos sólidos em lixeiras ou valas a céu aberto é do mesmo modo medíocre na medida em que tais resíduos pegam fogo espontaneamente e podem arder por meses e anos sem controle possível com

a conseqüente acção de poluição atmosférica. Sempre que não se vislumbre uma solução adequada para a deposição de resíduos sólidos a solução corrente tem sido a sua colocação em contentores e afundamento a grandes profundidades no mar alto, solução essa que não pode ser eticamente aceitável para um país costeiro como Moçambique, país

que assinou já várias convenções sobre a protecção das zonas costeiras e faixas marinhas [3].

Resíduos da indústria mineira

Estes resíduos são gradualmente descarregados para o ambiente. A extracção de ouro ou dos metais tóxicos como o mercúrio, o chumbo, o urânio ou os minérios contendo sulfuretos tem os efeitos mais perniciosos merecendo especial atenção. Além de acidentes causados pelo colapso regular das minas como acontece no caso do carvão, montes e montes de resíduos e gangas das minas acabam por ser deixados ao redor deste tipo de instalações o que custa muito caro a remediar e normalmente acaba sendo sempre feito a custa do orçamento do Estado. O maior impacto da indústria mineira sobre o ambiente é a poluição dos solos e da água. No caso de Moçambique os maiores receios centram-se sobre as minas de carvão em Moatize, sobre os programas artesanais de processamento de ouro aluvionar em Manica, e Niassa, sobre os pegamatitos em Nampula e Zambézia e sobre os projectos de areias pesadas a instalar em Angoche e no Chibuto.

Resíduos hospitalares

Os maiores perigos com os resíduos clínicos são as infecções com vírus do Sida, Hepatite B, meningite e os acidentes com os instrumentos médicos como agulhas, pinças e outros artefactos. Uma separação e classificação adequada, bem como a incineração *in situ* seguida da remoção de cinzas por serviço experiente na matéria e posterior encaminhamento para um aterro sanitário provido de cobertura, são sem dúvida o mínimo a exigir.

Resíduos da indústria do papel

A Indústria de polpa e papel produz uma quantidade significativa de resíduos químicos. Tais substâncias tóxicas como os compostos inorgânicos usados na polpagem e branqueamento, são responsáveis pela degradação da qualidade dos cursos de água para onde tais produtos químicos acabam sempre sendo descarregados.

Resíduos agro-químicos

Os produtos agro-químicos como os insecticidas, herbicidas e fungicidas são usados na agricultura intensiva para melhorar a produção eliminando os insectos, arbustos e ervas daninhas ou plantas indesejáveis assim como fungos destruidores. Eles acabam sempre por ser aplicados em excesso e muitas vezes sem um controle adequado, e uma vez que a sua acção tóxica é pouco selectiva eles afectam toda a biodiversidade. O comportamento destes compostos assim que eles são aplicados nos campos agrícolas tem sido alvo de muitos estudos, particularmente o seu efeito nocivo sobre a saúde e o meio ambiente [4].

Os problemas causados pelos produtos agro-químicos não ficam confinados somente ao seu efeito directo e imediato sobre os seres vivos e biodiversidade em geral, no momento da aplicação mas sobretudo à questão da sua deposição após atingirem o estado de obsolescência, uma vez que, por várias razões acabam sempre sobrando muitos resíduos após a sua aplicação. Uma das razões é a importação descoordenada destes produtos que depois não são usadas nos prazos recomendados, quer por falta de meios, bem como, devido à ocorrência de secas ou inundações, acabando desse modo por ficar empilhados em farmas agrícolas sem destino seguro.

Segundo relatórios recentes da FAO, organização mundial para a alimentação [5] a quantidade de resíduos agro-químicos classificáveis como pesticidas obsoletos abandonados nos países do terceiro mundo atingia no ano 2000 cerca de 500 000 toneladas métricas. A tabela 1 indica a distribuição de pesticidas obsoletos nos países em desenvolvimento em 1999. Deste quantitativo cerca de 1200 toneladas estavam abandonadas em vários pontos de Moçambique.

Tab. 1. Listagem de quantidades de pesticidas abandonados por zonas

Localização	Quantidades (toneladas métricas)
Ásia	200 000
África e médio oriente	100 000
Europa do leste e antiga URSS	200 000

Muitos campos agrícolas, vilas, cidades e suas comunidades vizinhas encontram-se deste modo em perigo devido aos frequentes derrames de resíduos tóxicos dos pesticidas. Estes não só representam um grande perigo para a vida como até limitam a capacidade das terras serem usadas para a produção agrícola pois contaminam os recursos naturais como as águas e o solo. A situação é mais grave ainda em países como Moçambique onde as populações usam os recipientes abandonados para colheita de água ou mesmo como utensílios de cozinha e as crianças acabam brincando à volta dos contentores enferrujados.

Existe já evidência científica sobre os efeitos crónicos dos pesticidas sobretudo do DDT e seus derivados, particularmente como geradores de cancro e causadores de desequilíbrios no desenvolvimento sexual (destrutores endocrínicos) chegando mesmo a provocar puberdade prematura em crianças do sexo feminino [4].

Apesar de tal situação ser deveras alarmante, muitos países não possuem nem os conhecimentos nem os fundos, muito menos a responsabilidade de estabelecer um sistema de deposição apropriado.

É pois fundamental que os países pobres estejam atentos a toda a problemática relativa à gestão do uso e deposição de substâncias tóxicas. Neste âmbito e porque tal problema já se fez sentir em Moçambique, surge este trabalho que visa sobretudo mostrar que apesar

da grande complexidade relativa ao manuseamento de tais produtos também é possível a nível local encontrar soluções adequadas para a gestão do problema.

Discutir-se-à aqui neste trabalho os procedimentos ligados à recolha, acondicionamento, compilação e avaliação de dados e informação relevante sobre as fontes, níveis de concentração no meio ambiente. Vão aqui também apresentar-se as linhas gerais relativas à selecção de um local para a instalação de um aterro sanitário para a deposição de resíduos sólidos e de substâncias tóxicas persistentes. Dada a relevância recente do caso de pesticidas obsoletos, o trabalho vai se centrar com algum pormenor sobre este tipo de poluentes.

Quando lidamos com resíduos sólidos de origem agro-industrial surgem muitos termos que interessa clarificar nomeadamente os conceitos de :

- Substâncias Tóxicas Persistentes (PTS);
- Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's);
- Metais pesados;
- Produtos petrolíferos.

Substâncias tóxicas persistentes

Substâncias Tóxicas Persistentes [6] podem incluir resíduos orgânicos e inorgânicos, mas em termos de bibliografia ambiental utiliza-se tal termo somente para indicar um grupo de substâncias que tem as seguintes características:

- Substâncias orgânicas e organometálicas;
- Substâncias que não são biodegradáveis, e por isso se acumulam nos seres vivos (biota) e produzem um efeito marcadamente tóxico sobre a vida, a biodiversidade e o ecossistema em geral.

Para além dos poluentes orgânicos persistentes abaixo listados, os PTS, também incluem a seguinte lista de compostos:

- Hexabromobifenilo;
- Isómeros do hexaclorociclohexano;
- Hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs);
- Parafinas cloradas;

- Endosulfan;
- Atrazina;
- Pentaclorofenol;
- Compostos orgânicos do mercúrio;
- Compostos orgânicos do chumbo;
- Ftalatos;
- Octilfenóis;
- Nonilfenóis.

Poluentes orgânicos persistentes (POP's)

Segundo a UNEP (Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente) os POP's incluem 3 grupos de substâncias nomeadamente os pesticidas, os produtos químicos industriais e alguns subprodutos dos vários processos industriais. A tabela 2 (em anexo) indica a listagem dos POP's mais referenciados internacionalmente como sendo os mais tóxicos. Eles têm sido usados como pesticidas, alguns como produtos químicos industriais e outros resultam ainda como subprodutos indesejáveis dos processos industriais. A figura 1 (em anexo) indica as estruturas químicas de alguns dos POP'S mais perigosos. A informação ecotoxicológica sobre os POP's é hoje bastante detalhada uma vez que eles já estão sob suspeita desde os anos 60. Os poluentes orgânicos persistentes (POP's), devem ser considerados como uma subcategoria dos PTS.

Sobre o controle futuro dos poluentes orgânicos persistentes

O destino dos poluentes orgânicos persistentes comumente conhecidos como poluentes organoclorados parece estar determinado a partir de 2005, onde poderá entrar em vigor a determinação da convenção de Estocolmo relativa à eliminação de substâncias químicas altamente poluentes. Tal banimento significa que os países produtores e utilizadores se comprometem a parar a produção e o uso de tais produtos.

Obviamente tal decisão vincula somente os países que assinaram e ratificaram a convenção. Além disso torna-se pouco provável que na data indicada acima se



verifique uma efectiva redução do uso deste tipo de produtos especialmente em países que dependem da exportação da madeira para obtenção de receitas em moeda externa (muitos dos POP's e sobretudo o heptacloro, são aplicados na conservação da madeira, por países como o Brasil). O outro exemplo é o do dicloro-difenil-tricloetano, um insecticida comumente conhecido como DDT, que apesar de proibido é ainda a última alternativa para apoio aos programas de saúde pública para controle dos vectores de doenças como a malária. Ainda hoje se usa bastante na Índia e na África do Sul, foi reintroduzido em 2001 para pulverizar zonas fronteiriças como Moçambique, tendo se revelado como uma das melhores alternativas actuais para o controle do mosquito.

OS PCB's (Bifenis policlorinados)

Os PCB já não são manufacturados internacionalmente mas continuam sendo usados nos antigos transformadores de energia ainda em funcionamento.

Metais pesados

Os metais pesados representam uma categoria de elementos metálicos de alta densidade (maior do que 5 g/cm^3). De todos eles os mais tóxicos de maior impacto em termos de poluição industrial são o Cádmio, Estanho, Crómio, Cobre, Chumbo, Mercúrio, Molibdénio, Níquel, Selénio e Zinco. Inclui-se também neste grupo o Arsénio apesar de quimicamente ser considerado um não metal. Com algumas excepções os metais pesados a baixíssimas concentrações são essenciais para a vida, tornam-se bastante tóxicos em doses mais altas dependendo do metal em causa. Os seus efeitos sobre a saúde relacionam-se com acções destrutoras sobre o sistema nervoso, e a ocorrência de doenças crónicas como cancros e outros males. São substâncias persistentes e podem acumular-se nos peixes e nas plantas e podem atingir o homem por via da cadeia alimentar. Alguns metais como o mercúrio, o estanho e o chumbo podem junto aos compostos orgânicos formar produtos tão tóxicos cujos efeitos nocivos são bem conhecidos e documentados [7-9]. Tomam-se medidas de

inspecção industrial regular para que tais produtos não passem para os cursos de água (rios e baías) como acontece com os resíduos da cromagem dos metais ou com as gangas da indústria mineira. Outro grande perigo é a execução de trabalhos de dragagem nos portos e estuários uma vez que estas instalações acabam funcionando como um depósito de descargas industriais dos tempos em que ainda não havia nenhum controle nem tratamento das sobras industriais e todo o lixo era descarregado para o mar. Tais trabalhos acabam sempre provocando a mobilização de grandes quantidades de lamas industriais depositadas, para a coluna de água com o conseqüente perigo de redissolução dos metais pesados e ou seus compostos organometálicos.

Produtos petrolíferos

Um dos maiores problemas dos países costeiros relaciona-se com a ocorrência de derrames de produtos do petróleo o que acontece frequentemente em portos e baías trazendo como consequência não só a morte massiva de espécies marinhas como a paralisação total ou parcial de actividades ligadas à pesca e à indústria turística. Trata-se de uma área tão complexa que se necessita sempre de ajuda internacional. Basta recordar o aparato montado em 1992 para a recolha de fuel oil e posterior deposição das massas petrolíferas aquando do derrame do Katina P [10]. Tal área precisa de alta especialização e meios sofisticados que se dediquem à prevenção de derrames, resposta, limpeza e remediação [11].

Uma forma ainda mais refinada de classificar os lixos é praticada nos países de língua inglesa, onde o termo inglês, garbage designa o lixo urbano rapidamente degradáveis (restos de alimentos, vegetais) enquanto que o termo rubbish se refere aos materiais dificilmente degradáveis (papel, plástico, latas de cerveja etc.). Uma forma de se saber qualitativamente o tipo de lixo urbano que se tem é verificando a sua densidade. Os materiais facilmente degradáveis (restos de alimentos) tem uma densidade mais alta à volta de $400 - 450 \text{ kg/m}^3$ enquanto que os materiais não putrescíveis (papel etc.) possuem densidades relativamente mais baixas à volta de 170 kg/m^3 . Os metais e resíduos da indústria de construção possuem densidades muito altas, acima dos 800 Kg/m^3 .

2. OBJECTIVOS DO TRABALHO

Este trabalho de licenciatura visa a produção de um guião prático que sirva aos grupos de trabalho nacionais no que diz respeito aos procedimentos ligados à recolha, compilação e avaliação de dados e informação relevante sobre as fontes, níveis de concentração no meio ambiente, riscos e formas de deposição de resíduos sólidos e de substâncias tóxicas persistentes de origem doméstica, comercial, institucional, agrícola e industrial.

O trabalho enquadra-se na linha de investigação do meio ambiente em curso no Departamento de Química da UEM a pedido da UNEP, Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente, subgrupo dos pesticidas. Trata-se de um trabalho extenso que inclui uma fase de preparação que é fundamentalmente o que é descrito neste relatório. Devendo ser seguido por outra fase de trabalho de campo e recolha de dados segundo a metodologia proposta.

O objectivo final deste trabalho é criar as bases para a preparação de um Country Paper sobre os resíduos sólidos e PTS em Moçambique (Publicação sobre o ponto de situação da gestão de resíduos sólidos e PTS em Moçambique).

3. METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia seguida baseou-se na consulta de documentos da UNEP e de bases de dados da Internet com vista a encontrar projectos semelhantes e a identificar os parâmetros mais comuns a introduzir nas tabelas sugeridas neste trabalho. Tratou-se fundamentalmente de um trabalho de pesquisa bibliográfica e compilação de dados, aplicada às condições de Moçambique, sobretudo às cidades de Maputo e Matola.

Pontos principais abordados na pesquisa:

- a) Procedimentos de recolha de informação sobre os resíduos sólidos e pts;
- b) Procedimentos de deposição dos resíduos sólidos e pts;
- c) Procedimentos de monitoria química.

4. INFORMAÇÃO SOBRE OS RESÍDUOS E SEUS POTENCIAIS IMPACTOS HUMANOS E AMBIENTAIS.

4.1. Procedimentos de recolha de informação sobre os resíduos sólidos e pts

Ao recolher desperdícios de origem agro-industrial interessa sempre indicar claramente o seguinte [6]:

- As fontes dos produtos tóxicos persistentes;
- As concentrações ou pelo menos quantidades existentes;
- A localização desses produtos;
- Os seus potenciais impactos humanos e ambientais.

Tais informações são muito úteis para vários efeitos, que podem incluir simples interesse comparativo, trabalhos de pesquisa e monitoria, criação de dados básicos de referência ou mesmo para efeitos legislativos.

4.1.1. As fontes dos produtos tóxicos persistentes

Muito poucos países possuem actualmente dados completos sobre as fontes de emissão de PTS. Tais dados encontram-se individualmente organizados visando diferentes tipos de estudos nomeadamente, a investigação, a monitoria, a criação de bases para processos legislativos. A forma de amostragem e recolha de informação é muitas vezes diversificada e os protocolos de determinação analítica e processamento de informação são também diferentes. O facto de tais dados serem requisitados por diferentes organizações tais como universidades, governos, agências das Nações Unidas, sem que haja um sistema integrado provoca por sua vez uma grande duplicação de dados o que sempre cria problemas sob o ponto de vista quantitativo. Desse modo, tais informações quando existentes encontram-se em diferentes sistemas de unidades, com diferente nomenclatura e torna-se muito difícil proceder a análises comparativas.

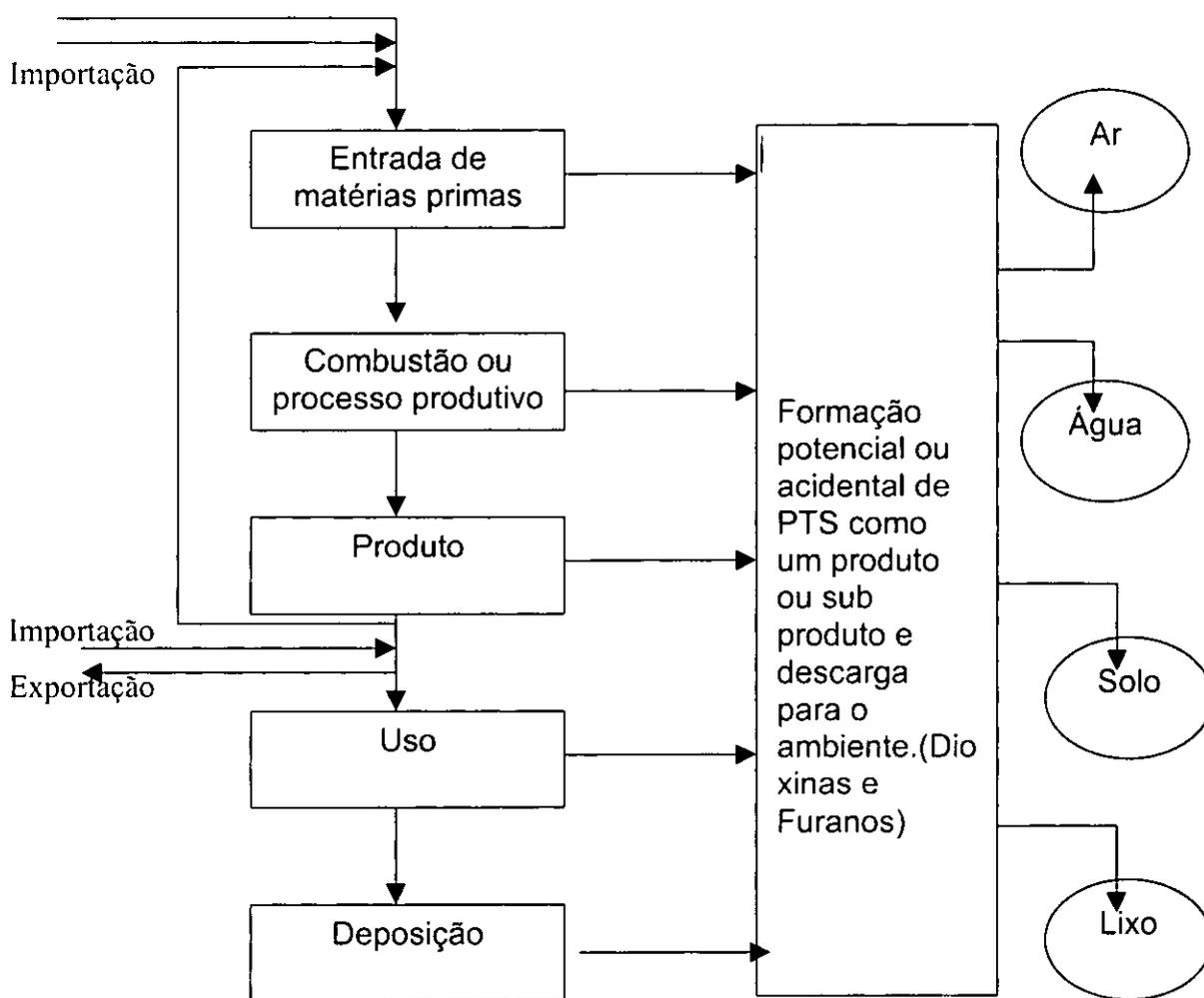
a) Informação geral a colher sobre as emissões de PTS

A recolha de dados sobre as fontes de PTS deve ser considerada como um processo em cadeia uma vez que não existem inventários detalhados sobre muitas áreas. Começa-se por recolher dados gerais sobre determinados produtos indicados na lista de trabalho para se ter uma ideia geral sobre o caso. Seguidamente realiza-se uma avaliação mais profunda de forma a se gerarem dados mais completos e elucidativos. Interessa em primeiro lugar definir poucas classes que podem ser:

- Pesticidas;
- Produtos químicos industriais;
- Subprodutos.

Mesmo tomando em conta que alguns produtos identificados poderão calhar em mais do que uma classe. Um bom ponto de partida para conhecer as fontes é sobretudo saber das aplicações industriais ou agro-industriais dos produtos em causa e então começar por inquirir os potenciais utilizadores no local de investigação. Esta informação providencia um guião inicial para a recolha de dados na medida em que se identifica facilmente as principais fontes de emissão. A fig.2. indica um fluxograma da ocorrência de emissões de PTS, e pode ajudar a determinar as rotas potenciais de descarga (emissão) de PTS para o ambiente.

Matéria prima local



Esquema do ciclo de vida de um produto

Fig. 2. Fluxograma para a determinação das fontes e rotas potenciais de emissão de PTS

A descarga de PTS pode ocorrer para os 5 principais compartimentos ambientais, nomeadamente para o ar, água, solos, produtos manufacturados e lixos. É pois muito importante identificar as indústrias que usam PTS e consultá-las para a recolha da informação quantitativa sobre tais produtos, apesar de muitas delas muitas vezes não possuírem informações exactas sobre o tipo de impacto ambiental dos produtos que manuseiam. É igualmente importante prestar atenção à possível emissão de poluentes por via de acidentes, incêndios e outras ocorrências descontroladas.

Dada a grande resistência por parte da indústria em ceder informação sobre seus processos produtivos, a recolha de dados deve sempre ser feita por via de questionários, pois assim é possível obter informação mais quantitativa e de melhor qualidade do que por via de simples entrevista com um membro da gestão fabril. É evidente que os questionários devem ser feitos de maneira a facilitar seu preenchimento e ao mesmo tempo permitir a recolha de informação quantitativa. A Tabela 3.(em anexo) indica um exemplo de questionário aplicável para a recolha de informação sobre a descarga de subprodutos da combustão para a atmosfera. Questionários semelhantes podem ser sugeridos para pesticidas e produtos químicos industriais. O que é importante é conseguir-se produzir questionários para cada tipo de PTS, de forma a que se possa garantir a especificidade da informação.

Outro aspecto a considerar na recolha de dados é sem dúvida a necessidade de se tomar em conta as características e especificidades do meio (compartimento i.e. ar, água, etc..) para onde ocorre a descarga. A tabela 4 (em anexo) indica o tipo de informação a recolher sobre cada tipo de PTS identificado. Interessa saber da fonte do PTS, da sua espécie química, das quantidades emitidas na unidade de tempo, sobre o período da amostragem e sobre o fim a que se destina tal informação.

b) Informação geral a colher sobre descargas atmosféricas

O ar atmosférico pode agir como uma fonte de PTS por via de transporte a longo distância e a subsequente deposição de PTS de outras regiões. A título de exemplo, as emissões de poluentes atmosféricos da região industrial Sul-Africana de Witbank,

podem ser transportadas por milhares de quilómetros pelas correntes atmosféricas e acabar por se depositar na região do delta do Zambeze em Moçambique. As regiões do círculo polar ártico são outro exemplo desse fenómeno, onde muitos dos PTS encontrados foram trazidos por via de deposição atmosférica [12]. Este tipo de informação é muito complexo de colher e por isso deve ser tratado em separado. Quando nos referimos às descargas atmosféricas referimo-nos essencialmente as descargas de PTS causadas directamente pelas fontes locais. As emissões de PTS para a atmosfera, derivam normalmente de fontes de combustão. Outras fontes industriais como pirólise, secagens, evaporação/volatilização de pesticidas durante o uso, e o processamento de fumos podem também ser listadas. A tabela 5 (em anexo) indica a listagem dos parâmetros a tomar em conta na recolha de informação sobre descargas atmosféricas

c) Informações gerais a colher em relação às descargas para o ambiente aquático

As análises de amostras de água de sistemas efluentes, esgotos, estuários ou ambientes marinhos providencia uma medida directa da contaminação com PTS's. Muitas vezes como no casos das dioxinas, furanos e PCB's estes, por serem hidrofóbicos, encontram-se maioritariamente absorvidos nas partículas em suspensão aquosa. Entretanto os PTS's de carácter organometálico (compostos entre o mercúrio, chumbo e titânio e radicais orgânicos) por serem hidrofílicos podem ser detectados directamente na coluna de água.

A principal fonte de transporte à longa distância de PTS são as correntes oceânicas, a navegação internacional e os cursos de água fluvial (rios e lagos) contaminados com pesticidas de origem agrícola ou industrial, como acontece nos rios Umbeluzi e Incomati..

A amostragem da água é um processo bem mais fácil do que a recolha de amostras gasosas uma vez que a concentração de poluentes não é muito afectada pelas variações de temperatura, e da pressão. A tabela 6 (em anexo) providencia um formulário contendo os parâmetros a tomar em conta para se tornar os dados sobre a qualidade da água comparáveis.

d) Informação a colher em relação à descargas para os solos

O termo solos aqui se refere a qualquer sólido contendo matéria e que não possa ser classificado sob outra categoria. O termo solos pode segundo aqui estipulado ser considerado uma fonte de PTS nos casos de emissão a partir de locais bem conhecidos, sedimentos bem localizáveis como locais de armazenagem, antigas fábricas, instalações militares abandonadas, portos e caminhos de ferro, etc. Os sedimentos são também considerados como solos. A título de exemplo, os sedimentos nos estuários e lagos marinhos podem funcionar como fontes para a descarga de PTS que aí foram depositados anteriormente. Deste modo os solos não só funcionam como um compartimento ambiental para acumulação de PTS na biosfera como também podem ser uma fonte para a emissão de PTS para a mesma biosfera.

As amostras de solos e sedimentos devem ser regularmente analisadas para se determinar o seu teor em PTS principalmente nos casos de aproveitamento industrial, expansão da capacidade de manuseamento de carga, dragagem de portos etc. Os solos ou sedimentos podem funcionar como acumuladores a longo prazo de contaminantes ambientais e são uma matriz ideal para amostragem e monitoria. A monitoria pode ser feita tanto a nível regional, nacional ou local, à volta das zonas suspeitas de contaminação. Como os solos não tem a fluidez da água e dos gases, a sua caracterização toma em conta tal situação. A tabela 7 (em anexo) dá a informação adicional a tomar em conta ao se caracterizar os solos como fontes de PTS para a terra, mar e água.

e) Informação a colher em relação à emissão de resíduos sólidos

A deposição de resíduos sólidos, a descarga de resíduos líquidos e a emissão de gases são sem dúvida as fontes predominantes de emissão de PTS para o meio ambiente. De facto os lixos funcionam per si como fontes de emissão de PTS para o ar, água e para a terra.

Dado que já anteriormente se apresentaram procedimentos para a caracterização de fontes de PTS na atmosfera, solos e água, o termo *resíduos* indicado na tabela 8 (em

anexo) refere-se somente aos resíduos sólidos e congrega lixos domésticos, industriais, mineiros, hospitalares e resíduos tóxicos. Os *lixos e resíduos*, contemplam todos aqueles materiais indesejáveis que em princípio foram separados do produto de interesse.

f) Informação a colher em relação à emissão de PTS dos produtos

Como descrito anteriormente os lixos contêm todos aqueles materiais indesejáveis e que por algum processo mecânico, físico químico ou biológico, tiverem sido separados do produto de interesse quer seja de natureza agrícola como industrial. Além disso o produto vai também gradualmente transformar-se em lixo assim que ele atingir o seu limite de vida útil. A descrição que aqui se segue refere-se aos produtos de valor útil. A emissão de PTS por um determinado produto pode ser classificada em 5 categorias básicas, nomeadamente:

1. PTS incorporados em produtos que por sua vez também são PTS. Esta é a principal fonte e como exemplo temos produtos organometálicos e pesticidas que são incorporados em formulações de outros pesticidas que a seguir são usados em vários regimes agrícolas. As quantidades emitidas podem ser obtidas de dados estatísticos das empresas produtoras. Os locais de aplicação podem também ser identificados e as espécies químicas emitidas podem também ser conhecidas.

2. Emissão de PTS's para os produtos. Na maior parte dos processos produtivos existe um sistema de controlo de qualidade que garante com que se tenha uma ideia completa das quantidades de PTS que eventualmente estejam incorporados no produto final. Em todo o caso nem sempre é possível saber se um determinado produto está contaminado com PTS's a não ser que tal venha a ser descoberto por terceiras entidades, muitas vezes muitos anos depois do início da contaminação de um produto. Como exemplo, poderemos citar a presença de pesticidas no leite, nos ovos ou no vinho dos países da Comunidade Europeia que só veio a ser descoberta muitos anos depois da ocorrência da contaminação, sobretudo porque a contaminação ocorre muitas vezes na forma de crime de sabotagem ou erro humano. Outro exemplo é o dos

PCB's fazendo parte da composição dos óleos lubrificantes usados nos transformadores de energia (ascaréis) que acabaria muitos anos depois de ser considerado um problema após a verificação dos seus impactos negativos no ambiente. Hoje em dia é praticamente impossível obter registos precisos sobre a distribuição local de PCB's dado o seu uso intensivo na indústria energética como componente do sistema de refrigeração dos transformadores.

3. Emissão dos PTS a partir do produtos. Esta categoria é bastante difícil de quantificar. Para isso é preciso identificar em primeiro lugar todos produtos suspeitos de conter PTS. Cabem nesta classe os produtos plásticos do tipo PVC que a qualquer momento ao longo da sua vida podem passar a emitir os PTS previamente incorporados na sua produção.

4. PTS armazenados em stocks, portos, fábricas etc. Esses dados são acessíveis desde que se tenha registos dos materiais armazenados. É necessária uma identificação dos locais de armazenagem ou agrupamento de produtos perigosos, devendo-se criar um sistema de prevenção tal que se minimize a possível emissão para o ambiente.

5. Sistema de importação e exportação ou produção de PTS's. Esses dados podem ser obtidos da informação estatística dos respectivos serviços, nomeadamente serviços da alfândega, ministérios, fábricas. Alguma informação pode também ser obtida dos fornecedores caso se consiga uma boa colaboração o que é muito raro conseguir neste tipo de trabalhos.

A recolha de amostras de produtos é relativamente simples podendo ser feita nas fábricas ou no circuito de venda desde que se tenha o cuidado de garantir a representatividade da amostra. A componente analítica é normalmente bastante complexa e deve ser encomendada em laboratórios especializados. A tabela 9 (em anexo) inclui a informação adicional necessária para estimar a emissão de PTS a partir dos produtos manufacturados.

4.1.2. Sobre as concentrações ambientais dos PTS

Os dados sobre as concentrações de PTS no ambiente devem referir-se aos seguintes meios:

- Solos;
- Sedimentos;
- Atmosfera;
- Água (doce, mar, estuário);
- Vegetação;
- Animais/pássaros(baseados no mar e em terra);
- Alimentos e rações animais;
- Fluidos biológicos humanos (urina e sangue).

Regras gerais

Para que os dados tenham valor comparativos, deve-se tentar obedecer às seguintes regras:

- Os dados apresentados devem estar expressos sobre a mesma base (ex. sob matéria seca, etc.);
- Escolher para todos os dados ou os valores médios ou as medianas ou os intervalos;
- Os dados devem ser comparados a outros dados obtidos em condições semelhantes (não comparar dados de um local poluído num país com dados de um local não poluído de outro país);
- Garantir certa identidade nas amostras colhidas (comparar amostras de animais ou plantas semelhantes mas de diferentes zonas. Não comparar dados de águas do mar de um país com dados de água doce de outro local).

A tabela 10 (em anexo) indica a informação geral necessária para a caracterização das amostras ambientais

a) Solos

Como dito no capítulo das fontes, os solos tendem a funcionar como acumuladores a longo prazo de poluentes. As amostras são tomadas à superfície e à diferentes profundidades de acordo com o uso. As impurezas aderentes como folhas podem ser ou não ser incluídas na amostra.

b) Sedimentos

Os sedimentos são recolhidos do fundo dos lagos, rios, estuários e oceanos, podem ser um bom indicativo sobre a acumulação de poluentes a longo termo.

c) Amostras de ar

Usando bombas de ar pode-se passar uma corrente do ar por uma solução ou um sólido absorvente nas proximidades de uma fonte suspeita e assim proceder-se à recolha dos PTS no ar. Normalmente se mede a deposição de PTS a partir do ar. Os dados colhidos dependem muito do sistema de recolha da amostra, das condições do tempo e do tipo de compostos a investigar. A deposição de PTS vindos do ar é normalmente feita por via das chuvas. Isso faz com que a comparação de dados obtidos de amostras depositadas seja muito dificultada.

d) Águas

As amostras de águas (rios, lagos, estuários e ambientes marinhos) não são uma boa base para a medição de contaminação por substâncias tóxicas persistentes uma vez que muitos dos PTS são insolúveis e aderem somente sobre os sedimentos. Desse modo se recomenda que os dados obtido sobre a água sejam complementados com os dados obtidos sobre a matéria suspensa obtida da mesma amostra de água.

e) Vegetação

A vegetação é um dos elos de transição de PTS para a cadeia alimentar, podendo-se por essa via contribuir substancialmente para exposição humana a tais produtos. Dado que as folhas das árvores possuem componentes gordurosos, elas agem como extractores naturais de PTS da atmosfera pois estes produtos são também de natureza lipofólica (solúveis em óleo). Por isso a concentração de poluentes na vegetação é um bom indicador dos seus níveis na atmosfera num determinado período de tempo.

f) Organismos marinhos e pássaros

Do mesmo modo que a vegetação, as criaturas que vivem em zonas marinhas ou circunvizinhas podem agir como acumuladores de poluição ambiental. Alguns tipos de pássaros, crustáceos e até peixes podem servir para informação sobre a qualidade da água numa vasta região, possibilitando a avaliação das quantidades de PTS que podem através da cadeia alimentar contaminar as pessoas.

g) Animais terrestres e aves

As avaliações sobre os níveis de PTS em aves e animais terrestres pode ajudar a saber os impactos sobre as populações e dão uma indicação geográfica sobre distribuição da poluição.

h) Alimentos

A monitoria dos alimentos humanos indica directamente a exposição potencial das pessoas aos PTS. É comum controlar alimentos marinhos como crustáceos, fruta, ovos, vegetais e hortícolas, leite de vaca assim como rações animais.

i) Níveis nos humanos

A exposição a PTS nos humanos é normalmente detectada por via de determinações em fluídos biológicos como sangue, urina e leite materno. Estes estudos são difíceis de realizar devido às questões éticas, sobretudo devido a necessidade de se obter prévio consentimento dos dadores. Os níveis de PTS nos fluídos humanos dependem de vários factores como a dieta alimentar, a exposição ocupacional e a idade (este último factor, especialmente para crianças).

j) Valores e limites de controle

Na avaliação da informação recolhida sobre as concentrações de PTS toma-se em conta valores limite estipulados por órgãos normativos locais, regionais ou internacionais especialmente da UNEP. Esses valores limite estipulam entre outros os valores máximos permissíveis (concentrações limite) os limites e intervalos aceitáveis, os valores diários toleráveis em caso de ingestão e outros dados.

4.1.3. Sobre os potenciais impactos humanos e ambientais

A informação sobre o impacto dos PTS na saúde pública encontra-se bem descrita na literatura do ramo e tais efeitos são normalmente independentes da região de estudo. Em geral é muito difícil ligar directamente uma substância a um determinado efeito em larga escala. É também muito difícil separar os efeitos causados por actividades humanas das grandes variações naturais que ocorrem no ambiente. Em todo o caso todos os efeitos de larga escala sobre o ambiente, devem ser reportados na região em que ocorrerem pois podem servir como indicadores de manifestações naturais ou antropogénicas difíceis de interpretar. Em geral os impactos ambientais são descritos por via de dados quantitativos e usando nomenclatura própria. Toma-se em conta a toxicidade, a forma de medição e as unidades usadas. A verificação da toxicidade faz-se alimentando os organismos em teste com alimentos contaminados com PTS e os resultados são expressos em termos da concentração do contaminante no alimento. Os dados são agrupados para cada classe de organismos de acordo com a sua posição na

cadeia alimentar podendo ser produtores primários ou consumidores de alto nível. A tabela 11 (em anexo) indica os dados a usar no estudo do impacto dos PTS sobre as pessoas.

5. A DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS PERSISTENTES DE ORIGEM AGRÍCOLA E INDUSTRIAL EM MOÇAMBIQUE

5.1. Reflexões sobre as descargas de resíduos da indústria Moçambicana.

O modelo de industrialização levado a cabo em Moçambique pela potência colonial, antes no período 1934 -1975, [13] visava a protecção da indústria portuguesa. A instalação de novas fábricas em Moçambique foi implementada utilizando-se maquinaria obsoleta desmontada das fábricas portuguesas que por sua vez haviam sido montadas à base da maquinaria já obsoleta desmontada das fábricas inglesas em constante renovação. Por volta de 1973 iniciou-se um novo modelo de industrialização baseado no investimento directo com capitais vindos da África do Sul. Isto visava uma rápida substituição das importações e a satisfação das necessidades da classe média colonial estabelecida em Moçambique a um custo mais baixo. Nessa altura foram estabelecidas muitas unidades industriais mesmo naqueles sectores sensíveis que poderiam causar certa concorrência às indústrias protegidas em Portugal. À excepção das fábricas de cimento e da refinaria da Sonarep (hoje Petromoc) a Indústria Moçambicana era um mero conjunto de operações de mistura de produtos intermediários ou de beneficiação de produtos semiacabados. Por volta de 1973 Moçambique era a 10ª. potência industrial de África, com cerca de 8 % da população activa trabalhando no sector industrial, que na altura representava 16% do PNB. 60% da. Capacidade industrial de Moçambique concentrava-se em Maputo.

Por volta de 1975 encontravam-se já instaladas as seguintes indústrias em Moçambique

1. Adesivos, colas e resinas;
2. Cimento e materiais de construção;
3. Ácido sulfúrico e fertilizantes;
4. Produtos químicos diversos;

5. Explosivos e munições;
6. Alimentos e bebidas;
7. Pilhas e baterias;
8. Processamento de metais;
9. Petróleo e óleos lubrificantes;
10. Plásticos;
11. Tintas, vernizes e pigmentos;
12. Papel;
13. Vidro, argila e materiais cerâmicos;
14. Cajú;
15. Cortumes;
16. Texteis;
17. Sabão e óleos vegetais;
18. Cromagem e beneficiação de metais;
19. Açúcar;
20. Lacticínios;
21. Processamento de madeiras;
22. Partes de automóveis;
23. Minas e Energia;
24. Carnes e produtos agro-industriais.

No período de 1975 a 1991, a indústria nacional entrou num período de completa estagnação e degradação, causados pela nacionalização da maior parte das unidades fabris uma vez que não houve planificação adequada da reposição da maquinaria que já por si era completamente obsoleta. O declínio da produção industrial chegou a situar-se abaixo dos 25 % da capacidade instalada à excepção da indústria têxtil. Por isso, estima-se que o nível de descargas de resíduos industriais se tenha situado a um nível de cerca de 5 vezes abaixo dos níveis estabelecidos em 1973.

O nível de descargas industriais era assim proporcional ao tipo de tecnologias instaladas nas diversas fábricas, à qualidade e origem das matérias primas, à capacidade produtiva, e ao sistema de normas e inspecção ambiental vigentes.

Num trabalho levado a cabo em 1992 [14] a nível do projecto do meio ambiente da Faculdade de Ciências, sobre 14 fábricas em laboração, verificou-se que nenhuma delas tinha um programa de controlo das descargas industriais, 5 estavam descarregando os seus resíduos na vizinhança da fábrica em zonas densamente povoadas, 7 canalizavam as suas descargas para cursos de água nas proximidades ou para a baía. Somente 2 tinham um tipo de aterro a céu aberto ou uma lagoa de decantação.

A partir de 1993 verificou-se um aumento do nível de investimento industrial e, com a operação da Mozal a partir de 2000 esperava-se que os níveis de produção industrial ultrapassassem os do ano de 1973, considerado como o melhor ano industrial de Moçambique. Entretanto, existe também a sensibilidade de que a indústria nacional e particularmente a área agro-industrial está perdendo viabilidade económica na medida em que para vários sectores em vez de um processamento industrial local, se afigura mais rentável a importação de produtos acabados com uma qualidade superior a preço mais baixo. Tal é a situação por exemplo no sector dos óleos vegetais e sabões.

Deste modo pode haver a tendência de se pensar que na fase actual da economia nacional o volume de descargas de desperdícios ambientais tem tendência a diminuir. Compreende-se no entanto que tal situação tem a sua origem em políticas macro-económicas e não pode ser pensada como podendo perdurar eternamente uma vez que a base económica do país é marcadamente agrícola e a forma mais rápida de expandir o sector do emprego é por via da criação de agroindústrias locais. Por outro lado verifica-se a instalação de grandes projectos industriais como o caso das areias pesadas em Chibuto na província de Gaza, nomeadamente o projecto Limpopo Corredor Sands e, o caso de projectos de gás natural na região de Inhambane, os programas do petróleo no banco de Sofala, o projecto do ferro e aço em Maputo, o pipeline de gás natural em Pande. Especial cuidado deve ser tomado em relação a este assunto principalmente com a já

iniciada segunda fase da Mozal que levará a duplicação da capacidade de produção instalada trazendo uma produção de resíduos perigosos superior a 5000 toneladas por ano.

É neste âmbito que surge a necessidade de se trabalhar na área de investigação e treinamento de pessoal para a gestão de resíduos industriais que serão consequência óbvia da presente fase da expansão industrial. Tal assunto mereceu já das autoridades nacionais de coordenação da acção ambiental o devido tratamento na medida em que já no ano 2000 decorriam estudos para a criação de um aterro sanitário para a deposição de resíduos industriais na região de Maputo.

5.2. Reflexão sobre o caso dos pesticidas obsoletos de Moçambique

As práticas agrícolas utilizadas no início dos anos 70 nas grandes plantações agrícolas privadas, bem como os programas de controle de pestes agrícolas adoptados nos primeiros anos da independência onde foram constituídos grandes combinados agrícolas a partir das empresas nacionalizadas, levaram a uma importação massiva de produtos perigosos classificados geralmente como pesticidas. Tais produtos acabaram acumulados em várias regiões tendo o seu prazo de validade expirado, principalmente porque não havia capacidade técnica suficiente para a sua utilização intensiva, para não nos referirmos à possibilidade de destruição. De resto mesmo no final dos anos 80 eram muito poucos os países que detinham a tecnologia de recolha e destruição de tais produtos.

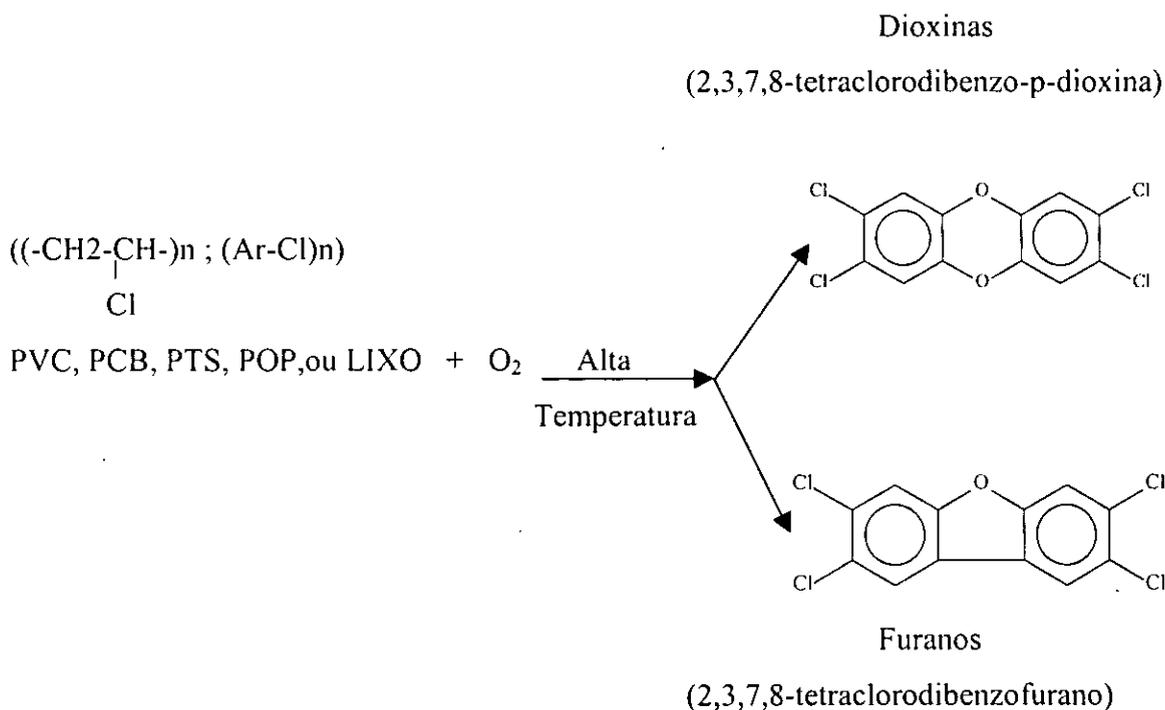
Reconhecendo a gravidade da situação causada pela acumulação de centenas de toneladas de produtos tóxicos persistentes em 1997 o governo iniciou com apoio da cooperação dinamarquesa um programa de identificação e recolha de tais produtos e sua transferência para a estação de tratamento de lixo, instalada na Matola, província de Maputo e foram feitas propostas para um eventual processamento local, com vista à destruição destes produtos.

Foram recolhidas cerca de 1100 toneladas de produtos tão diversos, muitos deles sem sequer uma etiqueta elucidativa do conteúdo, dos quais cerca de 160 se encontravam armazenadas nos portos de Nacala e Beira enquanto cerca de 900 aguardavam destino em Maputo. Foram envolvidas várias empresas de consultoria local, Dinamarquesas e até Sul Africanas para a preparação de propostas de destruição de tais produtos [15]. Foram sobretudo analisadas as seguintes possibilidades:

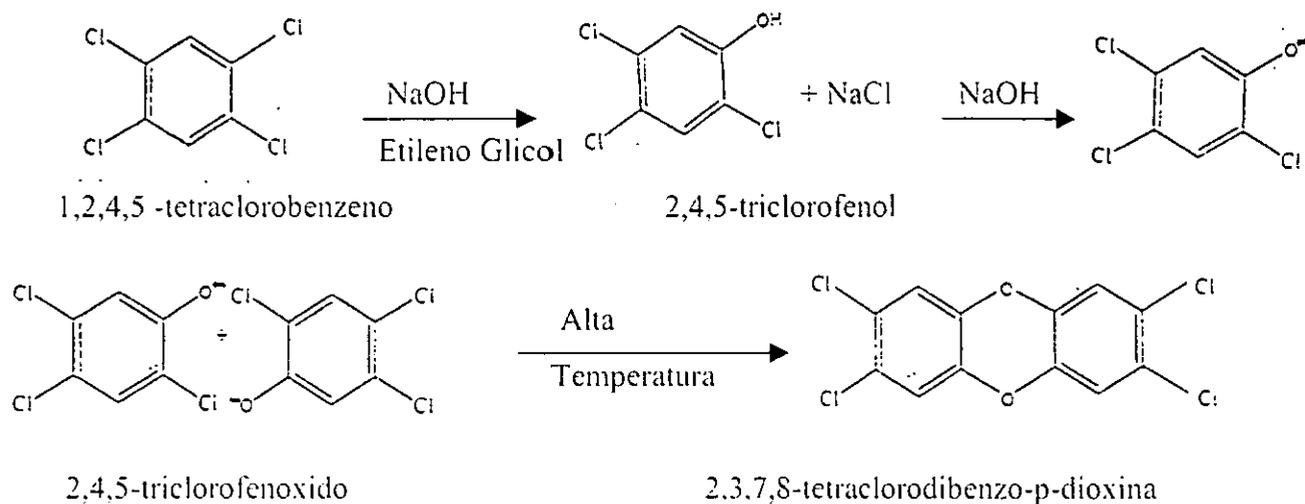
A) VIA INCINERAÇÃO

É a queima dos resíduos sólidos ou industriais, podendo até algumas vezes gerar para atmosfera uma combinação de produtos ainda mais tóxica do que os resíduos iniciais, tendo como inconvenientes a produção acidental de Dioxinas e os Furanos. Este processo indesejável pode ser descrito pelas seguintes reacções:

a) Reacções a alta temperatura



b) Reacções em meio aquoso



Outra questão é a de encontrar produtos e tecnologias alternativas para os países menos desenvolvidos que nem possuem uma simples inventariação das indústrias químicas instaladas nem tem a capacidade técnica para realizar um inventário das emissões locais e seus efeitos sob a saúde pública.

A alternativa que parecia haver sido adoptada inicialmente pelo governo apontava para uma reabilitação dos fornos da Cimentos de Moçambique na Matola de forma a capacitá-la para a destruição pirolítica dos pesticidas, como era prática em muitos países europeus, apesar de à priori se temer resultados negativos para a saúde pública especialmente devido ao perigo de geração incontrolada de dioxinas e furanos.

Verificou-se uma grande resistência da sociedade civil, que baseada nos desenvolvimentos em outros países e sobretudo sobre o processo de queima de pesticidas nas cimenteiras portuguesas, que estava igualmente sendo fortemente contestado, e com base em estudos mais profundos onde se apontava que mesmo sob condições técnicas

ideais a destruição por queima nos fornos da Cimentos de Moçambique, levaria mais de 4 anos a completar, pondo em causa a própria funcionalidade e viabilidade técnica da fábrica, o governo passou a considerar somente as duas alternativas restantes, nomeadamente a da construção de um aterro sanitário e a possível reexportação.

Faltavam estudos sobre a escolha e localização do aterro e dada a urgência do assunto acabou por prevalecer o bom senso e finalmente se optou pela reexportação dos pesticidas para países de origem ou outros onde houvesse capacidade de processamento e destruição no âmbito das convenções de Basileia e de Bamako. Ainda assim o problema ainda não foi completamente resolvido, não só porque nem todos os pesticidas eram exportáveis como também porque se continua produzindo lixo industrial em Moçambique. Existem ainda grandes quantidades de pesticidas por remover e tal necessita da criação de capacidade local de gestão com envolvimento participativo, do MICOA, do Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural, e de outros intervenientes directos, como as agências doadoras, os mecanismos da convenção de Basileia, a FAO, a Indústria local, o sector da Agricultura intensiva, os sectores de controlo de qualidade ambiental e a sociedade civil.

B) COMPOSTAGEM

É o processo pelo qual determinados resíduos urbano podem ser decompostos e misturados para se transformarem em adubos em condições aeróbicas e pode ser facilmente aplicada aos resíduos urbanos de Maputo e Matola desde que se consiga uma préseparação e classificação dos resíduos urbanos e desde que se identifique um mercado acessível para a venda do composto. Calcula-se que cerca de 30 % do lixo de Maputo, pode ser transformado em composto

C) VIA ATERRO SANITÁRIO

Segundo a sociedade americana dos engenheiros civis, um aterro sanitário [16] é uma instalação desenhada para a deposição de lixos em terra sem a criação de distúrbios ou perigos à saúde pública e à segurança, por via da utilização dos princípios de boa engenharia, confinando-se os objectos ao mais pequeno volume praticável e cobrindo-os com uma camada de areia ao fim de cada jornada de trabalho ou em intervalos mais frequentes quando necessário. Por outras palavras os aterros sanitários devem ser localizados, desenhados, construídos e operados de tal modo que isolem os resíduos sólidos a tal ponto que eles não representem um perigo substancial, presente ou potencial, à saúde pública e ao meio ambiente.

Os aspectos ligados ao desenho, construção e operação pertencem mais às áreas de engenharia civil e química e desse modo não serão detalhadamente desenvolvidos neste trabalho. Sob o ponto de vista ambiental interessa sobretudo indicar a metodologia de planeamento e escolha dos locais adequados para a colocação de um aterro sanitário.

No planeamento de um aterro sanitário deve-se adoptar estritamente a legislação que governe a construção e a operação deste tipo de instalações. A seguir deve-se decidir sobre a gestão de tal instalação nomeadamente se fica a cargo de um consórcio de empresas privadas ligadas à gestão de resíduos, ou se fica a cargo de uma gestão municipal ou a cargo do governo. Deve-se também ainda na fase de planeamento decidir se um determinado aterro servirá para lixo doméstico, para uma única indústria ou para vários tipos de indústria devido aos problemas de compatibilidade entre os resíduos. Em geral deve-se evitar a instalação de aterros de uso múltiplo devido às grandes dificuldades de gestão deste tipo de instalações. Ultrapassadas essas questões de tipo administrativo deve-se então proceder ao estudo da localização da instalação.

Como factor inicial para a selecção de um local para um aterro, faz-se uma listagem mais ou menos grosseira das eventuais áreas disponíveis com base num mínimo de informação

sobre a densidade populacional, os projectos potenciais de utilização residencial, comercial, agrícola, turística ou industrial, os direitos de propriedade, e a hidrografia da região. O local deve ser escolhido de maneira a que se elimine potencialmente a possível poluição ambiental por via da contaminação de fontes de água ou por geração de gases. χ

Nesta fase os peritos fazem um trabalho de recolha de informação junto de departamentos de geografia e cadastro, registo de propriedade assim como trabalho de campo e consultação junto das comunidades que eventualmente poderão ser afectadas ou beneficiadas pela instalação de tal aterro. Interessa colher um número grande de áreas candidatas a uma distância que eventualmente se situe entre os 10 e 20 km da zona de origem dos lixos. Nas condições de Moçambique o custo do terreno não parece representar uma despesa proibitiva na medida em que a terra pertence ao Estado. Entretanto os custos de construção de estradas de acesso, desmatamento e outros melhoramentos podem ser determinantes na escolha da melhor localização.

Os locais identificados como potenciais candidatos devem ser comparados um a um e por um processo de eliminação mútua passa-se à fase seguinte com um número mínimo de locais, nomeadamente 2 a 3. Segue-se sobre esses locais uma séria avaliação técnica que inclui factores físico-ambientais e factores económicos.

De entre os factores físicos ambientais a considerar temos os seguintes:

- A topografia da região escolhida;
- A hidrologia;
- A geologia;
- As características dos solos.

A topografia da região é um factor de grande importância. Zonas baixas e zonas com vales podem ser facilmente adoptadas para a instalação de aterros sanitários, mas por outro lado deve-se também tomar em conta que essas mesmas zonas podem também sofrer inundações no período das chuvas. Tal significa que é preciso ter um certo cuidado

na escolha destes locais. Um lugar ideal para a colocação de aterros é sem dúvida as minas e pedreiras abandonadas, desde que se tome em conta a questão da circulação das águas subterrâneas e a eventual formação de gases devido ao contacto entre líquidos ácidos provenientes dos resíduos e os solos (no caso de serem rochas carbonatadas). As zonas costeiras, pantanosas ou vizinhas de cursos de água não devem nunca ser adoptadas para a colocação de aterros não só sob o ponto de vista de boa engenharia como também porque essas formações ecológicas servem de suporte à biodiversidade.

As considerações climáticas são também relevantes especialmente no caso de Moçambique onde prevalecem microclimas. É importante verificar-se os níveis de precipitação, a velocidade e a direcção do vento. Zonas com ventos fortes devem ser evitadas para se prevenir a geração de poeiras tóxicas do aterro para as zonas circundantes. Se as características dos solos são tais que os solos sofrem erosão facilmente, a ocorrência de chuvas fortes pode também inviabilizar a operação contínua do aterro.

Sob o ponto de vista hidrológico para além do perfil e intensidade das chuvas mencionados acima, deve-se identificar os reservatórios de águas subterrâneas, verificar a sua qualidade e conhecer a sua forma de distribuição na zona escolhida. Enquanto que a água das chuvas que cai directamente sobre o aterro pode ser divertida por via de colocação de um sistema adequado de drenagem e assim evitar que elas se infiltrem no lençol freático poluindo as águas subterrâneas, a acção das águas que invadem os aterros por via desconhecida, é mais difícil prever e de controlar. É importante também estudar o perfil de drenagem das águas superficiais para protege-las de eventual poluição. É importante conhecer-se a história hidrológica de cada área candidata, nomeadamente a determinação da frequência, duração e intensidade das chuvas e tempestades nas zonas a contemplar, assim como dados sobre a perda de água por infiltração nos solos e por evaporação e transpiração para a atmosfera. O aterro deve ser colocado num local tal que não possa ser invadido por águas superficiais vindas das terras altas.

No que diz respeito ao estudo da geologia e das características dos solos das regiões candidatas à localização de um aterro sanitário, tal é sempre feito para se conhecer como vai ser a circulação das águas no local. Para isso se torna importante saber que tipo de formação geológica e que tipo de solos é que constituem a região em estudo. A integridade estrutural é também importante pois ela é o suporte de vários tipos de solos. Uma investigação geológica completa deve recolher informação sobre o tipo e a profundidade dos solos presentes, as características das rochas presentes (ígneas, metamórficas ou sedimentares), verificação de descontinuidades nos estratos, falhas, juntas, etc.).

Em vários países, estes dados estão normalmente disponíveis nos serviços nacionais de geologia e minas ou nas universidades. No caso de Moçambique, são muito poucos os estudos sistemáticos e detalhados sobre o perfil geológico especialmente na zona Sul [17], maioritariamente constituída por sedimentos a oriente e por rochas extrusivas a ocidente (basaltos).

A seguir lista-se os usos possíveis de cada uma das camadas identificadas. Por exemplo as camadas constituídas por argila plástica podem ser removidas e amontoadas para servir de cobertura das células contendo o lixo e assim se prevenir a movimentação da água das chuvas entre as várias células contendo os lixos a armazenar assim como a circulação de gases tóxicos efluentes (metano, e ácido sulfídrico). Os solos arenosos e o cascalho podem ser usados na construção de acessos e estradas temporárias. Se os solos são altamente orgânicos não são recomendáveis nem mesmo para a cobertura das células contendo o lixo a enterrar.

A figura 3 (em anexo) indica a possível utilização dos solos na cobertura intermediária e definitiva das células contendo o lixo depositado. Repare-se que os aterros são operados por escavação profunda da área escolhida e colocação dos resíduos em camadas que devem ser diariamente recobertas com uma camada de solo apropriado.

No caso de Maputo e Matola não existem estudos estatísticos sobre os resíduos sólidos que sejam suficientemente fiáveis para apoio a todo o projecto de planeamento e desenho de um sistema integrado de recolha e processamento. Tais estudos são difíceis de realizar pelos seguintes motivos:

- Não existia antes das propostas da UNEP [6],[18] incluídas acima uma forma padronizada para a recolha e apresentação desses dados;
- A categorização dos resíduos sólidos em Moçambique é bastante difícil pois a sua composição é heterogénea e as suas quantidades variam muito com o nível de vida das pessoas que os geram. De facto nunca se fez um trabalho sistemático sobre a qualidade ambiental dos centros urbanos de Moçambique à semelhança do que acontece em outros países da SADC [19];
- As autoridades municipais assim como as empresas colectoras não tem demonstrado interesse em colher tais informações por não conhecerem a sua importância estratégica. O recente exemplo da Empresa Interwaste que reclamou sérios danos aos equipamentos instalados nas viaturas de recolha de lixo municipal, porque a população introduzia escombros e pedras nos contentores de lixo e assim acabou por abandonar as suas actividades por falta de pagamentos e viabilidade económica, demonstra claramente o facto de se haver cometido um erro de avaliação das características físico-químicas do lixo recolhido.

6. MONITORIA QUÍMICA DOS ATERROS SANITÁRIOS

O controlo do desempenho de um aterro sanitário é feito por via da aplicação regular de métodos adequados de amostragem e análises químicas sobre as águas circulantes no aterro, sobre furos de água de controle colocados a curta distância do aterro e sobre os cursos de água subterrânea a superficial existentes nas imediações do local do aterro.

6.1 A amostragem

A amostragem é normalmente precedida de uma planificação adequada que normalmente se baseia em estudos hidrológicos levadas a cabo ainda na fase de escolha do local do aterro seguindo o indicado acima. A seguir tomam-se amostras representativas dos pontos determinados, em duplicado e, usando os materiais e equipamentos e as formas de preservação listados na tabela 11 [24]. Devem incluir-se amostras de brancos produzidos como água bi-destilada. Os operadores devem precaver-se dos perigos da amostragem de líquidos e sólidos nos aterros sanitários devendo sempre usar óculos de protecção, fatos de trabalho de manga comprida, luvas e botas de borracha ou de outro tipo adequado.

Num livro de campo especialmente adequado para os protocolos deve-se anotar o seguinte:

- O nome da pessoa que fez o registo;
- A data e a hora do registo;
- A descrição das actividades , informações importantes e dados sobre a ocorrência ou não de chuva nas últimas 48 h;
- Identificação das amostras, tipos, locais de recolha, datas e horas de recolha;
- Se possível incluir fotografias ou outros registos gráficos do momento da amostragem;

Sobre os frascos de amostras deve-se ainda incluir o código e o número da localização da amostra.

Todas as amostras colhidas devem ser devidamente protocoladas, e guardadas em caixas frigoríficas a 4 graus centígrados. Toda a documentação relativa à amostragem deve ser conservada em duplicado para futura verificação, devem ser imediatamente transportadas para o laboratório onde se deve proceder à transferência de custódia das amostras preenchendo-se os formulários adequados de acordo com procedimentos padronizados.

6.2. Sobre as determinações analíticas

Caso haja capacidade analítica suficiente, é recomendável a determinação de metais, compostos orgânicos voláteis assim como determinações mais gerais nomeadamente a temperatura, pH, a alcalinidade, o oxigénio dissolvido (DO) e cloretos. Em alguns casos deve-se ainda determinar a presença de pesticidas organoclorados. A tabela abaixo indica os métodos analíticos normalmente empregues no controlo de qualidade das águas efluentes de um aterro sanitário. As amostras a analisar são muitas vezes submetidas a técnicas de pré-tratamento e preconcentração antes da aplicação das técnicas recomendadas na tabela 13.

Como se pode depreender o controlo analítico de um aterro sanitário emprega a mais sofisticada aparelhagem analítica disponível normalmente em centros de investigação avançada. Nas condições de Moçambique não parece exequível manter tais equipamentos somente dedicados ao controlo da operação dos aterros. Uma boa abordagem seria a colocação de tais equipamentos num laboratório central e estatal ou numa universidade, onde os mesmos seriam também usados para o ensino e investigação. Tal implica o estabelecimento de parecerias entre as estruturas de coordenação da acção ambiental, as universidades públicas, a indústria e os serviços municipais.

7. RESULTADOS

a) Resíduos urbanos nas cidades de Maputo e Matola

Tomando em conta os dados do II Recenseamento Geral da População e Habitação de 1997 [20] nas duas cidades vivem cerca de 1.400 000 pessoas, sendo cerca de 970 000 em Maputo e 430 000 na cidade da Matola. A média de produção de resíduos urbanos nos países desenvolvidos [16] corresponde a 2,73 kg por pessoa e por dia. Dada à situação de pobreza e subdesenvolvimento patente na grande maioria das populações de Maputo e Matola, e tomando em conta vários relatórios [21] sobre os quantitativos de lixo removidos diariamente pelo Conselho Municipal de Maputo, estima-se que a produção de lixo na cidade de Maputo (com base nas necessidades de recolha) ronde as (600-900) toneladas por dia, sendo o valor máximo correspondente a cerca de 0,93 kg por pessoa, por dia. Portanto, o nível de produção de lixo nesta cidade é 3 vezes inferior à média dos valores gerados pelos cidadãos dos países desenvolvidos. Esse factor pode ser usado para a conversão de dados e para fazer estimativas sobre as necessidades em meios humanos, materiais e sobre os custos gerais com todo o processo de recolha e acondicionamento dos resíduos municipais, assim com ajuda a optimizar o desenho e a construção das instalações de processamento desses resíduos.

Dada a semelhança entre o nível de vida das populações da Matola e Maputo, estima-se que o mesmo valor (0,93 kg por pessoa por dia) possa ser válido para a população da Matola o que significa a necessidade de se recolher cerca de 395 toneladas de resíduos urbanos por dia naquela cidade. Ambas cidades produzem pois um total de 1295 toneladas de resíduos urbanos por dia, totalizando-se 473 000 toneladas/ano, aproximadamente.

b) Sobre a gestão dos sistemas de recolha e processamento de resíduos sólidos

Os problemas com a recolha de resíduos na cidade de Maputo são de tal complexidade que se necessita um trabalho profundo e participativo de todos os sectores da sociedade. Os serviços de salubridade não tem capacidade nem em meios humanos nem materiais para resolver este problema e mesmo a recente intervenção do Governo no início do ano de 2002 não está a surtir os efeitos desejados. Não se pretende aqui propor uma solução definitiva para o problema pois para além das carências materiais e de gestão existem ainda considerações profundas a fazer, sobre a participação do cidadão, considerações de carácter jurídico- político e social à volta do assunto. No âmbito deste trabalho interessa sobretudo disponibilizar elementos quantitativos de gestão à todas as estruturas ligadas à planificação, recolha e gestão do sistema. Os passos propostos são os seguintes:

Em primeiro lugar deve-se verificar a relevância das várias posturas camarárias já existentes. Deve-se verificar se elas estipulam claramente o papel dos intervenientes no sistema, nomeadamente a municipalidade, os residentes e as empresas de recolha. Deve-se listar de forma clara os procedimentos a seguir e prever os sistemas de pagamento aos serviços prestados, as multas e sanções aos infractores tudo sob a responsabilidade de uma instância jurídica própria, provavelmente um tribunal municipal.

Deve-se a seguir usando os dados quantitativos enunciados acima (obtidos por via de inquéritos e trabalhos aturados de recolha de informação) listar os meios humanos e materiais necessários, verificar a viabilidade da sua obtenção e a seguir determinar a sequência e frequência da recolha, os sistemas de deposição e forma de implementação.

Deve-se criar um corpo activo de inspectores municipais devidamente operacional para o controle do sistema. Para uma cidade da magnitude de Maputo, necessita-se de um grande número de trabalhadores assim como meios circulantes para a recolha dos resíduos sólidos aí gerados. É desejável a prática de uma frequência diária na recolha do lixo, mas tal, nas condições prevaescentes nas cidades de Maputo e Matola é

praticamente impossível de garantir na medida em que o sistema de salubridade recorre praticamente em 100% aos fundos públicos para funcionar. Entretanto e pensando-se de forma conservadora pode-se estipular pelo menos 3 recolhas por semana a cargo das Municipalidades, em cada um dos 5 distritos continentais em Maputo (Catembe e Inhaca poderão ter outra frequência), e na Matola tomando como base um plano previamente estudado e justificado. Tal pressupõe que os resíduos são colocados nos pontos de recolha somente nos dias previamente estipulados para a recolha, à excepção dos resíduos de origem institucional que deverão ser recolhidos diariamente. Os serviços de salubridade de Maputo deverão colher cerca de 6300 toneladas de resíduos enquanto que os da Matola ficariam com cerca de 2760 toneladas por semana.

Optando-se pela utilização de camiões com capacidade de remoção equivalente a 10 toneladas por hora, e tomando em conta um turno diário de 6h de trabalho activo por dia, estima-se que cada camião possa recolher cerca de 60 toneladas por dia ou 240 toneladas por semana (4 dias de trabalho e 1 dia de manutenção). Então, a cidade de Maputo necessitaria no mínimo de 27 camiões com capacidade de recolha equivalente a 10 toneladas por hora. Deve-se no entanto prever ainda uma forma de participação directa dos distritos municipais, munindo-os de meios mínimos de recolha para se colmatar eventuais falhas do sistema. Nesse âmbito, recomenda-se ainda que cada um dos distritos municipais, incluindo Catembe e Inhaca se coloque um tractor munido de atrelado com uma capacidade de recolha correspondente a pelo menos 5 toneladas por hora, com a função de remediar situações críticas a nível do respectivo distrito municipal.

Uma decisão definitiva sobre os meios materiais e humanos necessários é extremamente difícil de tomar só com base em estudos de gabinete. A melhor maneira é partir-se de um processo à escala piloto com um quantitativo de meios pré-determinado (ainda que manifestamente inadequado às necessidades) e daí proceder à optimização regular usando o sistema de *trial and error* (tentativa e erro) até a satisfação mínima dos requisitos estabelecidos para a limpeza da cidade. Nesse processo deverá haver séria reflexão sobre os impactos de cada decisão que possa vir a ser tomada. Uma das questões chave a

optimizar vai ser com certeza a manutenção ou retirada de cerca de 35 lixeiras actualmente receptoras de lixos situadas ao longo da cidade.

Tais centros de acumulação quando bem geridos ajudariam por um lado a baixar os custos e os tempos de recolha na medida em que as viaturas teriam uma programação mais fácil de executar. Por outro lado qualquer falha no sistema de recolha levará a grande acumulação de lixos nesses centros causando sérios danos aos residentes vizinhos quer devido à má qualidade do ar circundante como devido ao surgimento de moscas que especialmente no período das chuvas são o veículo da cólera e desinteria. A acumulação de lixo também causa sérias limitações ao tráfego rodoviário. Outro problema a considerar é sem dúvida a acção nefasta dos *scavengers*, (escavadores) pessoas mais conhecidas por comedores de lixo que na sua acção de procura de bens úteis acabam retirando o lixo dos respectivos contentores e o dispersam perigosamente nos passeios e vias públicas. Qualquer das decisões que vierem a ser tomadas sobre esta questão da concentração de lixo em contentores na via pública ou a manutenção do lixo ao domicílio até ao dia previsto para a recolha vai ter sérias implicações económicas para os serviços de salubridade assim como necessita de uma adequada participação das comunidades sob a coordenação dos inspectores dos distritos municipais. Os dados indicados em baixo são de carácter orientador e visam iniciar o processo de *trail and error* (tentativa e erro) com vista a optimização gradual do sistema de gestão de resíduos sólidos nas cidades de Maputo e Matola.

Em resumo, para um total de cerca de 1400 000 pessoas em ambas as cidades, seriam necessários cerca de 27 camiões operacionais geridos centralmente, 150 trabalhadores auxiliares para se controlar minimamente a recolha dos resíduos urbanos. Um número de cerca de 375 pessoas são ainda necessárias para a limpeza diária das ruas e avenidas ficando esta função à cargo dos distritos municipais. Cada distrito municipal deveria ainda ter a seu cargo um tractor com atrelado capaz de processar pelo menos 5 toneladas por hora para colmatar situações de falha na recolha centralizada Tais números são enunciados de forma conservadora e tomando como base um comportamento cívico

adequado por parte dos munícipes e um funcionamento regular da frota e uma acção permanente dos inspectores municipais e do tribunal municipal. De facto uma situação mais adequada seria conseguida com a duplicação dos meios aqui propostos (pelo menos a existência de 54 camiões e 10 tractores).

Cerca de 75 % desses meios seriam alocadas à colecção de resíduos sólidos domésticos e comerciais, 5% para os resíduos industriais e 20% para a limpeza das ruas e avenidas. Dado que a recolha dos resíduos representam cerca de 80% dos custos do sistema, deve-se provavelmente trabalhar junto dos distritos municipais e de forma descentralizada para se baixar os altos custos com os salários do pessoal auxiliar e a manutenção das viaturas em boa situação operacional. Deve no entanto prevalecer uma situação em que a limpeza da cidade ainda da responsabilidade dos serviços municipais pois essa é a única garantia de acesso as ajudas públicas imprescindíveis a estes serviços.

c) Aterro sanitário para a deposição de resíduos sólidos na região de Maputo e Matola

Para servir os cidadãos e a Indústria na cidade de Maputo, Matola e arredores precisa-se no mínimo um total de 4 aterros sanitários, sendo dois deles para albergar a deposição de resíduos municipais de Maputo e Matola respectivamente e um outro para a deposição dos resíduos industriais de toxicidade moderada, originados da área industrial de ambas cidades. Um quarto aterro de construção mais dedicada a implantar na província de Gaza por razões a justificar mais à frente deveria ser projectado para todos aqueles resíduos extremamente tóxicos como pesticidas organoclorados, organofosforados e organometálicos, os solventes orgânicos extremamente perigosos assim como os metais pesados e outros materiais inorgânicos de alta toxicidade.

Para o caso da região de Maputo, dada a concentração de cidadãos e da indústria, a utilização de um aterro sanitário localizado a uma curta distância dos pontos de geração dos resíduos (10 Km) representa a forma mais económica de deposição de resíduos e a

operação prática de tal instalação pode ser feita no mais curto espaço de tempo assim que os estudos físico-ambientais estiverem concluídos.

Como indicado acima o complexo de cidades de Matola e Maputo deverá estar a produzir actualmente uma quantidade de resíduos municipais que correspondem cerca de 1295 toneladas por dia o que perfaz um total de 473 000 toneladas por ano. Tomando-se em conta um crescimento linear de 1.03 % ao ano da população de Maputo e Matola, pode-se estimar para estas cidades, utilizando-se a lei da acumulação composta [22] uma produção de lixo que atinja as 641 000 toneladas/ano por volta do ano 2032. Os aterros sanitários são normalmente desenhados para um período de 30 anos de actividade. De forma a se criar boa margem de segurança e ao mesmo tempo segurar mais terreno para o futuro, o cálculo das quantidades totais a armazenar por um período de 30 anos pode ser feito usando-se a última sigla de 641 000 toneladas e multiplicando-a por 30 o que corresponderia a aterros sanitários com uma capacidade máxima para armazenar um total de 19,2 milhões de toneladas de resíduos urbanos desse quantitativo (13,3 e 5,9 milhões estima-se que 69,5% seriam emitidas em Maputo enquanto que 30,55 seriam da cidade da Matola. Segundo as tabelas de cálculos e dimensionamento de construções similares [18] a cidade de Maputo com um potencial de produção de 13,2 milhões de toneladas de resíduos urbanos necessitaria de um aterro sanitário com uma área total de cerca de 80 hectares. Para a cidade da Matola com um potencial de produção de 5.9 milhões de resíduos urbanos deveria prever-se um aterro sanitário com uma área total correspondente a 36 hectares para armazenar os resíduos urbanos nos próximos 30 anos.

d) Capacidade a instalar no aterro proposto para resíduos industriais das cidades de Maputo e Matola

A determinação da capacidade a instalar para os lixos industriais das cidade de Maputo e Matola pressupõe o conhecimento mais ou menos exacto da capacidade de produção total das indústrias instaladas. Deve-se em primeiro lugar listar todo o tipo de indústrias existentes na área e suas respectivas capacidades de produção, e com base nos dados reais

obtidos de cada indústria, pode-se então calcular a relação entre a capacidade de produção instalada e a quantidade de resíduos que serão produzidos. Na falta de dados pode-se adoptar um factor de 5 a 10% sobre a capacidade de produção instalada e assim estimar-se com certa precisão o potencial de resíduos sólidos produzidos por determinada fábrica. A título de exemplo a Mozal, com uma capacidade de produção correspondente a 500.000 toneladas de alumínio/ano (quantidade total, tomando em conta a expansão para a segunda fase), estima em cerca de 5000 toneladas/ano a quantidade de resíduos sólidos a produzir.

Estima-se por outro lado que a capacidade máxima instalada na indústria nacional nas condições mais óptimas não vai ultrapassar o que seria equivalente à instalação de 10 fábricas com a capacidade de produção da Mozal, o que corresponderia de forma geral uma produção potencial de 50 000 toneladas/ano de resíduos sólidos possíveis de ser armazenados em aterro sanitário.

Deve-se a seguir verificar qual das alternativas mais viáveis com base numa análise de benefícios custos. Por um lado os lixos industriais poderão ser aterrados nas imediações das fábricas que os geram ou podem ser removidos para um aterro comum. De qualquer modo a visão mais praticada internacionalmente é a existência de um aterro comum a várias fábricas dada as grandes limitações de espaço nas imediações das fábricas além da necessidade de obediência à legislação ambiental vigente [1].

Considerando como um valor aceitável um quantitativo máximo de 50 000 toneladas de resíduos sólidos por ano, a indústria local vai gerar cerca de 1,5 milhões de toneladas lixos nos próximos 30 anos. Com base nesses raciocínios estima-se uma área de cerca de 8 a 10 hectares para o aterro específico para os lixos industriais.

e) Capacidade a instalar no aterro proposto para resíduos agro-industriais de alta toxicidade

O estágio de desenvolvimento industrial é tal que Moçambique continuará salvo raras excepções a ter uma indústria mais baseada na mistura de produtos intermediários, o que pressupõe que a produção de componentes da indústria básica não será determinante à excepção do sector mineiro do alumínio do ferro e do aço. Também se duvida que se venha a instalar grandes indústrias de pesticidas ou medicamentos nos próximos 30 anos. Desse modo o aterro a instalar para este tipo de resíduos pode ser de dimensões relativamente pequenas por volta de 5 hectares, uma vez que a deposição é feita por escavação profunda das áreas escolhidas e deposição dos resíduos devidamente condicionados em células colocadas uma sobre a outra e separadas por uma camada de solo de cobertura.

Tomando em conta as condições meteorológicas, a qualidade dos solos, os níveis baixos de precipitação, e a baixa densidade populacional a região fronteiriça de Mapai/Macandezulo parece ser o local mais adequado para tal aterro sanitário, devendo-se em todo o caso prestar atenção para as fotografias satélite obtidas durante as cheias de 2000, verificar eventuais conflitos com projectos de áreas de conservação [23] assim como levar a cabo estudos físico-ambientais já indicados para uma escolha mais detalhada do local. A fig. 4 (em anexo) indica a zona potencial para a colocação de um aterro sanitário para a deposição de produtos de alta toxicidade designadamente as substâncias tóxicas persistentes (PTS) os explosivos, os materiais usados na oncologia, os materiais militares de uso desconhecido os solventes orgânicos perigosos, os venenos e muitos outros materiais similares.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDACÕES

Com base nas considerações indicadas ao longo do trabalho pode-se enunciar as seguintes conclusões:

1. Este trabalho de licenciatura visa a produção de um guião prático que sirva aos grupos de trabalho nacionais no que diz respeito aos procedimentos ligados à recolha, compilação e avaliação de dados e informação relevante sobre as fontes, quantidades e qualidades, níveis de concentração no meio ambiente, riscos e formas de deposição de resíduos sólidos e de substâncias tóxicas persistentes de origem agrícola e industrial. A correcta gestão dos resíduos sólidos urbanos, dos resíduos industriais e das substâncias tóxicas persistentes precisa o suporte de uma base de dados desenvolvida segundo critérios internacionalmente aceites de forma a se garantir comparabilidade dos dados e evitar duplicações. Tal base de dados é implementada na forma de inquérito de carácter local onde se recolhem as informações mais relevantes, nomeadamente as quantidades as características dos resíduos e PTS. Ao se recolher tais dados interessa sempre indicar claramente o seguinte:

- As fontes dos resíduos sólidos ou dos produtos tóxicos persistentes;
- As características químicas (volume, densidades e concentrações) ou pelo menos as quantidades existentes;
- A localização desses produtos;
- Os seus potenciais impactos humanos e ambientais.

2. Para a gestão adequada do problema dos resíduos sólidos nas cidades de Maputo e Matola é primordial um conhecimento profundo sobre as quantidades e as características dos resíduos aí produzidos. Tal é importante porque qualquer projecto futuro para a recolha e deposição desses resíduos terá sempre que ser dimensionado tomando como base as quantidades totais a processar e também porque o sistema escolhido deverá tomar em conta as

características qualitativas desses lixos. Particularmente o método de deposição a aplicar quer seja por via incineração, compostação ou aterro sanitário, depende sempre das características químicas e físicas dos resíduos a tratar. A selecção dos equipamentos de transporte, a escolha das rotas de circulação, a escolha dos equipamentos de compactação (buldozers) e equipamentos auxiliares e todo o estudo da economia do sistema só podem ser feitas com base em dados concretos.

3. No caso de Maputo e Matola não existem estudos estatísticos sobre os resíduos sólidos que sejam suficientemente fiáveis para apoio a todo o projecto de planeamento e desenho de um sistema integrado de recolha e processamento. Tais estudos são bastante caros difíceis de realizar devido à heterogeneidade dos resíduos produzidos quer pela actividade doméstica e comercial como pela actividade industrial, pelo que a sua execução deve ser levada a cabo no âmbito de um projecto com coordenação central i.e. com a tutela do MICOA e participação directa do Instituto Nacional de Estatística.

4. Para servir os cidadãos e a Indústria na cidade de Maputo, Matola e arredores precisa-se no mínimo um total de 4 aterros sanitários, sendo dois deles para albergar em separado a deposição de resíduos municipais de Maputo e Matola respectivamente e um outro para a deposição combinada dos resíduos industriais de toxicidade moderada, originados da área industrial de ambas as cidades. Um quarto aterro de construção mais dedicada a implantar no noroeste da província de Gaza por razões a justificar mais à frente deveria ser projectado para todos aqueles resíduos extremamente tóxicos como pesticidas, metais pesados, solventes perigosos.

5. Com base em dados actualmente disponíveis e de origem nas necessidades de recolha, de resíduos sólidos e para um total de cerca de 1 395 000 pessoas em Maputo e Matola, seriam necessários cerca de 27 camiões operacionais geridos pelos serviços de salubridade, 150 trabalhadores auxiliares para se controlar minimamente a recolha dos resíduos urbanos. Um número de cerca de 375 pessoas são ainda necessárias para



a limpeza diária das ruas e avenidas ficando esta função à cargo dos distritos municipais.

6. Cada distrito municipal deveria ainda ter a seu cargo um tractor com atrelado capaz de processar pelo menos 5 toneladas por hora para colmatar situações de falha na recolha centralizada. Tais números são enunciados de forma conservadora e tomando como base um comportamento cívico adequado por parte dos munícipes e um funcionamento regular da frota e uma acção permanente dos inspectores municipais e do tribunal municipal. De facto uma situação mais adequada seria conseguida com a duplicação dos meios aqui propostos.

7. O complexo de cidades de Maputo e Matola deverá estar a produzir actualmente uma quantidade de resíduos municipais que correspondem a cerca de 1295 toneladas por dia o que perfaz um total de 473 000 toneladas por ano. Segundo o previsto para os próximos 30 anos, a cidade de Maputo com um potencial de produção de 13,2 milhões de toneladas de resíduos urbanos necessitaria de um aterro sanitário com uma área total de cerca de 80 hectares. Para a cidade da Matola com um potencial de produção de 5.9 milhões de resíduos urbanos deveria prever-se um aterro sanitário com uma área total correspondendo a 36 hectares para armazenar os resíduos urbanos, por um período de 30 anos.

8. Para a deposição de resíduos industriais. Considerando como um valor aceitável um quantitativo máximo de 50 000 toneladas de resíduos sólidos por ano, a indústria local vai gerar cerca de 1,5 milhões de toneladas lixos nos próximos 30 anos. Com base nesses raciocínios estima-se uma área de cerca de 8 a 10 hectares para o aterro específico para os lixos industriais.

9. Para a deposição de resíduos de extrema toxicidade. Tomando-se como base o estágio de desenvolvimento industrial previsível para Moçambique, este país

continuará salvo raras excepções a ter uma indústria mais baseada na mistura de produtos intermediários, o que pressupõe que a produção de componentes da indústria básica não será determinante à excepção do sector mineiro, do alumínio e do ferro e aço. Também se duvida que se venha a instalar grandes indústrias de pesticidas ou medicamentos. Desse modo o aterro a instalar para os resíduos de metais pesados, pesticidas e outros materiais extremamente perigosos pode ser de dimensões relativamente pequenas por volta de 5 hectares, uma vez que a deposição é feita por escavação profunda das áreas escolhidas e deposição dos resíduos devidamente acondicionados em células colocadas uma sobre a outra.

10. Tomando em conta as condições meteorológicas, e a qualidade dos solos, os níveis baixos de precipitação, e a baixa densidade populacional a região de Macandezulo-Mapai representa potencialmente uma zona passível de se instalar o necessário aterro para os resíduos industriais de alta toxicidade. Deve-se entretanto tomar em conta a eventual existência de incompatibilidade com projectos de natureza turística tranfronteiriça antes de uma decisão final.

11. Qualquer dos aterros sanitários propostos deverá ser permanentemente controlado por via da verificação da qualidade da água empregando-se as técnicas analíticas mais sofisticadas como um meio de prevenção da contaminação dos lençóis de água subterrânea.

12. É necessária que se faça um estudo profundo para uma melhor gestão de resíduos sólidos e PTS tomando em consideração as seguintes fases:

Implementação de um projecto piloto com duração de cerca de 6 meses com o objectivo de recenciar as quantidades e as características dos resíduos nas duas cidades;

Seguidamente é a semelhança dos prognósticos aqui apresentados em termos de meios materiais e humanos iniciava-se por via de um processo de tentativa e erro a implementação dos procedimentos planificados até se conseguir o controlo da situação de recolha e deposição, processo que teria como duração 6 meses;

Finalmente seriam feitos estudos de optimização dos custos de operação do sistema, processo esse a concluir após cerca de 1 ano de operação prática com os meios disponíveis.

Tal cadeia de actuação precisa ser monitorada pelo que é imprescindível a contratação de quadros com formação técnica adequada para estes estudo. Além disso é necessário formar um número adequado de inspectores municipais e gestores do sistema, de preferencia em outras cidades com características climáticas semelhantes a Maputo. Um desses locais será a cidade costeira Sul Africana.

BIBLIOGRAFIA

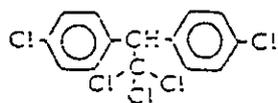
- [1] Micoa, (1997). Lei ambiental n.º 20/97 de 1 de Outubro. Boletim da República, 1 série número 40.
- [2] Adam, D.J. (1974). Treatment of Wastes. The School Science Review. Vol. 55, N° 193 pp 696-704.
- [3] Micoa, (1996). Convecção sobre a protecção das zonas costeiras, resolução n.º 17/96, 1 série BR.47.
- [4] Davies, J.E. et al. An Agromedical approach to pesticide management. Some health and environmental considerations. Agromedicine, Sd.
- [5] [http// www.FAO.Org/Pesticides](http://www.FAO.Org/Pesticides)
- [6] UNEP Chemicals, Geneve (2000). GEF. Regionally based assessment of persistent toxic substances.
- [7] Roy M. Harrison. (1999). Understanding Our Environment. An introduction to environmental chemistry and pollution. The Royal Society of Chemistry
- [8] Des W. Connell. (1997). Basic concepts of environmental chemistry, CRC Press LLC
- [9] Frank R. Spellman. (1999). The Science of Environmental Pollution.
- [10] R. Maia, Zvolinski V. (1995). Actions on the liquidation of accidental oil spills in Maputo bay. International ecology congress-Moscow, pp. 30-37.
- [11] [http// www. Oil-spill-web.com.](http://www.Oil-spill-web.com)
- [12] Fogelgvist E. et al. (1996). The distribution of man-made and naturally produced. halocarbons in a double layer flow strait system. Continental Shelf Research, Vol.16, N 9, pp-1185-1199.
- [13] R. Maia, Zvolinski. V.P (1999). Introduction to the ecology of Mozambique. Theoretical and applied ecological investigation
- [14] R. Maia, (1999). General Survey on the bacteriological quality, major elements and trace metals in sea water of Maputo Bay Mozambique. Theoretical and applied ecological investigations.

- [15] Niels Jorgen B.N et al (1998). Disposal of obsolete pesticides in Mozambique, Danida.
- [16] Joseph Magerty. D. et al. (1973). Sohd Waste Management. Van Nostand Reinhold. pp. 178-242
- [17] V.Cilek. (1989).Industrial minerals of Mozambique. Special publication of the geological survey. Prague.
- [18] Wandiga.S.O. (1996).Methodology for the development of environmental standards. UNEP/UNDP project on environmental law and institutions in Africa.
- [19] Chanda, R., Magole L. (Namibia.1996).Urban environmental quality in the SADC region. Report on the 5th. SADC seminar on applied research in conservation and land management.
- [20] Instituto Nacional de Estatística, (1997). 2º Recenseamento geral da população e habitação.
- [21] Friedrich Ebert (1997). Foundation.Maputo Study of locations for deposition of town wastes in Maputo Situation of garbage and town wastes in Mozambique (1995-1998).
- [22] Pascoe, L.C. Arithmetic. A.(1971). Basic course in arithmetic. St Paul's house, London.
- [23] Ministério da Agricultura (1996). Moçambique. Projecto piloto de áreas de conservação de transfronteira e reforço institucional.
- [24] Suttie Lee et al.(2001) Quality assurance project plan for Pine Gulch Landfill. Final document. Colorado Departament of public health and environment.

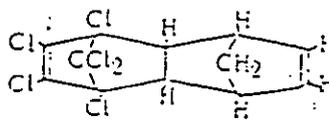
ANEXOS

Tab. 2. Poluentes orgânicos persistentes considerados como os mais tóxicos

Pesticidas	Químicos Industriais	Subprodutos industriais
Aldrin	Hexaclorobenzeno	Dioxinas
Clordane	PCB(Bifenis policlorinados)	Furanos
Dieldrina		
Endrina		
Heptacloro		
Hexaclorobenzeno		
Mirex		
Toxafeno		
Furanoploriclorinados		
Furano		
DDT		



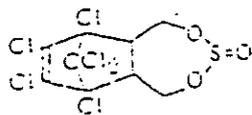
DDT



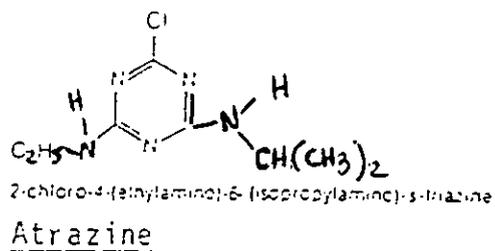
Aldrin



Toxaphene



Thiodan[®]



Atrazine

Fig.1. Estruturas químicas de alguns dos POP'S mais perigosos.

Fig.1. Estruturas químicas de alguns dos POP'S mais perigosos.

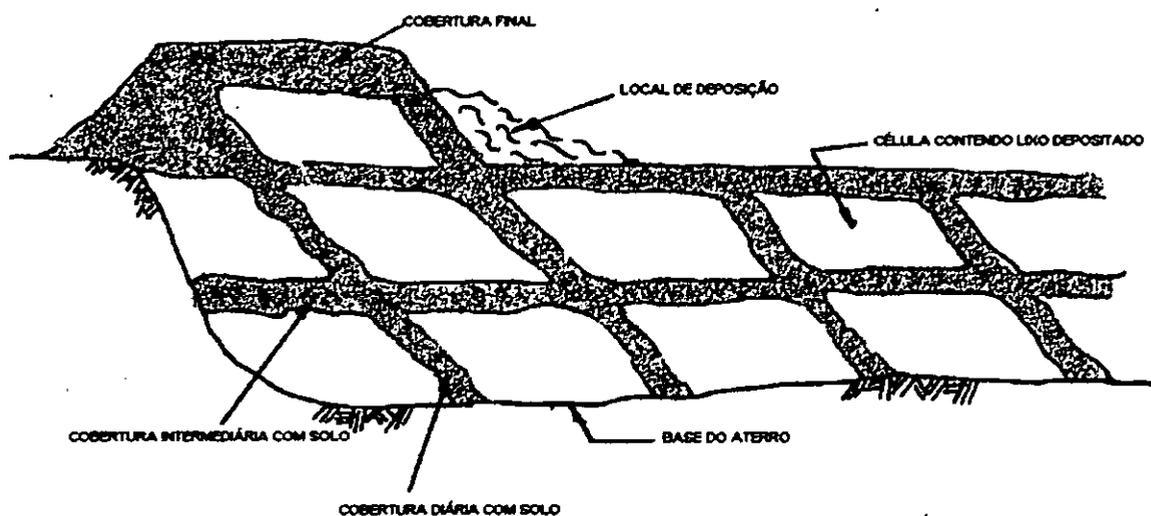


Fig. 3. Enchimento vertical de um aterro sanitário com indicação das camadas de solo usadas na cobertura.

Tab.3. Exemplo de questionário padronizado para descargas atmosféricas de inceneradoras.

Tipo de resíduos à inceneração	Localização	Número de fornos	Capacidade instalada Ton./dia ou m ³ /h	Horas operacionais por ano	Tipo de forno	Temperatura do forno
Resíduos Municipais						
Agro Resíduos industriais perigosos						
Resíduos do sistema de esgotos						
Resíduos médico-hospitalares						
Biomassa e subprodutos do processamento da madeira						
Resíduos veterinários (carcaças, animais, etc.)						
Resíduos Humanos (cremados)						

Tab.4. Informação geral a obter para as fontes identificadas de PTS

Informação relevante sobre a fonte da emissão	Nível de importância (*)	Comentários
Processo tecnológicos ou tipo de fonte	1	Usar classificação padronizada
Fonte/ Referência	1	Visa conhecer a origem dos dados e permitir correcções no futuro
Volumes ou massas de emissão por unidade de tempo	1	Massas emitidas de PTS por ano (todos os dados de massas ou volumes de PTS emitidas por hora ou por minuto ou por segundo devem ser convertidas para g PTS/ano)
Limites de detecção	2	As técnicas usadas para medir as concentrações dos PTS no ambiente devem ter um limite de detecção menor do que 10% das quantidades mínimas a medir
Reportagem de valores encontrados abaixo do limite de detecção	2	Como se tratam aqueles valores ou resultados abaixo do limite de detecção? deve-se indicar um valor de zero ou usar a sigla nd (não detectável)
Intervalos de concentração	2	Valor máximo e mínimo
Valor central	3	Usar a média ou mediana, etc.
Período da amostragem	3	Indicar datas e duração das campanhas de amostragem
Objectivos da amostragem	3	Indicar se a amostragem visa uma avaliação geral, um trabalho de investigação ou visa trabalho legislativo

(*) O ranking de importância varia de 1 a 3 sendo 1= informação muito importante; 2= informação importante; 3= informação auxiliar.

Tab. 5. Informações sobre as fontes de PTS emitidas para atmosfera

Informação relevante	Importância	Comentários
Volume/massa da emissão de gases	1	Incluir, a densidade, o conteúdo a seco, ou o conteúdo de humidade
Condições de Temperatura, pressão	1	Condições devem ser idênticas ou comparáveis
Unidades de reportagem dos resultados analíticos	1	Usar Concentrações massa/volume (ng/m ³) ou volume por volume (ppm)
Métodos de amostragem	2	Indicar tipo de amostragem nomeadamente amostradores de grande volume; amostragem extractiva ou amostragem isocinética ou outras
Tipo de amostra	3	Ar; vapor; partículas; etc.

Tab. 6. Informações sobre fontes de PTS emitindo para os cursos de água

Informação a colher	Importância	Comentários
Unidades usadas para a indicação do resultado analítico	1	Existem diferentes formas de expressar a concentração dos PTS na água, nomeadamente: moles por litro, massa por volume (mg/L) ou massa por massa (mg/Kg), volume por volume (ppm)
Volume de água ou fluxo de massa de água	1	Valores obtidos, normalizados , em seco ou incluindo a humidade
Protocolo de reportagem	2	Resultados sobre a água ou sobre matéria suspensa (partículas)
Tipo de amostra	2	Água, água e matéria suspensa ou só matéria suspensa

Tab. 7. Informação adicional para a caracterização de solos como fontes de PTS's

Informação	Importância	Comentários
Recolha de propriedades físicas/químicas da fonte de contaminação	1	Sedimento, solo, teor de matéria orgânica, distribuição de tamanho das partículas, densidade, cor etc.
Localização e descrição do fonte	1	Referência mapeada, história sobre a utilização da instalação, proximidade de zonas estuarinas, lacustres, fluviais, oceánicas, etc.
Descrição do ambiente à volta da fonte	2	Especificar se é rural, agrícola, zona residencial, industrial, etc.
Condições meteorológicas durante o período da amostragem	3	Direcção do vento, ocorrência de chuva (dentro de 96 h), radiação solar
Temperatura	3	Estação do ano (temperatura máxima, mínima, possível ocorrência de volatilização de PTS, etc.

Tab.8. Informação adicional a colher em relação aos resíduos sólidos

Informação	Importância	Comentários
Número exacto de espécies químicas emitidas pelo resíduo	2	O resíduo pode emitir vários tipos de PTS por motivo de interações entre diferentes compostos existentes no resíduo
Número de amostras	2	Dada a variabilidade nas concentrações de PTS, recomenda-se a colheita de um número elevado de amostras
Manuseamento das amostras	2	Qual o período da amostragem e quais procedimentos de conservação?

Tab. 9. Informação adicional a colher para a emissão de PTS dos produtos para o ar, terra, água e resíduos sólidos

Informação	Importância	Comentários
Especificação exacta do produto suspeito de conter PTS, incluindo a sigla comercial	1	Obtém-se dos produtores ou fornecedores
Quantidades usadas na região ou local	1	Obtém-se dos fornecedores ou vendedores
Quantidades de PTS emitidas pelos produtos	1	Obtém-se dos produtores
Ponto de situação da produção (em produção, interrompido, proibido, etc)	2	A informação histórica é importante para identificar lugares críticos
Localização, nome da empresa produtora	3	
Quantidades produzidas/vendidas	2	Em toneladas por ano
Quantidades importadas cada ano	2	Em toneladas por ano
Origem da importação	3	País, empresa
Quantidade exportada por ano	2	Toneladas por ano
Destino da exportação	3	País, uso
Composição química das quantidades armazenadas	2	Lista dos constituintes principais
Quantidade total armazenada	2	
Método de armazenagem	3	Embalado (tipo de contentores) a céu aberto, a verter, etc.
Condições do ambiente vizinho	3	Zona residencial, industrial, perto de um rio, etc.

Tab. 10. Informação necessária para caracterização das amostras ambientais

Informação	Importância	Comentários
Descrição exacta das espécies químicas	1	Reportar o mais exacto possível
Matriz da amostra	1	Solo, sedimento, ar , água, alimentos, etc
Fonte/Referência	1	Permite conhecer a origem dos dados
Tipo da amostra	1	Composta, individual
Local da recolha	1	Mapas, coordenadas GPS-longitude/latitude
Método de recolha	2	Matriz a matriz, caso a caso
Resultados analíticos e unidades	1	Especificar a base sobre a qual se trabalhou ex: matéria seca/ matéria fresca/ gorduras./ etc. e unidades usadas
Métodos analíticos usados e limites de detecção	3	Há resultados abaixo do limite de detecção? E são como são reportados? Ex. nd=0, nd =dl, ou , nd = nd/2
Intervalos de concentração	2	Valores máximo e mínimo
Tendência do valor central	2	Média, mediana, número de ensaios
Objectivos do estudo	1	Controlo de rotina/ avaliação geral/ estudo da população/ litígio legal, etc.
Condições da amostragem	2	Datas, período, duração, condições meteorológicas

Tab. 11. Dados a usar no estudo do impacto dos PTS sobre as pessoas

Toxicidade	Medição	Unidades usadas	
		Em geral	Para furanos e dioxinas(*)
Aguda para mamíferos e pássaros	LD ₅₀	miligramas/kg	microgramas/kg
Aguda para organismos aquáticos	LC ₅₀	miligramas/kg	nanogramas/kg
Efeitos a longo prazo para mamíferos e pássaros	NOEL/NOAEL	miligrama/kg/dia	micrograma/kg/dia
Efeitos a longo prazo para organismos aquáticos	NOEC/NOAEC	micrograma/L	nanograma/L

(*) As dioxinas e furanos são reportadas em unidades mais baixas devido à sua alta toxicidade, mesmo a esses níveis.

Tab.12. Procedimento e materiais de recolha e preservação das amostras

Matriz a recolher	Equipamento	Preservação da amostra	Tempo máximo de conservação permitido
Sólida para determinação de metais totais	Polietileno	Arrefecer até 4 graus C	6 meses
Líquida para determinação de metais totais	Polietileno	Arrefecer a 4 graus, manter a pH < 2 com HNO ₃ (1mL/ litro da amostra)	6 meses
Sólida para determinação de mercúrio total	Polietileno/vidro	Arrefecer a 4 graus, manter a pH<2 com HNO ₃	28 dias
Líquida para determinação de mercúrio total	Vidro/polietileno	Arrefecer a 4 graus e manter a pH<2 com HNO ₃	28 dias
Líquida para determinação de compostos voláteis	Vidro protegido com PFTE (40 mL de capacidade)	Arrefecer a 4 graus	14 dias
Sólida para voláteis	Vidro protegido com PFTE	Arrefecer a 4 graus	14 dias
Líquida/sólida para determinação de produtos orgânicos semivoláteis	Vidro ambar	Arrefecer a 4 graus	7 dias extracto/ 40 dias
Líquida/sólida para a determinação de Pesticidas organoclorados	Vidro ambar	Arrefecer a 4 graus	7 dias extracto/40 dias
PH	Vidro/polietileno	Arrefecer a 4 graus	24 h
Alcalinidade	Vidro/polietileno	Arrefecer a 4 graus	14 dias
Aniões dissolvidos	Vidro/polietileno	Arrefecer a 4 graus	28 dias (nitrato, 48 h)
Catiões dissolvidos	Vidro/polietileno	Arrefecer a 4 graus, filtração, pH< 2 com HNO ₃	6 meses

Tab. 13. Análises laboratorias praticadas no controlo da operação de um aterro sanitário

Determinação	Matriz	Método recomendável
Metais totais	Líquida/sólida	ICP
Mercúrio	Líquida/sólida	Absorção atómica- Vapor frio
Alcalinidade	Líquida	Titrimetria
Metais dissolvidos	Líquida	ICP
Aniões dissolvidos	Líquida	Cromatografia iónica
Voláteis	Líquida/sólida	GC/MS
Semivoláteis	Líquida/sólida	GC/MS
Pesticidas organoclorados	Líquida/sólida	GC-ECD
pH	Líquida	Electrometria
Oxigénio dissolvido	Líquida	Electrometria

Nota: As amostras sólidas são colhidas do interior do aterro, ou dos sedimentos aquáticos. As amostras de solos são colhidas à profundidades de 0 a 1.5 m.