



INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

Levantamento da situação actual da Gestão e Tratamento de Resíduos em Portugal

ÂNGELA AFONSO

DANIELA TOMÁS

RELATÓRIO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIADO

EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Dezembro/2011

Ficha de Identificação:

Nomes:

Ângela Pinharanda Afonso nº 1009132

Daniela Filipa Ribeiro Cardoso Tomás nº 1009118

Local de realização:

Instituto Politécnico da Guarda

Avenida Dr. Francisco Sá Carneiro nº 50

6300-559 Guarda

Contactos:

Telefone: 271220100

Fax: 271222690

E-mail: ipg@ipg.pt

Data de realização:

Desde de Abril 2011 até Dezembro 2011

Orientador:

Professor: Nuno Melo

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não ficaria completo sem agradecermos a todos os que nos ajudaram a concretizá-lo.

Ao Prof. Nuno Melo pelo acompanhamento e dedicação com que abraçou este projecto. Agradecemos também o apoio e rigor dedicados ao mesmo.

Os nossos agradecimentos finais vão para as nossas famílias e amigos, pelo apoio constante, pelos incentivos ao longo da realização deste trabalho e, sobretudo, pela paciência.

Ângela Pinharanda Afonso

Daniela Filipa Ribeiro Cardoso Tomás

RESUMO

Este documento é um projecto de final de curso, para obtenção do grau de licenciado e tem como objectivo aprofundar os nossos conhecimentos na área da Gestão e Tratamento de Resíduos em Portugal.

O documento é constituído por nove capítulos, nos quais abordamos diferentes temáticas.

O capítulo II aborda, de uma forma geral, a evolução histórica da gestão de resíduos. Aborda as várias maneiras como têm sido tratados os resíduos ao longo dos tempos.

No III e IV capítulo são apresentados alguns dos conceitos básicos fundamentais para a elaboração deste documento, tais como, definição e tipos de resíduos, a sua produção evolução e composição, entre outros.

Tratamos também os conteúdos relacionados com a prevenção, redução e reutilização dos resíduos, realçando as medidas e técnicas que podem ser efectuadas por consumidores e produtores.

No capítulo V identificam-se e reconhecem-se os vários tipos de deposição, recolha e transporte disponíveis para a recolha indiferenciada e selectiva de resíduos urbanos.

O capítulo VI descreve a importância da separação e processamento de resíduos urbanos face aos objectivos estratégicos da gestão integrada de resíduos. Foca-se ainda o funcionamento das estações de triagem implementadas em Portugal.

No VII capítulo é descrito o circuito de reciclagem, identificando as principais barreiras que se colocam à reciclagem dos materiais. Descreve-se o funcionamento do Sistema Ponto Verde e a forma como está organizada a gestão de resíduos de embalagens em Portugal. Referiram-se ainda os processos de compostagem, biometanização, valorização energética e incineração.

Nos últimos capítulos, VIII e IX, apresenta-se os diferentes tipos de sistemas de confinamento de resíduos, dando destaque ao confinamento em aterro sanitário. Descreve-se ainda a importância dos processos de planeamento da política de gestão integrada, dos sistemas de gestão de resíduos e da aplicação de instrumentos regulamentares e económicos.

ABSTRACT

This document is a final course project, for obtaining a degree and aims to deepen our knowledge in the field of Management and Waste Treatment in Portugal.

The document consists of nine chapters, where we discuss different topics.

Chapter II discusses, in general, the historical evolution of waste management. Discusses the various ways in which wastes have been treated over time.

In Chapter III and IV are some of the basic concepts fundamental to the development of this document, such as definitions and types of waste, its production evolution and composition, among others.

We treat also the contents related to the prevention, reduction and reuse of waste, highlighting the measures and techniques that can be made by consumers and producers.

In chapter V are identified and recognizing the various types of deposit, collection and transportation available for indiscriminate and selective collection of municipal waste.

Chapter VI describes the importance of separation and processing of municipal waste in relation to strategic objectives of the integrated waste management. It also focuses on the operation of marshalling yards implemented in Portugal.

In Chapter VII describes the recycling loop, identifying the main barriers facing the recycling of materials. Describes the functioning of the Green Dot is organized and how the management of packaging waste in Portugal. Also refers to the processes of composting, biomethanation, energy recovery and incineration.

In later chapters, VIII and IX, we present the different types of waste containment systems, highlighting the confinement landfill. It describes the importance of planning policy of integrated management systems for waste management and implementation of regulatory and economic instruments.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE QUADROS	xvii
ÍNDICE DE TABELAS	xix
SIMBOLOGIA	xxii
1 Introdução.....	1
2 Evolução histórica da gestão de resíduos	3
2.1 A produção de resíduos sólidos urbanos.....	8
2.2 O conceito de resíduo	8
2.3 Factores de influência na produção de resíduos	11
2.4 Tipos de resíduos e fontes produtoras.....	16
2.5 Gestão Integrada de Resíduos.....	17
2.6 Legislação e política comunitária e nacional em matéria de resíduos.....	19
3 Produção e composição dos resíduos	20
3.1 Classificação de resíduos	20
3.2 Definição dos tipos de resíduos	20
3.3 Quantificação e caracterização de resíduos	23
3.4 Produção e evolução	23
3.5 Composição e evolução	26

3.6	Peso Específico	28
3.7	Humidade	28
3.8	Poder calorífico	28
3.9	Análise elementar	29
3.10	Metodologia para a quantificação e caracterização física dos resíduos	30
4	Prevenção, Redução e Reutilização	36
4.1	Redução na fonte	37
4.2	Reutilização	38
4.3	Produção de resíduos	39
4.4	Gestão de resíduos e estratégias	44
4.5	Prevenção de resíduos	46
5	Sistemas de recolha e de transporte de resíduos	50
5.1	Conceitos gerais	50
5.2	Recolha	60
5.2.1	Tipos de recolha	60
5.3	Custos	64
5.4	Equipa de recolha	70
5.5	Transporte e transferência de resíduos	70
5.6	Análise dos Sistemas de Recolha	76
5.7	Contentores transportáveis	78
5.8	Circuitos de remoção e transporte	85
6	Separação e Processamento de Resíduos	88
6.1	Operações unitárias e Equipamentos para Processamento de RU	89
6.2	Estações de Triagem	93
7	Valorização e Tratamento de Resíduos	96
7.1	Reciclagem	97

7.1.1	Factores determinantes para o sucesso da reciclagem.....	97
7.2	Implementação da recolha selectiva	98
7.2.1	Reciclagem de materias	102
7.2.2	Fluxos	112
7.3	Classificação de sistemas de compostagem.....	125
7.3.1	Biometanização	132
7.4	Valorização energética.....	134
7.4.1	Incineração.....	134
8	Confinamento	148
8.1	Aterros Sanitários	149
8.1.1	Vantagens e desvantagens	151
8.1.2	Localização e concepção	152
8.1.3	Seleccção de locais.....	153
8.1.4	Concepção	155
	Reactor Bioquímico.....	156
8.2	Tipos de aterros.....	158
8.3	Infra estruturas e instalações de apoio	160
8.4	Águas lixiviantes.....	162
8.4.1	Composição	162
8.5	Biogás	163
8.5.1	Composição	163
9	Planeamento e gestão de sistemas de resíduos	164
9.1	Planeamento dos sistemas.....	164
9.2	Sistemas de gestão e entidades gestoras	168
9.3	Instrumentos de Gestão.....	173
10	Conclusão	188
11	Bibliografia.....	189

12	Anexos.....	194
----	-------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evolução da produção de resíduos municipais nos países ocidentais (Rodrigues,2005).....	5
Figura 2 Processo de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (http://www.usinaverde.com.br - 28 de Junho de 2011)	18
Figura 3 Evolução da geração total e da capitação de RU em Portugal Continental (2003-2006), (Fonte: INE; SGIR)	24
Figura 4 Composição física típica de RSU em Portugal (APA,2008)	27
Figura 5 Produção per capita de RSU na Europa, em 1995 e 2005 (OCDE, 2006-07). (APA 2008).....	40
Figura 6 Produção de RSU na Europa, em 1995 e 2005 (OCDE, 2006-07). (APA 2008)	40
Figura 7 Produção total de RSU por Sistema de Gestão, em 2004 (INR). (APA 2008).....	41
Figura 8 Sistemas de RSU em Dezembro 2007 (APA 2008)	42
Figura 9 Gestão dos RSU nalguns Estados-membros. (APA 2008)	44
Figura 10 Recipientes para deposição de RU: a) sacos não recuperáveis; b) caixa para recicláveis; c) contentores de pequena e média capacidade; d) contentor de grande capacidade (transportável).....	55
Figura 11 Veículos de recolha: a) recolha hermética; b) localização do sistema de elevação dos contentores (carregamento traseiro (b1); lateral(b2); c) sistema de transferência dos resíduos da tremonha de recepção para o interior da caixa(sistema mecânico); d) sistema para equipamento polibenne (d1) e multibenne (d2).....	68
Figura 12- Relação entre os custos do transporte e a distância percorrida,sem e com a instalação de uma estação de transferência.	72
Figura 13 Estação de transferência,a.Método de carregamento directo,b. Método de carregamento indirecto (fossa de recepção).	74
Figura 14 - Estação de transferência (Évora) (Fonte: http://www.gesamb.pt , 30 de Agosto de 2011).....	74
Figura 15 - Exemplo de um esquema de funcionamento das Estações de Transferência (Empresa Gesamb) (Fonte: http://www.gesamb.pt , 30 de Agosto de 2011)	75

Figura 16 - Sequência esquemática das operações de recolha de contentores estacionários (adaptado de Tchobanoglous et. al. 1993).....	76
Figura 17 - Sequência de operações de recolha de contentores transportáveis ou rebocáveis (adaptado de Tchobanoglous et. al. 1993).....	77
Figura 18 - Correlação entre a velocidade de transporte e a distância de transporte por volta para contentores transportáveis (adaptado de Tchobanoglous et. al.; 1993).....	79
Figura 19 Quantidade de vidro recolhido pelos SMAUTs (Sistema Multimunicipal, Intermunicipal e Autarquia).....	103
Figura 20 Ciclo do Vidro.....	105
Figura 21 Quantidade papel/cartão recolhido pelos SMAUTs.....	106
Figura 22 Quantidade de plástico recolhido pelos SMAUTs.....	109
Figura 23 Esquematização da reciclagem orgânica (adaptado de White et al.; 1993).....	117
Figura 24 Análise das entrads e saídas do processo de compostagem (Diaz et al.; 1993).....	120
Figura 25 Variação de temperatura na meda; b) Variação de pH na meda (Fonte: http://ieham.org/ 2 de Setembro 2011).....	121
Figura 26 Perfil típico de temperatura numa pilha aeróbica (Fonte: http://www2.ufp.pt/ 2 de Setembro de 2011).....	122
Figura 27 Fases da compostagem (Fonte: http://ieham.org/ 2 de Setembro 2011).....	123
Figura 28 Esquema de pilha estática arejada (modo positivo – insuflação) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE D COIMBRA).....	127
Figura 29 Esquema de uma pilha estática arejada (modo negativo – sucção) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE D COIMBRA).....	127
Figura 30 Compostagem acelerada; representação esquemática de um reactor (Fonte: http://www2.ufp.pt/ 10 de Setembro 2011).....	129
Figura 31 Características adequadas da composição de um RSU para a incineração (Williams P.T., 1998) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA).....	137

Figura 32 Esquema típico da incineração de um RSU para produção de energia (adaptado de Tchobanoglous et al., 1993) (<i>Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA</i>)	138
Figura 33 Destino final dos RSU.....	147
Figura 34 Etapas de concepção e operação de um aterro (<i>Adaptada de Levy e Cabeças, 2006</i>)	155
Figura 35 Entradas e saídas num aterro sanitário (<i>Adaptada de Levy e Cabeças, 2006</i>).....	156
Figura 36 Tipos de aterros a) aterro em superfície; b) aterro em trincheira, c) aterro em depressão. (<i>Tchobanoglous et al., 1993</i>).....	159
Figura 37 Sistemas de gestão de RU, situação em Maio de 2006 (INR, 2006)	172
Figura 38 Infra-estruturas de resíduos urbanos no ano 2006 (Fonte APA).....	186
Figura 39 Situação e evolução das infra-estruturas em Portugal (<i>Fonte APA</i>)	186
Figura 40 Evolução da situação actual em Portugal Continental (<i>Fonte APA</i>).....	187

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 Factores indutores de variabilidade na produção de resíduos (<i>Rodrigues, 2005</i>)	11
Quadro 2 Factores indutores de variabilidade na produção de resíduos (<i>Rodrigues 2005</i>)	14
Quadro 3 Classificação dos resíduos sólidos de acordo com sua origem, em Portugal	16
Quadro 4 - Parâmetros físico-químicos a determinar em função do processo de tratamento dos RU (adaptado de Maystre et. al. 1994).....	30
Quadro 5 Síntese das políticas e estratégias relacionadas com a prevenção de resíduos (<i>APA 2008</i>).....	49
Quadro 6 Processamento de RU na fonte.....	52
Quadro 7 Vantagens e desvantagens da utilização de sacos para a deposição dos RU.....	56
Quadro 8 Vantagens e desvantagens da utilização de caixas para a deposição de recicláveis.	57
Quadro 9 Método de descarga dos resíduos para a viatura, vantagens e desvantagens	66
Quadro 10 Classificação das estações de transferência de acordo com as suas características	73
Quadro 11 Relação entre a constituição física dos RU e os métodos de valorização (<i>Waite, 1995</i>).....	96
Quadro 12 Contaminantes potenciais por fileiras de materiais recicláveis (<i>HMSO, 1991</i>)...	102
Quadro 13 Fluxos específicos de resíduos e respectivas entidades gestoras em actividade em 2009	115
Quadro 14 Características dos principais grupos microbianos envolvidos no processo de compostagem (<i>Fonte: http://www.rbciamb.com.br/, 2 de Setembro 2011</i>)	119
Quadro 15 Alguns factores que permitem acompanhar a evolução do processo de compostagem (<i>Diaz et al.; 1993, Morais, 1997</i>).....	125
Quadro 16 Comparação entre compostagem e digestão anaeróbia (<i>Bardos, 1992 fide Waite, 1995</i>).....	133
Quadro 17 Resumo dos principais factores relacionados com a eficiência de combustão (<i>Maria Martinho et al., 2000</i>) (<i>Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA</i>).....	141

Quadro 18 Resíduos sólidos da incineração (Maria Martinho et al., 200) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA)	146
Quadro 19 Tipos de confinamento (<i>Lobato Faria et al., 1997</i>)	148

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Estimativas de produção de resíduos sólidos urbanos em Portugal.....	25
Tabela 2 Produção per capita de resíduos sólidos urbanos (RSU) na Europa, em 1995 e 2005 (OCDE, 2006-07).....	26
Tabela 3 - Comparação entre a composição física dos RSU de dois concelhos (Fonte: Adaptado do PERSU,1996).	27
Tabela 4 Produção de RSU no continente em 2005 (APA, 2007). (APA 2008).....	43
Tabela 5 - Valores representativos de vários sistemas de recolha de contentores (adaptado de Tchobanoglous et al; 1993).....	81
Tabela 6 Proposta de limites máximos para metais pesados em composto a aplicar em solos agrícolas (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA.)	131
Tabela 7 Teores máximos em metais pesados nos compostos orgânicos (autorizados e propostos) em vários países europeus (mg/Kg- teores totais reportados à matéria seca) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA.)	132
Tabela 8 Composição dos resíduos resultantes da incineração de uma RSU. (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA).....	144
Tabela 9 Composição típica de um resíduo e percentagem de cinzas após incineração (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA).....	145

SIMBOLOGIA

APA- Agência Portuguesa do Ambiente

CER- Catálogo Europeu de Resíduos

CFCs- Halocarbonetos clorofluorados

DF- Destino final

DL- Decreto-Lei

EEE- Equipamentos eléctricos e electrónicos

ENRRUBDA- Estratégia Nacional para o Desvio de Resíduos Urbanos Biodegradáveis de Aterro

ETAR- Estações de tratamento de águas residuais

ET- Estação de transferência

INE- Instituto Nacional de Estatística

INIA- Instituto Nacional de Investigação Agrária

INR- Instituto dos Resíduos

LER- Lista Europeia de Resíduos

LQARS- Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva

OCDE- Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico

PCI- Poder Calorífico Inferior

PCS- Poder Calorífico Superior

PDM- Plano Director Municipal

PEA- Pilhas Estáticas Arejadas

PERSU- Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos

PET- Politereftalato de etileno

PEV- Postos de entrega voluntária

PQRP- Pequenas quantidades de resíduos perigosos

PRTR- Registo Europeu das emissões e transferências de poluentes

REGEE- Registo de Emissões de gases com Efeito de Estufa

RSU- Resíduos Sólidos Urbanos

RU- Resíduos Urbanos

SGIR- Secretaria Geral de Ingresso e Registro

SIGRE- Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens

SIGREM- Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens e Medicamentos

SIGERV-Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura

SIGOU-Sistema Integrado de Gestão de Óleos Usados

SGPU- Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados

SIPO- Suporte Electrónico para a Interação de Pessoas e Organização

SIRAPA- Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente

SIRER- Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos

SMAUTs- Sistema Multimunicipal, Intermunicipal e Autarquia

SPV-Sociedade Ponto Verde

UE- União Europeia

1 Introdução

Entende-se por resíduo quaisquer substância ou objecto que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos.

Resíduos urbanos definem-se como o resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações [DL n.º178/2006].

Aos resíduos urbanos corresponde o código 20 da Lista Europeia de Resíduos, transposta para o direito português pela Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março.

Actualmente, em quase todos os países desenvolvidos, a gestão dos RU é uma tarefa problemática, devido, fundamentalmente, aos seguintes factores:

Taxa crescente de produção de resíduos per capita e diminuição dos potenciais locais para a sua eliminação;

Disfunções e riscos ambientais associados aos tecnossistemas de gestão, cujas medidas de prevenção e minimização representam elevados custos;

Dificuldades numa mudança de filosofia e de estrutura dos sistemas de gestão de resíduos;

Necessidade de obtenção de consensos e envolvimento dos vários agentes de nos processos de participação em planos de gestão de RU;

Dificuldades de aplicação de medidas complementares efectivas indutoras de comportamentos eficientes de conservação de recursos, redução e valorização dos resíduos, por parte dos agentes económicos e dos consumidores.

2 Evolução histórica da gestão de resíduos

Tendo como base pesquisas de historiadores e arqueólogos, sabe-se que a problemática da gestão de resíduos é um assunto que tem acompanhado a evolução das sociedades humanas, desde a transição do nomadismo para o sedentarismo.

A primeira lixeira municipal apareceu em Atenas, por volta do ano 500 A.C., os varredores de ruas eram obrigados a depositar os resíduos a pelo menos uma milha das fronteiras da cidade, segundo o historiador M.V. Melosi. Também a compostagem, como forma de tratar/reconverter os resíduos orgânicos em fertilizantes, é uma prática bastante antiga. Há evidências de que este método foi utilizado em Knossos, Creta, há cerca de 4 000 anos. *(Gonçalves e Martinho, 2002)*

O arqueólogo C. W. Belgen, nos estudos que fez sobre a Idade do Bronze na cidade de Tróia, constatou que os resíduos produzidos no dia-a-dia eram deixados no chão das habitações e periodicamente cobertos com camadas de terra. Em muitas casas o nível do chão chegou a atingir tal altura que foi necessário aumentar o telhado e reconstruir a porta de entrada. Mas em Tróia, assim como em outros locais, nem todos os resíduos eram guardados no interior das habitações. Os resíduos orgânicos de maior dimensão eram lançados para as ruas servindo de alimento a animais semi-domesticados (porcos, cães). Esta prática tornou-se comum e permaneceu até a actualidade. A consequência mais dramática desta prática foi a epidemia da Peste Negra. *(Gonçalves e Martinho, 2002)*

No entanto foi mais tarde, com a Revolução Industrial que os problemas dos resíduos atingiram níveis sem precedentes. A grande concentração de pessoas nas cidades deu origem a graves problemas de poluição. O nível mais sério de preocupação despontou quando se começaram a relacionar as doenças com a presença abundante de resíduos.

Em 1840, o mundo ocidental entra na “Idade do Saneamento”. As novas descobertas científicas no campo da saúde pública deram origem a pressões das populações sobre os governantes para que tomassem medidas de saneamento. Já no final do século XIX, princípio

do século XX, iniciou-se o desenvolvimento de muitos serviços municipais de saneamento, tais como, a recolha de resíduos urbanos, a limpeza de ruas e a drenagem de esgotos.

Contudo os métodos de eliminação continuaram a ser rudimentares, com a deposição indiscriminada em lixeiras a céu aberto como pratica recorrente.

Os métodos utilizados para a eliminação de resíduos até ao início do século XX consistiam na deposição sobre o solo e/ou no seu interior, descarga no meio hídrico, alimento para animais (especialmente porcos), e queima. Qualquer civilização, independentemente da sua complexidade estrutural, utilizava estes métodos em simultâneo. De realçar que a civilização Maia depositava os resíduos orgânicos em valas abertas no solo e reciclava os resíduos inorgânicos, como cerâmica e restos de pedra de polimento, utilizando-os na construção de templos e outros edifícios. (*Gonçalves e Matrinho, 2002*)

A inexistência de medidas eficazes no tratamento e eliminação de resíduos reflectiu-se no aparecimento de graves problemas de saúde pública como a Peste Negra que dizimou durante a Idade Média metade da população da Europa. Só no Século XIX teria início uma “consciência ambiental” traduzida na responsabilidade governativa em recolher os resíduos produzidos nas comunidades. Seria uma primeira medida capaz de reduzir o risco de aparecimento e propagação de doenças.

Surgiram então diferentes materiais nos resíduos urbanos como cartão canelado, latas, vestuário pronto a usar, materiais de construção, entre outros. A Figura 2-1 representa a evolução na produção de resíduos de origem urbana durante o século XX, revelando a dificuldade de efectuar previsões nesta matéria.

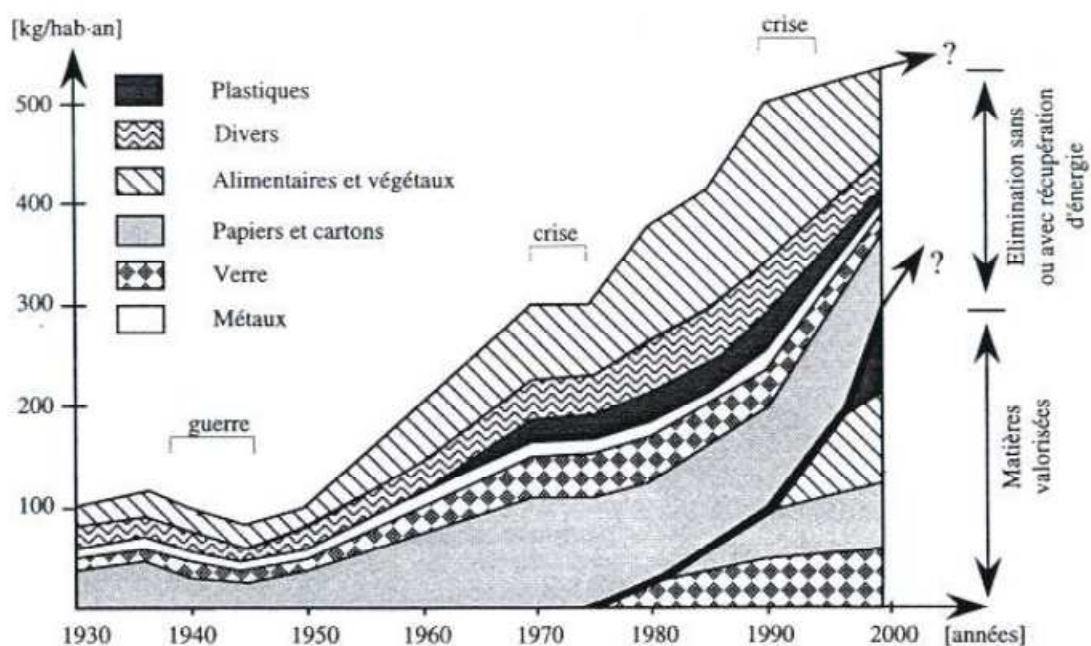


Figura 1 Evolução da produção de resíduos municipais nos países ocidentais (Rodrigues,2005)

A Figura 1 mostra claramente três situações específicas: 1) incremento na produção de resíduos após a Segunda Guerra Mundial; 2) uma crise petrolífera provocada pela Guerra de Yom Kipur em 1973, que originou uma recessão económica reflectida na estabilização da produção de resíduos; 3) a crise dos anos 90, associada à Guerra do Golfo, onde houve uma falta de investimento com recuo da economia. Em cada uma das situações reflecte-se claramente uma relação directa entre factores socioeconómicos e produção de resíduos.

O gráfico reflecte ainda a importância que, a partir dos anos 80, alguns países começaram a dar à valorização de alguns resíduos como o vidro, o papel, o cartão e os resíduos orgânicos, estes últimos através da compostagem. De notar ainda, nos finais dos anos 90, uma tentativa débil para a reciclagem dos plásticos. Ilustra-se assim de uma forma clara a importância da caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos na compreensão da sua dinâmica a par de todos os factores sociais e económicos.

Em matéria de tratamento de resíduos, é nas décadas 30 e 40 do século XX que surgem, na Inglaterra e nos EUA respectivamente, as primeiras soluções idênticas aos actuais aterros sanitários. Nos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, vêm-se efectuando

estudos de viabilidade de aplicação de novos processos de tratamento e eliminação de resíduos de forma a encontrar a melhor tecnologia na perspectiva económica e ambiental. Note-se contudo, que no início do século passado, vários países iniciavam a reciclagem do papel, devido à facilidade de recolha e às significativas quantidades que se produziam – a razão era puramente económica.

Em Portugal, até à década de 90, os resíduos sólidos urbanos produzidos eram encaminhados para lixeiras a céu aberto, depositados sobre solo não protegido onde iam sendo queimados para redução do seu volume sem qualquer controle ambiental e de saúde pública deste tipo de solução. O único material a ser recolhido selectivamente a nível camarário correspondia às embalagens de vidro, mas nem todo o território se encontrava abrangido por estes dispositivos de deposição, recolha, transporte e encaminhamento final.

É no decorrer de 1996 que se iniciam os trabalhos do Grupo de Tarefa responsável pela elaboração do PERSU, previsto no Decreto-Lei n.º 310/95, de 20 de Novembro e que viria a ser aprovado a 13 de Novembro de 1997. Este plano insere-se na doutrina da Directiva Quadro de Resíduos (Directiva 75/442/CEE, de 15 de Julho), na qual é exigida a atenção para algumas questões chave:

- Proibição de deposição de resíduos em lixeiras;
- Caracterização dos resíduos produzidos;
- Gestão de resíduos de acordo com as condicionantes geográficas;
- Garantia de uma rede de destinos finais adequados.

Até 1996, a gestão de resíduos sólidos urbanos, passava pela definição de competências e responsabilidades neste âmbito e a obrigatoriedade de registo dos resíduos produzidos. Encontrava-se previsto no Decreto-Lei n.º 488/85, de 25 de Novembro no seu artigo 1º que “O detentor de resíduos, qualquer que seja a sua natureza e origem, deve promover a sua recolha, armazenagem, transporte e eliminação ou utilização de tal forma que não ponha em perigo a saúde humana nem causem prejuízo ao Ambiente.” A responsabilização era delegada apenas no detentor e não no produtor e as operações de gestão, embora considerassem o tratamento e destino final após a remoção, não possuíam um suporte institucional e físico eficaz. Os próprios resíduos não eram diferenciados por categorias de acordo com a sua natureza ou origem, contudo, as unidades de saúde e as indústrias tinham já a obrigatoriedade de elaborar registos actualizados dos resíduos produzidos ou recolhidos.

Assistia-se no entanto, a uma situação de desrespeito por algumas destas normas estabelecidas, em que as operações de gestão consistiam maioritariamente na recolha e deposição final no solo de forma descontrolada em matéria ambiental. O desenvolvimento do PERSU conduziu a uma definição da política de gestão de RSU's e à elaboração da estratégia de intervenção nesta matéria, criando-se assim condições para dar início a acções de execução do plano. De recordar as mais significativas:

- Erradicação de mais de 300 lixeiras;
- Construção de infra-estruturas de deposição controlada de RSU's;
- Início da recolha selectiva de RSU's.

Estas medidas pretendiam inflectir a situação vivida em Portugal até meados dos anos 90. Mais de três centenas de lixeiras espalhadas por todo o país, com consequências nefastas para o Ambiente e saúde pública, sem aplicação de processos de tratamento aos resíduos com potencial de valorização, conduziram a uma definição de prioridades que solucionassem os problemas mais emergentes e criassem condições para o início de um novo rumo.

Quase uma década decorrida sobre a implementação do PERSU, constata-se que muito foi feito na área dos resíduos, nomeadamente no que se refere à construção de infra-estruturas ambientalmente correctas e à implementação de sistemas de recolha selectiva. De realçar que a morosidade que implica a sensibilização para estas matérias levou a que Portugal ainda esteja actualmente longe de alcançar as metas que se propunham no referido PERSU e/ou na legislação comunitária já transposta para direito nacional. É o caso dos fluxos especiais em relação aos quais o esforço tem sido no sentido de os retirar dos indiferenciados, nomeadamente, as pilhas e baterias, os óleos minerais, os resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos ou as embalagens.

O PERSU não iria, no entanto, resolver a questão dos resíduos de proveniência não doméstica e, apesar de a legislação base impor a responsabilidade ao produtor (industrial ou unidade de prestação de cuidados de saúde, respectivamente para os resíduos industriais e hospitalares), não há ainda uma estratégia completamente definida, situação que, no entanto, levaria à criação de soluções de valorização, há alguns anos impensáveis.

A Lei de Bases do Ambiente, (Lei n.º 11/87, de 7 de Abril) define o conceito de Ambiente como “o conjunto dos sistemas físicos, químicos, biológicos e suas relações e dos factores económicos, sociais e culturais com efeito directo ou indirecto, mediato ou imediato, sobre os

seres vivos e a qualidade de vida do Homem”. Consequência desta dinâmica entre sistemas, a produção de resíduos é o reflexo das transformações que ocorrem no meio e evoluem em simultâneo com as actividades antropogénicas.

Os resíduos são assim, gerados no início dos processos com a recolha da matéria-prima e surgem em todos os passos, sempre que esta é convertida em material de consumo.

Isto implica um aumento da sua quantidade, quanto maior for a utilização de matérias-primas e menor a valorização dos subprodutos. *(Rodrigues, 2005)*

2.1 A produção de resíduos sólidos urbanos

Quantas vezes se descrevem os resíduos como sendo “o reflexo da sociedade”? Será o mesmo que dizer que, olhando para os desperdícios que produzimos, compreendemos o nosso comportamento individual e social, hábitos e atitudes de cidadão desenvolvido ou em vias de desenvolvimento. A própria história revela isso mesmo.

Se os resíduos são uma consequência inevitável da vida e esta tende a evoluir de forma complexa e exponencial, então urge compreender como é originada essa complexidade para que se tomem as medidas de intervenção na gestão dos resíduos de forma enquadrada com a realidade e de viável aplicação. *(Rodrigues, 2005)*

2.2 O conceito de resíduo

A existência de resíduos é algo que caminha paralelamente com as actividades humanas e naturais. Por ter origem em diferentes fontes, tem uma composição muito variada e a sua produção também é muito heterogénea, em conformidade com a fonte que o produz.

Em 1985 surge o primeiro diploma em matéria de resíduos – Decreto-Lei n.º 488/85, de 25 de Novembro - que embora abrangente, não incluía uma definição para o objecto a tratar – os Resíduos Sólidos Urbanos. Considera fundamental o conhecimento quantitativo e qualitativo (composição) dos resíduos produzidos, qual o seu destino final e quais os responsáveis pela gestão, atribuindo competências a organismos públicos, nesta matéria.

Apresenta uma definição para o conceito de “Resíduos”, a qual considera apenas excedentes do consumo de matérias-primas o uso e descarte de produtos⁴. Revogado em 1995, pelo Decreto-Lei n.º 310/95, de 20 de Novembro, assume uma distinção entre Resíduos, na generalidade, e Resíduos Urbanos. Estes seriam todos os resíduos produzidos domesticamente, de estabelecimentos comerciais, do sector de serviços e outros resíduos com

natureza ou composição semelhante aos domésticos e ainda os resíduos de um único estabelecimento comercial, industrial, escritório ou similar de composição e natureza idênticas aos domésticos cuja produção diária não excedesse 2.000 litros. É um diploma que estabelece três critérios para definir os Resíduos Urbanos – qual a sua origem, composição e quantidade mínima de produção diária.

Reflecte-se aqui a mudança de conceito de que o resíduo é algo sem utilidade para o produtor tendo por isso de se desfazer dele. A heterogeneidade que este subproduto de actividades antrópicas e naturais apresenta, exige um conhecimento qualitativo e quantitativo realista e actualizado. Até então, existia a tendência de designar todo o sub-produto de uma actividade como “Lixo” o que conotava um sentimento negativo e depreciativo desse objecto ou substância – não era mais do que um reflexo do encaminhamento geral que lhe era conferido e dos impactes que este iria produzir no Ambiente.

O aumento na produção de resíduos conduz a uma evolução na sua própria terminologia e definição. Até 1997, não existia nenhuma regulamentação que definisse que tipos de resíduos existem. A Lei-quadro dos Resíduos (Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro), por ter como objecto estabelecer as regras a aplicar para a gestão de resíduos, necessitou redefinir o conceito de “Resíduo” considerando ser importante classificá-lo de acordo com sua origem, natureza, quantidade produzida diariamente e propriedades. Nesta regulamentação estes são classificados em cinco categorias:

- Resíduos Perigosos;
- Resíduos Industriais;
- Resíduos urbanos;
- Resíduos hospitalares;
- Outros tipos de resíduos.

Tal como o Decreto-Lei n.º 310/95, de 25 de Novembro, este diploma considera importante a origem e natureza dos resíduos, contudo, difere deste na medida em que, além de incluir os resíduos produzidos em unidades hospitalares que cumpram os requisitos de natureza e composição, define que a produção diária, por produtor, não pode exceder os 1.100 litros. Algumas entidades, como por exemplo, unidades hospitalares, substituíram os habituais

contentores de deposição de resíduos equiparados a domésticos por compactadores, no sentido de se ajustarem a esta nova imposição legal.

Como resultado da transposição da Directiva Aterros para a ordem jurídica interna, surge, em 2002, o Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio, onde a definição de resíduos é idêntica à expressa na Lei-quadro dos Resíduos. No entanto, a classificação destes apresenta algumas variações. No caso concreto dos Resíduos Urbanos (RU) estes são “os resíduos provenientes das habitações bem como outros resíduos, que pela sua natureza ou composição, sejam semelhantes aos resíduos provenientes das habitações”, independentemente das quantidades produzida. No que diz respeito às restantes categorias, os resíduos são classificados, não tanto pela origem, mas preferencialmente em função da sua composição e propriedades:

- Resíduos Perigosos;
- Resíduos Não Perigosos;
- Resíduos Inertes;
- Resíduos Biodegradáveis;
- Resíduos Líquidos.

Apesar de o resíduo urbano ter uma definição própria, a sua eliminação, pela sua composição, pode ser a mesma dos resíduos não perigosos de acordo com o mesmo diploma legal. Note-se que neste diploma o âmbito de aplicação é diferente do Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro, pois destina-se a regulamentar a deposição de resíduos em aterro e não a geri-los no sentido da redução da sua produção. Deste modo, não só o critério quantidade deixa de ser significativo, como a própria classificação considera importante distinguir o que são resíduos perigosos, não perigosos e inertes, o que não acontece no diploma de gestão de resíduos de 1997.

Esta evolução de um simples conceito traduz a complexidade do tema. A montante, são originários de uma variedade de materiais com diferentes origens e aplicações. A jusante, entende-se que os resíduos, ao serem a porção de material que perdeu a capacidade de exercer a função para que foi concebido, poderá ainda ter potencial de ser recuperado quer por reciclagem (multi-material ou orgânica), quer por valorização energética. De facto, as diferenças que existem entre os resíduos gerados dizem respeito a uma sequência de acções que se podem resumir em:

- Tipo de matéria-prima necessária para produzir um objecto;
- Processos e transformações empreendidos na sua produção;
- Uso que lhes é conferido;
- Seu comportamento após a rejeição (já na forma de resíduo).

2.3 Factores de influência na produção de resíduos

Condições sociais e de desenvolvimento económico.

Cada sector da sociedade é composto por diversos factores que são interdependentes, de forma directa ou indirecta, pelo que a evolução da economia e os hábitos das sociedades têm uma forte influência em matéria de produção de resíduos. O quadro seguinte resume algumas considerações nesta matéria.

GEOGRAFIA E E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO	ESTRUTURA URBANO-RURAL E MEIO FÍSICO	SÓCIO-ECONÓMICOS	INSTITUCIONAIS
Área relativa de produção de resíduos	Número de habitantes	Poder de compra das populações	Tempo, eficiência e tipo de equipamentos de recolha
Localização periférica e litoral no Continente Europeu	Variações sazonais Hábitos e costumes da população	Hábitos e costumes da população	Organização e monitorização dos pontos produtores
Condições climáticas	Distribuição populacional e Industrial entre litoral e interior	Intensidade de actividades industriais	Legislação e regulamentação específicas
Variações sazonais	Nível de escolaridade / habilitações literárias Condições climáticas		
	Nível de escolaridade / habilitações literárias		

Quadro 1 Factores indutores de variabilidade na produção de resíduos (*Rodrigues,2005*)

Estes factores, apresentados e discutidos no PERSU, vão ao encontro da reflexão de outros estudiosos na área dos resíduos como é o caso de (*Maystre et al 1994*). que refere três causas principais para a alteração da produção de resíduos após a II Guerra Mundial:

1. Abandono do uso do carvão como combustível e sua substituição por gásóleo; o uso do petróleo como matéria-prima nas indústrias levou, por exemplo, a uma tendência de substituir os contentores metálicos por contentores em plástico;
2. Alteração de hábitos de trabalho conduziu a novos hábitos alimentares; o novo conceito de alimentos pré-preparados resulta, não na produção de resíduos orgânicos, mas na de resíduos de embalagem;

3. Alteração nos hábitos comerciais e de consumo que se traduzem na substituição de objectos de considerável durabilidade por objectos descartáveis e de tempo de vida limitado; a produção de resíduos torna-se directamente influenciada pelo consumo de bens.

Referem ainda os mesmos autores que nos países ocidentais, desde os anos 30 até ao início do ano 2000, a quantidade e natureza dos resíduos produzidos variavam de acordo com as transformações que decorriam nesses países demonstrando “a dificuldade de fazer previsões, mesmo num curto espaço de tempo”, no que diz respeito à evolução geral da produção de resíduos. De notar que existe uma tendência evidente para aumentar a produção de resíduos com o aumento do consumo e da variedade e especificidade de produtos que se pretendem obter, mas em simultâneo, novas tecnologias surgem no sentido de valorizar essa variedade aproveitando o seu potencial, o que poderá minimizar os impactes decorrentes da existência de resíduos.

Com uma distribuição geográfica muito heterogénea, Portugal apresenta dificuldades de gestão de resíduos significativamente superiores às que seriam de esperar, atendendo à sua dimensão. As regiões desenvolvidas pelo comércio, turismo ou indústria, encontram-se em pólos de atracção localizados essencialmente no litoral. Em termos de produção de resíduos é indiscutível a diferença que tal facto acarreta relativamente ao interior; quanto à sua composição, esta dependerá do grau de desenvolvimento de cada região e da diversidade de origens desse resíduo. Actualmente, duas situações marcantes começam a caracterizar Portugal: desde os anos 90, vem-se verificando um abandono das actividades agro-pecuárias e uma “desertificação humana” das áreas onde predominava o sector primário; simultaneamente, há uma grande variedade de cursos superiores que conduzem a uma procura de emprego mais especializada e conseqüentemente a uma alteração do nível de vida – desenvolvem-se novas exigências de consumo e alteram-se os hábitos dos cidadãos.

Em todos os países existe uma distinção entre o conceito de meio “urbano” e “rural” útil na análise estatística de dados em estudos de caracterização social e desenvolvimento de actividades económicas. Têm geralmente como critério a população residente das comunidades e o espaço que estas ocupam, ou seja a sua distribuição numa determinada área. Em Portugal, o Instituto Nacional de Estatística (INE) distingue estes conceitos em três tipos, através de critérios que se baseiam na densidade populacional e na população residente por freguesias:

- Áreas predominantemente urbanas (APU);
- Áreas medianamente urbanas (AMU);
- Áreas predominantemente rurais (APR).

Nesta tipologia, a existência de Freguesias semi-urbanas implica que estas devem ser contíguas às freguesias urbanas.

A quantidade de habitantes e a sua distribuição numa dada área são os factores de maior significado para distinguir meios urbanos e rurais, pois são o reflexo do tipo de hábitos e actividades sociais e económicas de um espaço. Nas zonas urbanas, as pessoas são muito dependentes do meio social que os rodeia para se alimentarem, trabalharem e deslocarem, pelo que não podem estar muito dispersas mas sim reunidas em aglomerados. Já nos meios rurais, caracterizam-se por possuírem alguma independência para sobreviver. As exigências de consumo e hábitos são muito inferiores e assim os recursos que os rodeiam suficientes.

Estudos efectuados em Portugal no ano de 2002 e 2003 em dois sistemas de gestão de RSU's também se debruçaram sobre esta questão, tendo-se registado idêntica situação em termos de composição física dos resíduos da sua área de intervenção entre circuitos predominantemente urbanos e predominantemente rurais. Genericamente, os resíduos putrescíveis e o papel/cartão têm valores superiores nos meios urbanos, enquanto que o vidro e os metais, curiosamente, são superiores nos meios rurais. No estudo anteriormente mencionado, estes dois últimos componentes apresentaram valores muito próximos entre si em ambos os tipos de aglomerados populacionais. Demonstram que a generalidade das comunidades começam a adquirir características que as qualificam como “rurbanas”, pois expressam a miscibilidade de hábitos entre populações. A aglomeração de zonas com idênticas características poderia ser uma solução para a sua homogeneização, mas também esta situação poderá ser difícil de concretizar.

A produção de resíduos, ao acompanhar o crescimento e evolução das sociedades e sua economia, permite compreender que nos países desenvolvidos, ou em vias de desenvolvimento, há tendência crescente para o aumento destes. De facto, é de registar algumas referências bibliográficas que nos indicam essa mesma situação: no início do século XX a capitação não alcançava os 0,20 kg/hab.dia , enquanto em 1970 este parâmetro (nos EUA) correspondia a 0,68 kg/hab.dia. Um estudo elaborado pela *Environmental European*

Agency (EEA) concluiu que a média Europeia de produção na década de 90 era de 1,0 kg/hab.dia com uma amplitude entre 0,74 – 1,17 kg/hab.dia. A partir de dados provisórios de produção de RSU's em 2003, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Resíduos (INR), e de dados dos Censos 2001, calcula-se para Portugal, uma média nacional na ordem dos 1,3 kg/hab.dia.

De uma maneira em geral, esta realidade é acompanhada de um aumento da sua perigosidade pela presença de pequenas quantidades de resíduos como pilhas, medicamentos, tintas, solventes de uso doméstico ou similares. Os meios disponibilizados para o seu tratamento devem acompanhar esta situação e ser os mais adequados de acordo com todos os factores referidos no Quadro 2.

Geografia e Ordenamento do Território	Estrutura-urbano rural e meio físico	Sócio-económicos	Institucionais
Área relativa de produção de resíduos	Número de habitantes	Nível de escolaridade /habilitações literárias	Tempo, eficiência e tipo de equipamentos de recolha
Localização periférica e litoral no Continente Europeu	Variações sazonais Hábitos e costumes da população	Hábitos e costumes da população	Organização e monitorização dos pontos produtores
Condições climáticas	Distribuição populacional e Industrial entre litoral e interior	Intensidade de actividades industriais	Legislação e regulamentação específicas
Variações sazonais	Nível de escolaridade / habilitações literárias Condições climáticas		
	Nível de escolaridade / habilitações literárias		

Quadro 2 Factores indutores de variabilidade na produção de resíduos (*Rodrigues 2005*)

Ainda em matéria de quantificação de resíduos sabemos que esta é difícil de aferir em rigor. Os valores de que as entidades de gestão de resíduos sólidos urbanos dispõem, correspondem à quantidade recolhida e não, necessariamente, à produzida. Se, por um lado, algumas pessoas têm a possibilidade de aproveitar resíduos gerados domesticamente para a produção de composto, alimento de animais ou outras actividades, diminuindo assim a quantidade

rejeitada, por outro, existem locais onde as acessibilidades ainda não estão completamente asseguradas, pelo que dificulta o processo de contabilizar a totalidade dos resíduos com a maior exactidão possível. Estas acessibilidades correspondem não só à dificuldade dos veículos de recolha alcançarem determinadas povoações, como também à situação real em que alguns cidadãos ainda hoje vivem – não têm acesso a sistemas de recolha de resíduos. Importa inventariar essas situações e fazer esforços no sentido de corrigi-las pois podem conduzir a procedimentos incorrectos por parte dos cidadãos – depósito indiscriminado em espaços abertos, queima, deposição no solo ou descarga no meio hídrico.

Também o tipo de recolha de resíduos implementada em cada país, município, ou sistema, influencia necessariamente os dados aferidos sobre a produção de resíduos sólidos urbanos. Em Portugal, os cidadãos dispõem de equipamentos de superfície e subterrâneos, com diferentes capacidades de contentorização, para colocação dos resíduos indiferenciados nas proximidades das suas habitações, os quais serão recolhidos periodicamente (diário, semanal, etc.) por veículos próprios para o efeito, da responsabilidade municipal. Em algumas cidades, por questões de ordenamento urbanístico, tem-se optado pela colocação dos sacos do lixo no exterior das casas a hora determinada, mas esta é uma medida que em matéria de higiene e segurança deixa algumas reservas. Dispõem também de um sistema de recolha selectiva de materiais com potencial para serem reciclados, ainda que este sistema esteja num processo, a nível nacional, de melhoria na disponibilização dos meios materiais exigíveis.

Factores como a capacidade dos contentores, frequência de recolha dos resíduos e a distribuição equitativa dos dispositivos de eliminação dos RSU's, condicionam e/ou promovem volume e a quantidade de resíduos a depositar, bem como o tipo de resíduos que se rejeitam.

Se o poder económico das sociedades, se encontrar associado a uma cultura social mais desenvolvida, podemos verificar uma preocupação em reduzir a produção de resíduos e permitir a recuperação e a reciclagem daqueles cuja produção é inevitável, havendo assim um desvio do quantitativo produzido para centrais de triagem e não para a recolha indiferenciada.

2.4 Tipos de resíduos e fontes produtoras

A classificação dos resíduos sólidos, como foi já possível verificar, decorre do conhecimento de que a sua natureza e propriedades físicas e químicas são distintas.

Necessariamente, a solução de gestão a aplicar terá de ser adequada em conformidade com essas mesmas diferenças. Conhecendo a fonte geradora de desperdícios e natureza destes, torna-se mais acessível a sua quantificação e análise das melhores soluções disponíveis à sua recolha, tratamento e eliminação. Em Portugal, os resíduos sólidos existentes encontram-se agrupados da seguinte forma:

FONTE	TIPO	EXEMPLO
DOMÉSTICOS Residências, - variável em função dos hábitos de consumo e do desenvolvimento dos cidadãos	NÃO PERIGOSOS	Papéis; jornais Embalagens de plástico e de metal Restos alimentares; resíduos de jardinagem
	PERIGOSOS	Pilhas; baterias; lâmpadas fluorescentes
COMÉRCIO E SERVIÇOS Estabelecimentos de serviço público	NÃO PERIGOSOS	Hotéis e restaurantes: Restos de comida Supermercados e lojas: Embalagens de cartão Escritórios/Serviços administrativos: Papéis
PÚBLICO Actividade humana no espaço público	NÃO PERIGOSOS	Varrimento de ruas e áreas de uso público: Papéis, putrescíveis, plásticos, excrementos animais Recolha de entulhos de obras: Inertes Mercados: Resíduos verdes e alimentares
INDÚSTRIAL Industriais Banais - (equiparados a urbanos) Industriais Perigosos	NÃO PERIGOSOS	Têxtil/Calçado: Restos tecidos, couro, borracha, filme e cartão Alimentar: orgânicos putrescíveis
	PERIGOSOS	Regeneração de óleos; processos hidrometalúrgicos de metais não ferrosos Indústria electrónica; resíduos contendo mercúrio
HOSPITALAR Equiparados urbanos – Grupo I Não perigosos – Grupo II Risco biológico – Grupo III Específicos – Grupo IV	NÃO PERIGOSOS	Papéis usados; restos alimentares Resíduos não contaminados e sem vestígios de sangue
	PERIGOSOS	Contaminados ou suspeitos de contaminação Resíduos de incineração obrigatória

Quadro 3 Classificação dos resíduos sólidos de acordo com sua origem, em Portugal

2.5 Gestão Integrada de Resíduos

A gestão de resíduos, compreende toda e qualquer operação de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, bem como as operações de descontaminação de solos e à monitorização dos locais de deposição após o encerramento das respectivas instalações. [DL nº 178/2006]

A gestão de RU é da responsabilidade dos municípios, independentemente da exploração e gestão ser efectuada por sistemas municipais ou multimunicipais.

No caso dos sistemas multimunicipais a gestão e exploração poderá ser directamente efectuada pelo Estado ou atribuída, em regime de concessão, a entidade pública de natureza empresarial ou a empresa que resulte da associação de entidades públicas ou privadas.

Em Portugal a gestão de RU, até há pouco tempo era baseada na simples recolha indiferenciada e sua deposição em lixeiras ou, na melhor das hipóteses, num vazadouro controlado. A esta deficiente gestão associaram-se os problemas da grande produção de resíduos e da crescente escassez de espaços disponíveis para as infra-estruturas, o que veio a exigir uma nova abordagem, originada igualmente, pelas medidas regulamentares, pelos instrumentos económicos e pela maior consciencialização política.

Ao longo da história, a saúde e a segurança, tem sido as maiores preocupações em relação à gestão de resíduos. Hoje em dia, para além destes factores a gestão de resíduos tem associada três grandes áreas de preocupação: a conservação dos recursos, os riscos ambientais associados aos tecnossistemas de RU e a necessidade de alteração de comportamentos e co-responsabilização de todos os agentes envolvidos.

Mas todas estas preocupações só se concretizam se o sistema de gestão de resíduos for integrado. Neste contexto o termo “integrado” refere-se aos sistemas, esquemas, operações ou elementos nos quais as unidades constituintes podem ser desenhadas ou organizadas de tal forma que uma se engrena na outra para atingir um objectivo comum: sustentabilidade ambiental, económica e social (Diaz et al.,1993)

A **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos** é um conjunto de metodologias com vista a redução não só da produção e eliminação de resíduos, como do melhor acompanhamento durante todo o seu ciclo produtivo. Tem como finalidade reduzir a produção de resíduos na origem, gerir a produção dos mesmos no sentido de atingir um equilíbrio entre a necessidade

de produção de resíduos, e o seu Impacto ambiental. É uma gestão transversal a todo o ciclo, o qual analisa de maneira Holística. (Wikipédia – 28 de Junho de 2011)



Fonte: 'Technical Guidance Report' – Banco Mundial

Figura 2 Processo de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (<http://www.usinaverde.com.br> - 28 de Junho de 2011)

O primeiro objectivo: a redução da quantidade e perigosidade dos resíduos, é consensual e é talvez o mais complicado de por em prática, não tendo actualmente nenhum, ou quase nenhum, papel de destaque nos processos de planeamento e gestão de resíduos urbanos ao nível local. A complexidade resulta do facto dos RU representam uma grande variedade de produtos aos quais estão associados uma grande diversidade de agentes (produtores, distribuidores, comerciantes, consumidores), o que torna difícil a implementação de procedimentos que induzam este objectivo.

Outra das preocupações da gestão de RU é que esta se realiza de forma ambientalmente correcta, o que significa minimizar os impactes ambientais associados aos tecnossistemas de gestão de RU, nomeadamente contribuir para a conservação dos recursos naturais e para a diminuição das emissões poluentes.

A perda de recursos naturais está relacionada com a produção e deposição em aterros de grandes quantidades de resíduos. Apesar do nosso planeta ser um sistema aberto em termos energéticos é um sistema fechado em termos de matéria. Ao depositar os resíduos em aterros está-se a bloquear uma quantidade significativa de recursos. Como referem White e al (1995)

a concentração de determinados materiais é mais elevada em alguns aterros que nas suas reservas naturais. Por este motivo, a actividade extractiva em aterros com o objectivo de recuperar os materiais aí depositados, ao longo de anos, já se realiza em alguns países.

Contrariamente ao que muitos políticos e técnicos pensam, o planeamento e gestão dos RU não é um assunto exclusivamente técnico-científico. É um processo que opera em contextos complexos, com problemas que não têm uma solução única. Este facto resulta, muitas vezes, em conflito, pela dificuldade de reconhecer as várias dimensões e níveis de complexidade, bem como os factores de incerteza, como quando se fala em sustentabilidade, análise de risco, análise de ciclo de vida, opções para a gestão dos resíduos ou localizações geográficas de infra-estruturas.

2.6 Legislação e política comunitária e nacional em matéria de resíduos

Ao nível da política comunitária, os primeiros passos na gestão de RU foram dados em 1971, através da publicação de uma recomendação, cujo foco se dirigia para a redução e reutilização dos resíduos. Este objectivo central foi suportado pelo Parlamento Europeu e fixado no Primeiro Programa Comunitário de Acção para o Ambiente (1973-1976). Contudo, apenas em 1975, com a publicação da primeira directiva neste domínio, a Comunidade Económica Europeia (CEE) começou a definir uma política de gestão de resíduos, embora deixando às autoridades nacionais a tarefa de escolher a forma e os métodos da sua implementação. (Vieira et al., 1995).

Mesmo existindo uma legislação comunitária sobre o tema, apenas em 1987 uma resolução do Parlamento Europeu, veio alertar para a extensão e gravidade dos problemas de contaminação dos solos, água e ar resultantes da incorrecta gestão dos RU. Em Setembro de 1989, a Comissão adoptou o documento de orientação intitulado “ A estratégia da CEE para a Gestão de Resíduos”, que preconizava a redução directa dos fluxos de resíduos, a optimização do tratamento e do destino final, a redução de movimentos transfronteiriços e a responsabilidade civil. (Vieira e al., 1995; Ferreira e Cunha, 1992).

3 Produção e composição dos resíduos

3.1 Classificação de resíduos

No passado o “lixo doméstico” praticamente não constituía um problema. A quase totalidade dos materiais utilizados continha componentes de origem animal ou vegetal que, uma vez regressados à terra, se decompunham naturalmente nos seus constituintes elementares, integrando de novo o ciclo de vida.

Todo este panorama se alterou, sobretudo ao longo do séc. XX, com o aparecimento e produção de novos materiais resultantes do desenvolvimento tecnológico e científicos, e com a sociedade a orientar-se por valores consumistas, onde a escolha de produtos se tornou cada vez mais variada. A produção de resíduos não pára de aumentar pois que é proporcional ao crescimento da população, ao desenvolvimento das cidades, à sua terciarização e, por conseguinte, ao aumento dos níveis de consumo praticados.

Os resíduos podem-se classificar de acordo com as fontes que os produzem (e.g. domésticos, comerciais, industriais), o tipo de materiais constituintes (e.g. papel, vidro, plásticos), a composição química (e.g. inorgânicos, orgânicos), as suas propriedades face aos sistemas (e.g. compostáveis, combustíveis, recicláveis), o grau de perigosidade (e.g. corrosivos, tóxicos, explosivos) ou ainda, de acordo com as utilizações dadas a esses materiais (e.g. resíduos se embalagens, resíduos de demolições).

A maior parte das nomenclaturas de resíduos adoptam classificações com critérios múltiplos e sistemas com características semi-abertas. No entanto, em Portugal a identificação segundo a origem tem uma grande relevância sendo os resíduos classificados, de acordo com o DL n° 178/2006, de 5 de Setembro em resíduos urbanos, resíduos industriais; resíduos hospitalares; resíduos de construção e demolição; resíduos agrícolas, resíduos inertes e resíduos perigosos.

3.2 Definição dos tipos de resíduos

Segundo o DL n° 178/2006, de 5 de Setembro o resíduo é: “qualquer substância ou objecto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos ou outros.”

Os **resíduos urbanos** são os provenientes de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações;

Os **resíduos industriais** são o resíduo gerado em processos produtivos industriais, bem como o que resulte das actividades de produção e distribuição de electricidade, gás e água;

Os **resíduos hospitalares** são os que resultam de actividades médicas desenvolvidas em unidades de prestação de cuidados de saúde, em actividades de prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e investigação, relacionada com seres humanos ou animais, em farmácias, em actividades médico-legais, de ensino e em quaisquer outras que envolvam procedimentos invasivo, tais como acupunctura, piercings e tatuagens;

Os **resíduos de construção e demolição** é o resíduo proveniente de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações;

O **resíduo agrícola** é proveniente de exploração agrícola e ou pecuária ou similar;

O **resíduo inerte** é o resíduo que não sofre transformações físicas, químicas ou biológicas importantes e, em consequência, não pode ser solúvel nem inflamável, nem ter qualquer outro tipo de reacção física ou química, e não pode ser biodegradável, nem afectar negativamente outras substâncias com as quais entre em contacto de forma susceptível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana, e cujos lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado são insignificantes e, em especial, não põem em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas;

Por último os **resíduos perigosos** apresentam, pelo menos, uma característica de perigosidade para a saúde ou para o ambiente, nomeadamente os identificados como tal na Lista Europeia de Resíduos.

Nos RU existem pequenas quantidades de resíduos perigosos (PQRP), como, por exemplo, medicamentos fora de prazo, electrodomésticos com halocarbonetos clorofluorados (CFCs), tintas, vernizes e solventes, produtos para remover a ferrugem, produtos para preservar a madeira, detergentes, produtos para limpeza de metais, pilhas, entre outros.

O Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU) aprovado em 1997, configurou-se como um instrumento de planeamento de referência na área dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

O balanço da aplicação do PERSU é claramente positivo, com o encerramento das lixeiras, a criação de sistemas multimunicipais e intermunicipais de gestão de RSU (sistemas plurimunicipais), a construção de infra-estruturas de valorização e eliminação e a criação de sistemas de recolha selectiva multimaterial.

O PERSU e ENRRUBDA (Estratégia Nacional para o Desvio de Resíduos Urbanos Biodegradáveis de Aterro) foi revogado pela elaboração do PERSU II para o período de 2007 a 2016, em Portugal Continental, estabelecendo as prioridades a observar no domínio dos RSU, as metas a atingir e acções a implementar e as regras orientadoras da disciplina a definir pelos planos multimunicipais, intermunicipais e municipais de acção.

No PERSU (Lobato Faria et al.; 1997) foi considerada a necessidade de uma abordagem não exclusivamente ligada à origem de produção, devido à complexidade e diversidade dos resíduos actualmente produzidos, introduzindo-se os conceitos de fileira e fluxo de resíduos.

As fileiras correspondem aos materiais componentes dos resíduos (vidro, papel e cartão, plásticos, metais e matéria orgânica). Os fluxos deverão ser entendidos como tipos específicos de produtos usados, sendo no PERSU considerados os seguintes fluxos: embalagens, resíduos de jardins, pilhas e acumuladores, óleos usados, pneus usados, veículos usados, resíduos de construção e demolição, resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos, lamas de estações de tratamento de águas residuais (ETAR) e PQRP.

Por forma a assegurar a harmonização quer do normativo vigente quer das estatísticas existentes em matéria de resíduos na EU e facilitar um perfeito conhecimento pelos agentes económicos do regime jurídico a que estão sujeitos, foi aprovado, pela Comissão, o Catálogo Europeu de Resíduos (CER) (Decisão nº 94/3/CE, de 20 de Dezembro de 1993). O CER, publicado no anexo I da Portaria nº 818/97, de 5 de Setembro, consiste numa lista de resíduos aos quais corresponde um código composto por seis dígitos (código CER).

Quer o CER, aprovado pela Decisão nº 94/3/CE, da Comissão, de 20 de Dezembro de 1993, quer a Lista de Resíduos Perigosos, aprovada pela Decisão nº 94/904/CE, do Conselho, de 22 de Dezembro, foram revogados pela Decisão da Comissão nº 2000/532/CE, de 3 de Maio, (posteriormente alterada pelas Decisões da Comissão nº 2001/118/CE, de 16 de Janeiro, 2001/119/CE, de 22 de Janeiro, e Decisão do Conselho 2001/573/CE, de 23 de Julho), que adopta a Lista Europeia de Resíduos (LER) e as características de perigo atribuíveis aos resíduos, e que entrou em vigor no dia 1 de Janeiro de 2002. A LER encontra-se publicada no Anexo I da Portaria nº 209/2004, de 3 de Março, a qual revoga a Portaria nº 818/97, de 5 de Setembro.

Em anexo 1, apresenta-se, para o caso dos resíduos urbanos e equiparados, uma comparação entre os códigos atribuídos pelo CER e pela LER e as principais diferenças.

3.3 Quantificação e caracterização de resíduos

O conhecimento das quantidades de resíduos, bem como das suas características, é fundamental para o planeamento e gestão eficiente dos sistemas de recolha, armazenamento, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos. Para poder determinar, por exemplo, o tipo, dimensão e localização das infra-estruturas de resíduos, as necessidades de mão-de-obra, o equipamento requerido, o potencial para a valorização, os impactes ambientais e económicos do processamento e deposição dos resíduos e as alternativas mais viáveis, um gestor necessita de ter boas projecções das quantidades e composição dos resíduos gerados ao longo do tempo.

3.4 Produção e evolução

Entende-se por produção a geração de RU nas suas variadas fontes: habitações, instituições empresariais, indústrias, limpeza pública, espaços de lazer e vias de comunicação (Lobato Faria et al., 1997).

A quantidade de resíduos produzidos pode ser expressa em peso ou volume.

Contudo, devido à variação de compressão dos resíduos, o peso constitui uma medida mais precisa e de mais fácil medição. No entanto, o volume é também útil em situações como, por exemplo, planeamento do número de contentores e veículos, dimensionamento de vários sectores (e.g. fossas de recepção, trituradores, separadores) e cálculos relativos ao tempo de vida dos aterros sanitários.

Numa comunidade a produção de RU não é constante ao longo do tempo. Registam-se alterações semanais, mensais e anuais. De uma forma geral, tem-se constatado que a maior produção de RU regista-se à Segunda-feira (dia em que na maior parte dos municípios se acumula a produção de Domingo), descendo até Quarta-feira (dia da semana de menor produção), voltando a subir até Sábado.

As variações nos quantitativos de RU produzidos ao longo do tempo relacionam-se com diversos factores, nomeadamente (Dorfmann, 1985);

- Nível de vida da população (situação sócio-económico e cultural);
- Dimensão do agregado familiar;
- Tipo e dimensão da habitação;

- Estação do ano (devido, por exemplo, a diferentes hábitos de alimentação, ao movimento de férias, aos períodos festivos);
- Modo de vida das populações (e.g. migrações pendulares, movimento de fins de semana e feriados, tipo de actividade profissional),
- Clima (e.g. mais cinzas no Inverno, mais embalagens no Verão),
- Situação geográfica (e.g. interior/litoral),
- Evolução tecnológica e de consumo (e.g. pilhas recarregáveis, mais embalagens, menor durabilidade dos produtos, hábitos de consumo).

O indicador mais utilizado para expressar os quantitativos de resíduos produzidos é a capitação, ou seja, a produção de RU (em peso) por habitante (ou por residência) e por unidade de tempo (ano ou dia).

A nível nacional, os valores da geração total e da capitação de resíduos urbanos entre o ano de 2003 a 2006, apresentam-se na Figura 3.

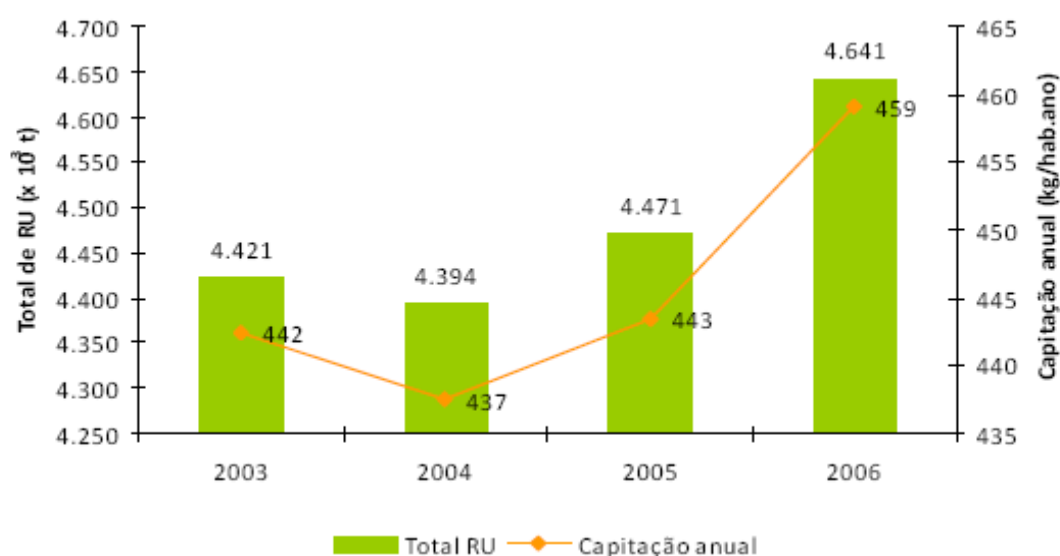


Figura 3 Evolução da geração total e da capitação de RU em Portugal Continental (2003-2006), (Fonte: INE; SGIR)

Numa perspectiva evolutiva tem-se verificado um aumento significativo da produção de resíduos sólidos urbanos na última década, de acordo com estimativas efectuadas pela Direcção Geral do Ambiente presentes no estudo da produção de resíduos sólidos urbanos a que se pode acrescentar o valor de produção calculado para 1993.

Tabela 1 Estimativas de produção de resíduos sólidos urbanos em Portugal

	1980	1987	1990	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Produção (10 ⁶)	1.946	2.627	2.969	3.149	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
Capitação (kg/hab.dia)	0.573	0.707	0.766	0.925	0.960	0.990	1.020	1.050	1.08

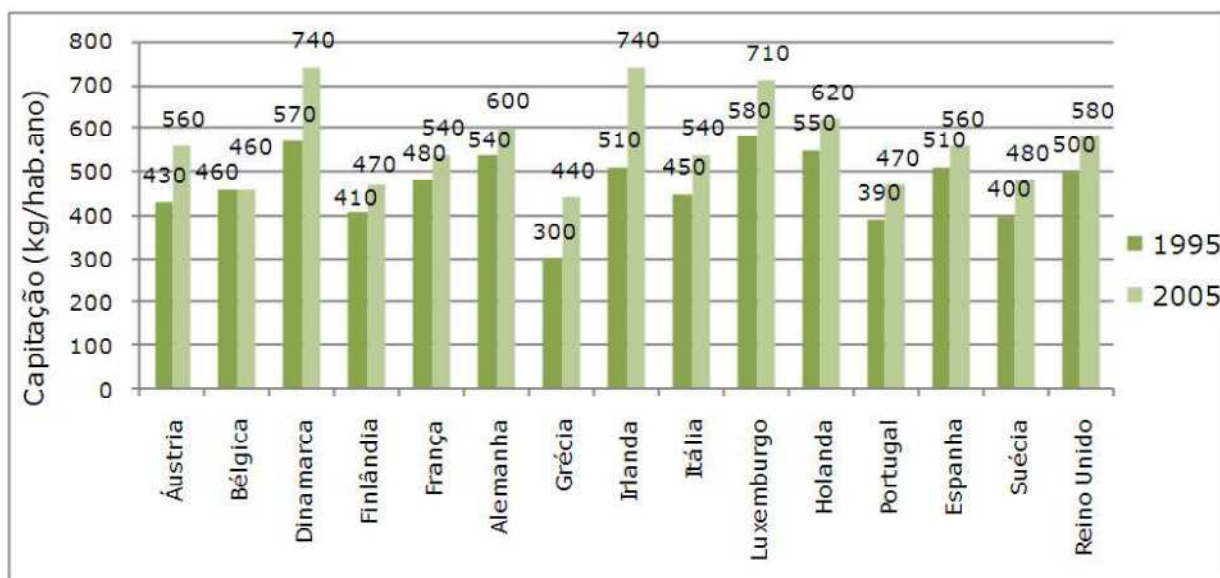
Analisando a evolução da produção de resíduos sólidos urbanos parece que há um aumento de cerca da 100g/ habitante dia no valor de capitação, segundo dados de 1980 a 1998.

Um dos factores que tem sido apontado como responsável pelo crescimento de RU *per capita* é a diminuição, registada nos últimos anos, na dimensão do agregado familiar, o que originou uma maior taxa de consumo e, conseqüentemente, uma maior taxa de produção de RU, ambos *per capita*.

Muitos outros factores são responsáveis por esta situação, podendo-se destacar o aumento do sector terciário (com o incremento da utilização de papel nas empresas devido aos meios informáticos), a crescente urbanização, as mudanças nos padrões de consumo e estilos de vida e as políticas de redução e valorização de resíduos.

Em termos comparativos, a Tabela 2 permite visualizar alguns dados sobre a produção de RU e respectiva evolução, em alguns países, incluindo Portugal.

Tabela 2 Produção per capita de resíduos sólidos urbanos (RSU) na Europa, em 1995 e 2005 (OCDE, 2006-07)



Verifica-se uma produção elevada de resíduos, tendo, na maior parte dos países, aumentado nos últimos anos, como se pode observar na Tabela 2, o nosso País não é excepção.

Em Portugal, cada cidadão produzia em 2005, em média, 1.29 kg de resíduos por dia, ou seja, uma família de 4 pessoas produz cerca de 5 kg por dia, o que no final de um ano corresponde, aproximadamente, a 1.8 toneladas. Isto significa que cada um de nós produz, por ano, uma quantidade de resíduos 8 vezes superior ao seu peso.

3.5 Composição e evolução

A composição dos resíduos define-se como sendo a sua caracterização analítica, podendo ser física, química ou específica (Lobato Faria et al.; 1997).

Numa comunidade a composição de RU varia com determinados factores, na globalidade, os mesmos que induzem variações na produção de resíduos, verificando-se também alterações temporais.

Na Figura 4 pode-se observar a respectiva composição. Verifica-se que as maiores componentes correspondem aos materiais fermentáveis (como os restos da preparação de refeições) e ao papel e cartão. Esta informação é importante para se saber, por exemplo, se é viável implementar a reciclagem de alguns materiais (e.g. papel e cartão).

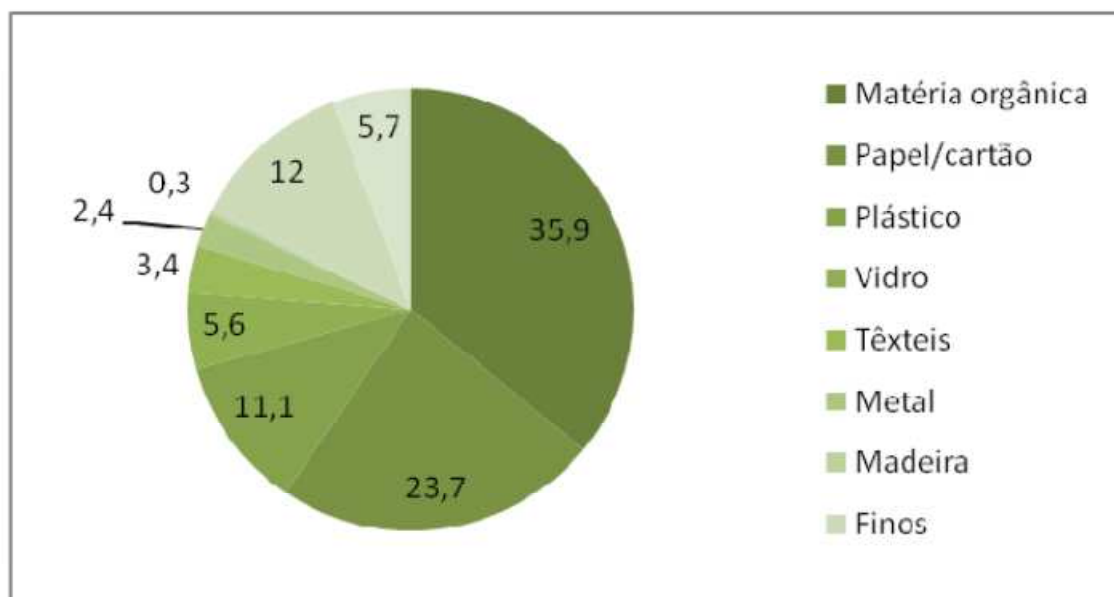


Figura 4 Composição física típica de RSU em Portugal (APA,2008)

Tabela 3 - Comparação entre a composição física dos RSU de dois concelhos (Fonte: Adaptado do PERSU,1996).

Concelhos	Papel/ cartão	Vidro	Plástico	Metais	Matéria fermentável	Têxteis	Finos	Outros
Odemira	19,0	6,4	9,6	2,3	42,5	1,9	15,1	2,0
Cascais	33,8	4,4	14,4	3,6	27,9	2,2	11,0	2,8

Para além da produção e composição, os resíduos sólidos urbanos são também caracterizados através de outros parâmetros dos quais se salientam:

- Peso específico (kg/m³)
- Humidade (%)
- Poder calorífico (Kcal/Kg)
- Análise elementar

3.6 Peso Específico

O Peso Específico é um parâmetro determinado na análise física da amostra que diz respeito à quantidade de resíduos (em peso) que é possível armazenar por unidade de volume. Este parâmetro permite estimar o volume ocupado pelos resíduos sólidos urbanos, sendo essencial para se efectuar o dimensionamento dos equipamentos e das infra-estruturas relacionadas com a gestão dos resíduos.

3.7 Humidade

Os resíduos sólidos contêm uma grande quantidade de água que varia com a localização geográfica, com as condições atmosféricas e com a estação do ano.

O teor de humidade médio das amostras provenientes da recolha indiferenciada de resíduos e resultante de campanhas de caracterização em Portugal, varia entre 28% e 50%, sendo o valor médio apurado de 39%. Os componentes putrescíveis são aqueles que possuem maior poder de retenção de água, incluindo-a na sua constituição. Verifica-se que, nos resíduos putrescíveis, esta percentagem é de 60/62%, nos têxteis sanitários ronda os 47% e nos finos, cerca de 43%. No outro extremo situam-se os incombustíveis não especificados, com cerca de 5% e o vidro, com cerca de 2%.

A percentagem de água tem uma influência significativa sobre o poder calorífico dos resíduos, bem como sobre a velocidade de decomposição dos materiais fermentáveis. A determinação da quantidade de água que os resíduos contêm é por isso, importante, devendo a sua caracterização ser feita para a amostra “tal qual” e que a amostra seca, para se determinar a sua composição elementar.

3.8 Poder calorífico

O poder calorífico dos resíduos sólidos é a quantidade de calor libertado na combustão completa de um quilograma ou de um metro cúbico de um combustível (ex.: massa de resíduos brutos) expresso em Kjoules kg^{-1} , KJ m^{-3} .

Grande parte dos combustíveis contêm H_2 e H_2O , pelo que durante a sua combustão aparece água, como produto dessa combustão, ou por já existir no próprio combustível. Esta água pode manter-se no estado de vapor ou pode ser condensada.

Conforme o estado físico em que ela termine, obtém-se o Poder Calorífico Superior (PCS – estado líquido) ou Poder Calorífico Inferior (PCI – estado de vapor) ou seja:

- Poder Calorífico Superior (PCS) – admite que o vapor de água formado retorna ao seu estado inicial, que é o mesmo que dizer que volta a condensar-se (circuito fechado),
- Poder Calorífico Inferior (PCI) - O vapor de água formado escapa-se com os gases de combustão pela chaminé. O calor de vaporização não é restituído (circuito aberto). É o PCI que caracteriza a aptidão dos resíduos a serem incinerados.

Pode acrescentar-se que o PCI dos RSU tem vindo a aumentar ao longo dos anos, devido ao aumento de componentes de celulose e matérias plásticas, com elevado poder calorífico. Os valores extremos variam, em regra, entre 4.500KJ kg⁻¹ no Inverno e 7.200KJ Kg⁻¹ no Verão para o PCI.

3.9 Análise elementar

Tipicamente esta análise envolve a determinação da percentagem de C (carbono), H (hidrogénio), O (oxigénio), N (azoto), S (enxofre), cinzas e, por vezes, compostos halogenados, presentes na massa de resíduos. Podendo igualmente possibilitar uma caracterização da composição química da fracção orgânica existente nos RU. A determinação destes elementos é fundamental, por exemplo, para avaliar as emissões nos processos de incineração e definir as condições mais apropriadas para a degradação microbiológica nos processos de compostagem. Neste último caso, tem especial interesse a determinação da relação C/N, ou seja, a razão entre os teores em carbono e azoto.

Os resíduos sólidos contêm um número muito elevado de microrganismos termófilos por grama, que entram rapidamente em fermentação. A temperatura eleva-se e mantém-se entre os 60 e 70 °C, o que provoca a destruição dos elementos patogénicos. A determinação da relação carbono/azoto (C/N), permite avaliar o estado de evolução da fermentação dos resíduos.

Para se poder avaliar os processos de tratamento (ou valorização) mais adequados às características dos resíduos, é conveniente determinar numerosos parâmetros. A maior parte destes parâmetros devem ser objecto de um controlo regular sobre a matéria (resíduos) que entra nos sistemas de tratamento e durante o próprio processo (incluindo o controlo dos resíduos e emissões produzidas).

	Processo	
Incineração	Compostagem	Biometanização
Teor em elementos combustíveis	Temperatura	Humidade
Teor em inertes	Humidade	Temperatura
Teor em cinzas	pH	pH
Humidade	Salinidade	Potencial redox
PCI	Relação C/N	Relação C/N
Teor em azoto(N ₂) e dióxido de carbono (CO ₂)	Nitrato (NO ₃)/azoto amoniacal (NH ₄ ⁺)	Hidróxido de carbono (HCO ₃)
Metais pesados	Teor em matéria orgânica	Teor em celulose
Cloro (Cl) e flúor (F)	Teor em elementos facilmente biodegradáveis (amido,celulose,lenhina)	Teor em elementos xenobioticos
Substâncias complexas (dioxinas,furanos,hidrocarbonetos)	Teor em elementos xenobioticos	Metais pesados (Cu, Zn, Cd, Hg,Pb9)
	Metais pesados	

Quadro 4 - Parâmetros físico-químicos a determinar em função do processo de tratamento dos RU (adaptado de Maystre et. al. 1994)

De acordo com Lobato Faria (et. al. 1997) em Portugal apenas em casos pontuais se realiza a caracterização da composição química dos RU, mesmo em relação aos parâmetros mais genéricos, pelo que não existem dados representativos da situação nacional.

3.10 Metodologia para a quantificação e caracterização física dos resíduos

A quantificação e caracterização dos RU é da responsabilidade das Câmaras Municipais e é obrigatória em Portugal, desde a publicação da Portaria nº768/88, de 30 de Novembro, que define o Mapa de Registo de Resíduos Sólidos Urbanos.

Pela referida legislação as Câmaras Municipais deviam proceder anualmente à organização e actualização dos Mapas de Registo, até 15 de Fevereiro do ano imediato aquele a que se reportam os dados, enviando os documentos às autoridades competentes (Direcções Regionais do Ambiente), que depois de emitir parecer os enviam até 15 de Março ao Instituto dos Resíduos.

Na actualidade os Mapas de Registo de Resíduos Sólidos Urbanos designa-se por SIRAPA (Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente).

Este sistema está disponível através de um portal da internet de acesso reservado a utilizadores representantes de organizações ou responsáveis de estabelecimentos/instalações com obrigações legais no âmbito de ambiente.

Encontram-se registados no SIRAPA todos os que estavam no SIRER (Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos) e SIPO (Suporte Electrónico para a Interacção de Pessoas e Organizações).

Com o SIRAPA a Agência Portuguesa do Ambiente proporciona uma plataforma de comunicação com as entidades clientes e parceiras no âmbito dos vários enquadramentos ambientais.

As entidades registadas poderão vir a submeter a informação ambiental a que estão obrigadas pela lei, a efectuar pedidos de informação ou de licenciamento e consultar o estado da sua resolução ou resposta, aceder á sua informação sobre pagamentos, entre outros.

Todas as entidades jurídicas de direito público ou privado com obrigações legais no âmbito do Ambiente, devem estar registadas, designadamente as que por via da posse ou exploração de estabelecimentos ou instalações se enquadrem nessa situação, como é o caso de todas as que estavam obrigadas ao SIRER, PRTR, REGEE, passam a autenticar-se e a aceder aos formulários e demais informação através do SIRAPA.

Embora o SIRAPA integre a maior parte da informação anteriormente existente no SIRER e no SIPO é necessário efectuar um novo registo dos utilizadores no sistema se ainda não o tinha feito, mas passou a estar legalmente abrangido, deve proceder de igual modo ao registo.

O preenchimento dos formulários do SIRAPA é uma obrigatoriedade legal, em que tem de ser elaborado até ao dia 31 de Março do ano seguinte em questão.(Consultar anexo 2)

Os municípios em que todos os resíduos recolhidos são encaminhados para uma instalação de tratamento, valorização ou eliminação, possuindo báscula à entrada, é possível determinar os quantitativos anuais de uma forma bastante precisa, bastando para tal somar as quantidades de RU transportadas pelos veículos que dão entrada diariamente nessas instalações. Não se verificando esta situação, há que estipular um programa de amostragem anual para quantificar os RU produzidos. Em qualquer dos casos é sempre necessário realizar uma campanha de caracterização.

Os principais passos para o planeamento de uma campanha de caracterização dos RU, são os seguintes:

- 1º. Definir as fronteiras da área a caracterizar (e.g. bairro, freguesia, concelho, região);
- 2º. Adoptar um método para a recolha de amostras que garanta a representatividade dos resultados, devido à variabilidade nas quantidades e composição dos resíduos. Um método bastante aceite é o método de amostragem aleatório estratificado, que consiste em dividir a área a caracterizar em zonas o mais homogéneas possível, tomando como principais critérios de diferenciação: tipo de habitação (e.g. moradias, prédios baixos, prédios altos), o estrato socio-económico predominante dos residentes (e.g. baixo, médio, elevado), ao tipo e frequência da recolha de RU (e.g. individual, colectivo, diário ou não) e o tipo e densidade das actividades económicas existentes (e.g. habitação, comércio, serviços, industria, misto).
- 3º. Seleccionar e definir circuitos de recolha de amostras de RU representativos de cada uma das zonas homogéneas identificadas;
- 4º. Definir três aspectos básicos, após estarem delimitadas as áreas homogéneas e seleccionados os respectivos circuitos de recolha de RU:
 - a) O grau de representatividade que se pretende;
 - b) A quantidade de amostras que devem ser recolhidas por área homogéneas para atingir os níveis requeridos para a fidelidade dos resultados;
 - c) A dimensão (em peso) que deverá ter cada amostra.

O segundo e terceiro aspectos são particularmente importantes porque a separação dos resíduos requer muita mão-de-obra e tempo, ou seja, é bastante dispendiosa (LeRoy et al. 1992) estimaram que são necessárias 16 pessoas para separar 1600kg/dia de RU em 12 categorias;

5º. Programar uma calendarização anual da campanha de caracterização dos RU, estabelecendo, para cada circuito representativo, o número de vezes em que se vai recolher os RU para amostra e os meses e dias da semana em que se efectuam os circuitos representativos de cada grupo homogéneo. As regras básicas para a programação desta calendarização consistem em escolher meses representativos de cada uma das estações do ano e semanas alternadas e sem feriados. Além disso, evitar a realização simultânea de duas ou mais

caracterizações de circuitos diferentes, devido às dificuldades práticas em organizar os meios e recursos necessários;

6º Organizar os meios humanos e materiais para a realização das campanhas, caso estas se efectuem com os recursos do município, ou contactar uma empresa devidamente credenciada para o efeito.

De uma forma geral, em relação aos meios humanos são necessários um responsável pela campanha, um motorista e dois cantoneiros, um operador de báscula e pelo menos quatro cantoneiros para a separação por componentes dos resíduos da amostra. Em relação aos materiais, destacam-se os boletins de pesagens e de análises, um veículo de recolha, uma báscula, um local pavimentado para a realização da mistura dos resíduos, um local abrigado, arejado e bem iluminado para a operação de separação dos componentes, uma pá carregadora para mistura dos resíduos, recipientes de capacidade conhecida para determinação do peso específico, um crivo em rede metálica com malha de 20x20mm, recipientes para colocação dos vários componentes, balança com estrado e material de protecção do pessoal (fato-macaco, máscara, luvas e botas de borracha).

O número de amostras, de cada zona homogénea, necessário para uma amostragem representativa da totalidade dos RU é função da variabilidade esperada da composição dos resíduos e do grau de fidelidade requerido.

O parâmetro utilizado para estimar a variabilidade das medições das amostras é o desvio padrão. Por este motivo, antes de se iniciar um programa de amostragem para caracterização física dos resíduos é aconselhável estimar, ou inferir de outros estudos, o desvio padrão do(s) componente(s) dos resíduos que se pretende(m) estimar com maior precisão (Diaz et al.; 1993). Os procedimentos estatísticos a realizar para a determinação do número de amostras a recolher e da quantidade mínima por amostra, encontram-se descritos em vários livros de estatística elementar.

Foi com base numa análise estatística efectuada à variabilidade dos RU produzidos nos municípios urbanos e rurais que se estipulou, para o caso português, os seguintes critérios constantes de Documento Técnico n.º1 (DGQA, 1989):

Campanha de quantificação de RU

- Num município urbano os resíduos recolhidos devem ser pesados durante uma semana em cada dois meses. Em municípios rurais, não constituídos em associação, o número de pesagens reduz-se para uma semana em cada estação do ano.

Campanha de caracterização de RU

- Num município urbano a frequência de recolha para amostra é de 24 vezes por ano. Num município rural 10 a 12 vezes por ano (consoante a recolha se realize 5 ou 6 dias por semana) ou 6 a 8 vezes por ano nos restantes casos.
- As quantidades de RU a recolher para a amostra podem variar entre 2 a 3.5 toneladas, devendo esta quantidade ser obtida ao longo de toda a extensão do circuito seleccionado como representativo de uma zona homogénea. Depois de devidamente misturados, a quantidade mínima de RU a retirar para análise da composição física deve situar-se entre 500 a 875kg.

Na prática, devido ao facto da caracterização dos resíduos se realizar manualmente, o que representa um enorme esforço em termos de tempo e mão-de-obra requerida, vários autores admitem a necessidade de se reduzir o tamanho das amostras, aceitando um peso mínimo compreendido entre 100 e 200kg (Maystre et al., 1994;Diaz et al;1993;Tchobanoglous et al.;1993).De acordo com Leroy et al.(1992), a quantidade mínima de amostra, para assegurar uma precisão de 10%,é de 100 a 130kg,sendo 12 o número mínimo de amostragens necessárias para obter uma estimativa da variância dos resíduos produzidos em zonas com características homogéneas.

Exemplo. Campanha de quantificação de RU (DGQA,1989)

De acordo com uma calendarização previamente definida para um determinado circuito homogéneo, efectuaram-se num ano 6 pesagens semanais, sendo a quantidade total de resíduos recolhidos nessas semanas de 2100t. Estime a quantidade de RU recolhidos anualmente neste circuito.

Utilize a seguinte expressão:

$$U= S/(7*N)*Z$$

Sendo:

U= quantidade de RU recolhidos anualmente (t)

S= soma da quantidade de resíduos recolhidos nas semanas de pesagem(t)

N= número de semanas com pesagens

Z= número de dias do ano (=365)

Aplicando os dados do exemplo, a quantidade de resíduos recolhidos nesse ano foi de 18250t.

4 Prevenção, Redução e Reutilização

A actual produção de grandes quantidades de RU e o aumento da sua perigosidade, reforçam, a nível mundial e europeu, o problema da sua gestão e, muito em particular, a difícil tarefa de inversão das tendências de crescimento. Neste contexto, a prevenção surge como uma possível solução, estando no topo da hierarquia das prioridades estabelecidas pela União Europeia, e também a nível nacional em princípio no PERSU I e actualmente no PERSU II.

Podemos definir prevenção, em sentido lato, como englobando todo o género de actividades, ou grupos de actividades, que tenham por finalidade evitar consequências nefastas, para a saúde e para o ambiente, provenientes dos resíduos em si mesmo e de qualquer operação ou processo do seu tecnossistema de gestão.

Assim a forma, a noção de prevenção está também estreitamente relacionada com os conceitos de saúde pública e de saúde ocupacional. Esta estratégia requer o envolvimento de diferentes agentes económicos e parceiros sociais em políticas e acções concertadas, baseadas no princípio da responsabilidade partilhada.

As actividades de prevenção necessitam ser motivadas por políticas e estratégias, definidas pelo governo e repercutidas em planos regionais, locais e sectoriais, e só se conseguem obter resultados satisfatórios se forem inseridas em programas apropriados. Esses programas têm por objectivo, normalmente, o cumprimento de metas em prazos previamente estabelecidos e contêm propostas de actividades tendentes a facilitar esse cumprimento.

Por outro lado podemos igualmente definir prevenção, em sentido estrito, como um principio de gestão baseado na minimização da quantidade e/ou perigosidade dos resíduos, através:

- De utilização de matérias-primas sem ou com menor quantidade possível de elementos poluentes
- Da modificação do processo produtivo (quando aplicada á industria)
- Da substituição ou modificação dos produtos por outros ambientalmente compatíveis
- Da reutilização dos RU, em particular resíduos de embalagens.

Podemos ainda considerar que a prevenção engloba três níveis de actuação: prevenção primária, secundária e terciária.

A prevenção Primária refere-se às políticas, programas e acções tendentes a evitar, na origem, a produção de resíduos e/ou a sua perigosidade para o homem e para o ambiente. O que significa que pretende reduzir a quantidade ou a perigosidade dos resíduos.

Compreende três vertentes diferentes, embora complementares e passíveis de serem aplicadas em simultâneo, a eliminação (colocando alguns produtos fora do circuito, em geral por razões relacionadas com o perigo que o seu uso pode ter para a saúde), a redução (engloba dois aspectos, o quantitativo e o qualitativo) e a reutilização (utilizando repetidamente bens e produtos).

A prevenção Secundária engloba acções destinadas a evitar os problemas potenciais resultantes do funcionamento dos tecnossistemas de gestão de RU. Procurando privilegiar, por um lado, o mínimo contacto dos resíduos com os seres humanos (trabalhadores do sistema ou público em geral) e, por outro lado, evitando que o impacte dos resíduos nos diversos elementos do ambiente, biofísico ou social, se torne muito negativo ou mesmo insustentável.

Prevenção Terciária tem como principal objectivo não permitir que sejam confinados resíduos passíveis de valorização, além de pretender a supressão ou minimização dos efeitos, no ambiente, dos resíduos a confinar.

A prevenção inclui, também, as intervenções que promovam a reciclagem de matérias. Contudo, é normalmente proposta como termo que engloba a redução na origem, das quantidades e/ou perigosidade dos RU, a reutilização de bens de consumo e o bom enquadramento ambiental, social e de saúde pública do funcionamento dos sistemas de gestão de resíduos.

Assim sendo o conceito abrange o de redução, e este engloba o de reutilização, mas os três têm significado próprio e um lugar específico na gestão de resíduos.

4.1 Redução na fonte

O termo “redução na fonte” tem suscitado algumas dúvidas, nomeadamente relacionadas com o significado de outros termos como “redução de resíduos” e “reciclagem”. Mas considerando a definição apresentada pelo PERSU II ou seja, a redução da quantidade/perigosidade dos resíduos, no local onde são gerados, antes de entrarem no sistema de recolha.

A redução na fonte consiste então num conceito que se aplica a consumidores e a produtores. Os consumidores têm um papel duplo, o de consumidores de bens e serviços e o de produtores

de RU. Enquanto consumidores devem adoptar padrões de consumo mais sustentáveis, incentivando, através das suas opções de compra, a produção de produtos mais limpos e dinamizando o respectivo mercado. Enquanto produtores de RU cabe-lhes colocar em prática medidas que minimizem a produção dos resíduos originados pelos produtos que consomem.

Já para os produtores de bens de consumo a minimização de resíduos pode ocorrer a diversos níveis, tais como, redução na fonte, reutilização reciclagem interna, boas praticas, alterações das matérias-primas, alterações tecnológicas e do produto, retro-reparação e processos mais limpos.

4.2 Reutilização

O processo de reutilização pode ser definido com a reintrodução, em utilização análoga e sem alterações, de substâncias, objectos ou produtos nos circuitos de produção e ou consumo, de forma a evitar a produção de resíduos.

A nível europeu incluindo a reutilização, sobretudo a das embalagens, possui já um certo historial. O material mais amplamente reutilizado é o vidro, embora em alguns países aconteça o mesmo com o plástico.

Ao longo dos últimos anos, tem-se verificado um decréscimo da reutilização de bens doméstico, devido á interacção de diversos factores, como a mudança dos padrões de consumo e a emergência de novas políticas comerciais, com um aumento das possibilidades de opção do consumidor.

Perante esta problemática, a União Europeia publicou uma directiva relativa à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, transporta para o direito nacional pelo DL n° 366-A/97, de 20 de Dezembro. Nesta directiva apenas foram estabelecidos objectivos e metas específicas para a valorização e reciclagem dos resíduos de embalagens, cada Estado-membro estabeleceu metas concretas, ou incentivos, para redução e reutilização. Portugal, pela Portaria n° 29-B/98, de 15 de Janeiro, define para embalagens reutilizáveis a forma de gestão e os níveis mínimos de reutilização.

Assim sendo e de acordo com a portaria n°29-B/98, os embaladores e os reponsaveis pela colocação de produtos no mercado nacional com embalagens reutilizáveis devem estabelecer um Sistema de Consignação que permita recuperar e reutilizar as suas embalagens depois de utilizadas pelos consumidores.

A consignação envolve a cobrança, no acto da compra, de um depósito que só pode ser reembolsado no acto de devolução; sendo o comerciante ou distribuidor obrigado a cooperar com o sistema, assim como, a assegurar a recolha das embalagens usadas.

As embalagens reutilizáveis têm de estar obrigatoriamente abrangidas por um Sistema de Consignação para Embalagens Reutilizáveis (de acordo com o disposto no Capítulo II da Portaria n.º 29-B/98, de 15 de Janeiro).

O embalador deverá garantir que o sistema de consignação aplicável a embalagens reutilizáveis funciona nos moldes previstos no Capítulo II do referido diploma.

É da responsabilidade dos:

- Embaladores e/ou responsáveis pela colocação de embalagens no mercado nacional de produtos embalados em reutilizável: as acções de recuperação e reutilização das suas embalagens e de recolha das embalagens armazenadas pelos distribuidores/comerciantes;
- Distribuidores/comerciantes: as acções referentes respectivamente à cobrança e reembolso ao consumidor de um depósito e armazenagem das embalagens usadas.

Muitos países têm o Sistema de Consignação aplicado a outros fluxos como: pilhas, baterias, pneus, veículos e electrodomésticos.

4.3 Produção de resíduos

Na Figura 5 apresenta-se a produção per capita de RSU na UE, que evidencia uma subida da capitação média de 490 kg/hab.ano em 1995 para 570 kg/hab.ano em 2005. Portugal encontra-se, ainda, um pouco abaixo destes valores, tendo a produção de RSU ao longo daquela década variado entre 390 e 470 kg/hab.ano.

Este aumento de capitação de RSU foi particularmente significativo em países como a Irlanda, a Dinamarca e a Grécia, realçando-se ainda a estabilização na capitação de RSU verificada na Bélgica.

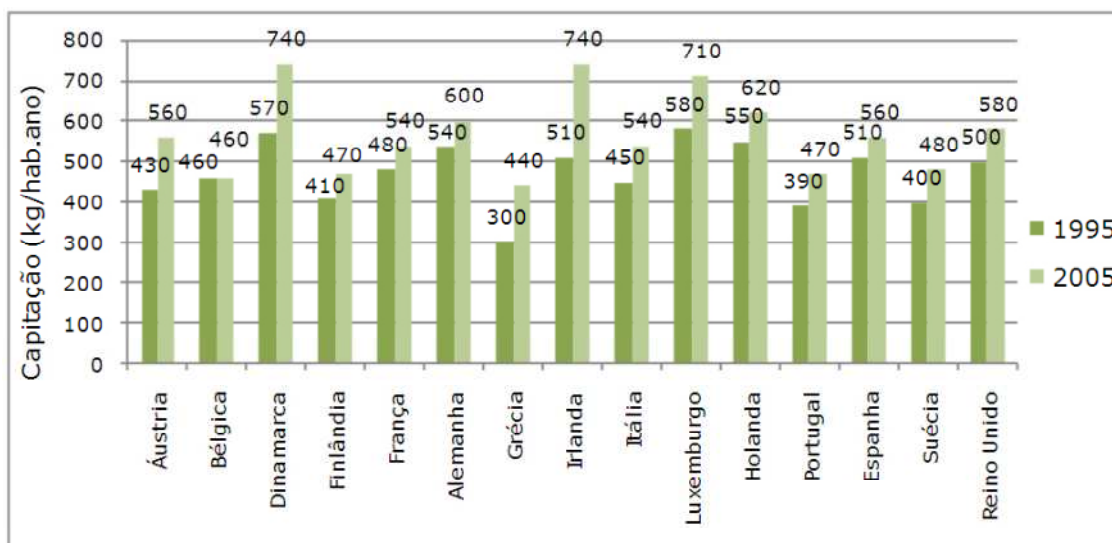


Figura 5 Produção per capita de RSU na Europa, em 1995 e 2005 (OCDE, 2006-07). (APA 2008)

A este aumento de capitação, encontra-se geralmente associado, um aumento dos quantitativos de RSU gerados. Entre 1995 e 2005, a evolução encontra-se apresentada na Figura 6.

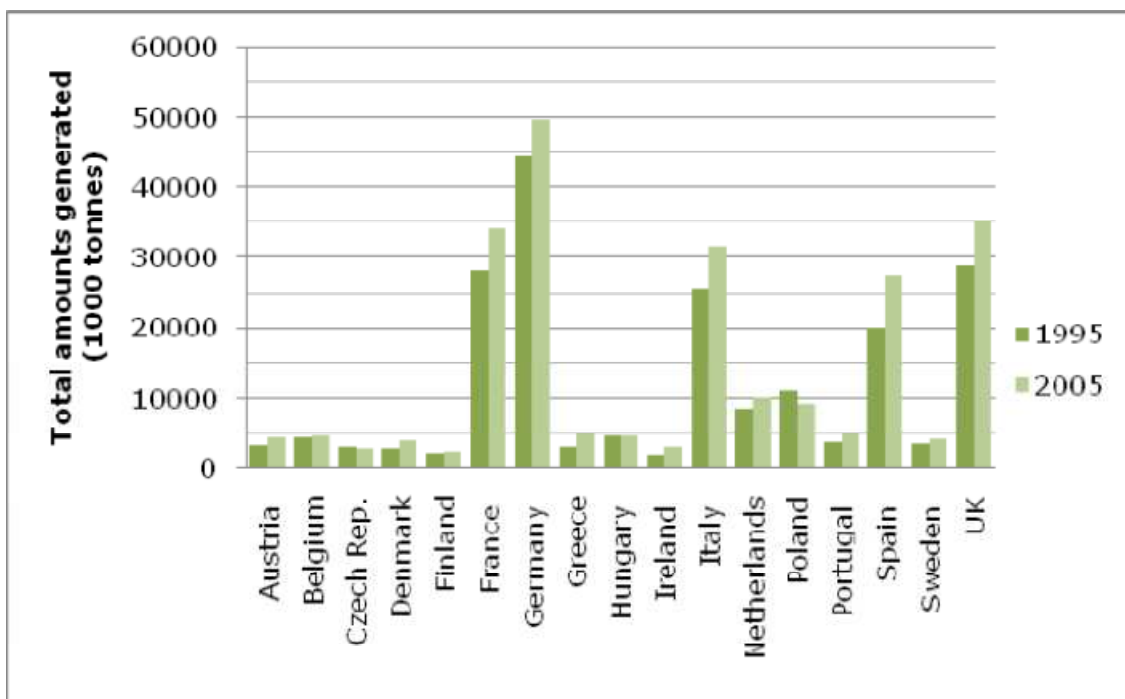


Figura 6 Produção de RSU na Europa, em 1995 e 2005 (OCDE, 2006-07). (APA 2008)

Esta tendência é preocupante, dado que associado à produção de resíduos, que pode ser um sintoma da utilização ineficiente de recursos, se verifica simultaneamente a libertação de emissões para a atmosfera, a água e o solo, bem como ruído e outros incómodos, que, no seu conjunto, contribuem para um aumento dos problemas ambientais e dos custos económicos associados à sua resolução.

Em termos nacionais e como se pode visualizar na Figura7, a produção de RSU é variável para os diferentes Sistemas de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, sendo da responsabilidade destas entidades a gestão dos RSU. Destaca-se que a produção de RSU é maior nas regiões litorais, o que resulta do facto de nestas áreas haver uma maior densidade populacional, bem como uma maior concentração de actividades económicas.

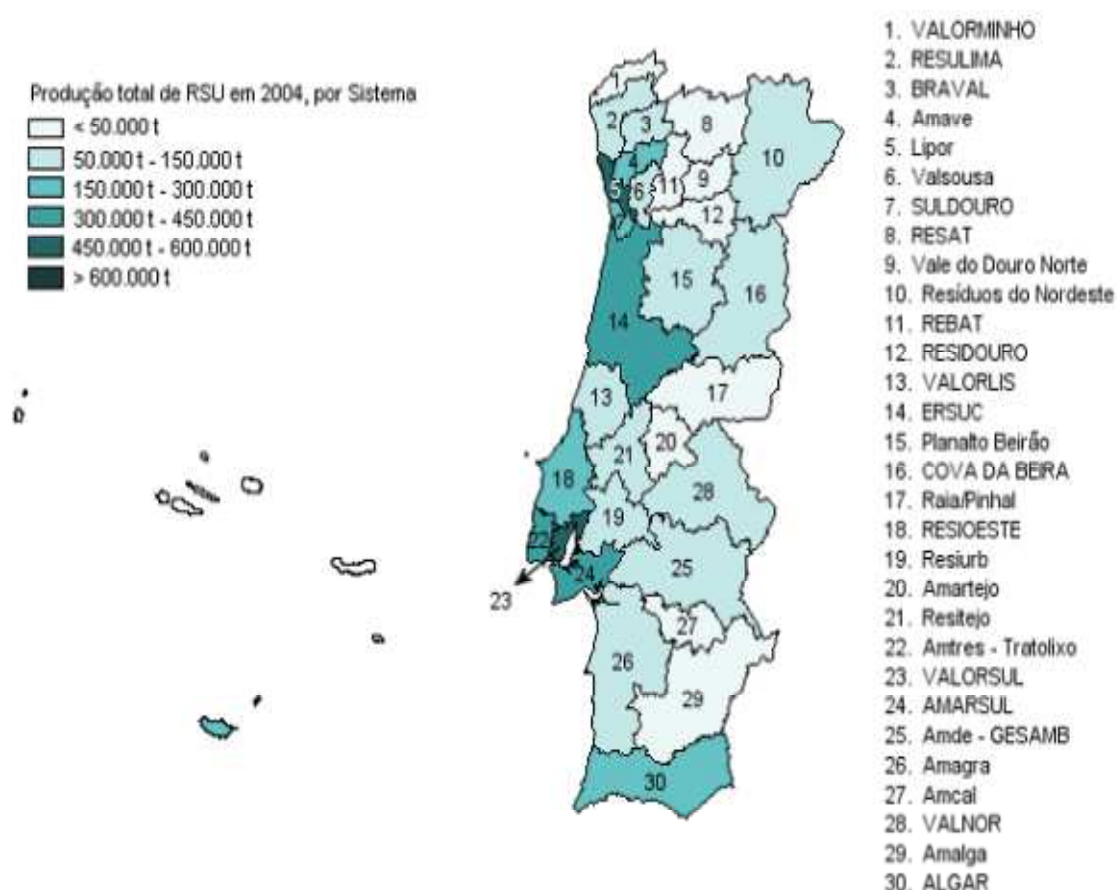


Figura 7 Produção total de RSU por Sistema de Gestão, em 2004 (INR). (APA 2008)

Entretanto, e com o rearranjo estratégico sofrido ao nível dos Sistemas de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, a situação evoluiu para 29 Sistemas (15 multimunicipais e 14 intermunicipais) configurados, em Dezembro de 2007, do seguinte modo:

- 1 - VALORMINHO
- 2 - RESULIMA
- 3 - BRAVAL
- 4 - Amave
- 5 - Lipor
- 6 - Valsousa
- 7 - SULDOURO
- 8 - RESAT
- 9 - Vale do Douro Norte
- 10 - Resíduos do Nordeste
- 11 - REBAT
- 12 - RESIDOURO
- 13 - VALORLIS
- 14 - ERSUC
- 15 - Ecobeirão
- 16 - ÁGUAS DO ZÊZERE E CÔA
- 17 - Raia-Pinhal
- 18 - RESIOESTE
- 19 - Ecolézria
- 20 - Resitejo
- 21 - Amtres
- 22 - VALORSUL
- 23 - AMARSUL
- 24 - Gesamb
- 25 - Ambilital
- 26 - Amcal
- 27 - VALNOR
- 28 - Resialentejo
- 29 - ALGAR



Figura 8 Sistemas de RSU em Dezembro 2007 (APA 2008)

Como se pode verificar na Tabela 4, a tendência manteve-se em 2005, com Sistemas como a LIPOR (Grande Porto) e VALORSUL (Grande Lisboa) onde se verificam as maiores produções de RSU, e outros como a AMCAL com o valor mínimo registado.

Tabela 4 Produção de RSU no continente em 2005 (APA, 2007). (APA 2008)

Região	Sistema	Produção de RSU em 2005 (t)
Norte	VALORMINHO	34.580
	RESULIMA	122.610
	BRAVAL	96.464
	AMAVE	175.559
	LIPOR	503.346
	VALSOUSA	125.604
	SULDOURO	175.161
	RESAT	37.820
	VALE DO DOURO NORTE	41.324
	RESÍDUOS DO NORDESTE	54.983
	REBAT	50.693
	RESIDOURO	34.745
	TOTAL	1.452.889
Centro	VALORLIS	115.026
	ERSUC	373.897
	PLANALTO BEIRÃO	124.233
	A. Zêzere e Côa	73.784
	RAIA PINHAL	37.106
	TOTAL	724.046
Lisboa e Vale do Tejo	RESIOESTE	195.800
	ECOLEZIRIA	62.033
	RESITEJO	88.833
	AMTRES	467.861
	VALORSUL	551.447
	AMARSUL	347.722
	TOTAL	1.713.696
Alentejo	AMDE	81.221
	AMAGRA	58.741
	AMCAL	13.287
	VALNOR	76.709
	RESIALENTEJO	47.068
	TOTAL	277.026
Algarve	ALGAR	301.663
	TOTAL	301.663
TOTAL CONTINENTE	4.469.320	

4.4 Gestão de resíduos e estratégias

A actual política de resíduos da União Europeia baseia-se na aplicação da designada “hierarquia de gestão de resíduos”. Isso significa que, preferencialmente, se deve optar pela prevenção e que os resíduos cuja produção não pode ser evitada sejam, preferencialmente, reutilizados, reciclados ou valorizados sempre que possível, sendo a sua eliminação em aterro reduzida ao mínimo indispensável. A eliminação é considerada a pior opção para o ambiente, dado implicar uma perda de recursos e poder transformar-se numa responsabilidade ambiental futura (CCE, 2005).

Na Figura 9 é apresentado o destino dos RSU nalguns Estados-membros, verificando-se grandes discrepâncias entre eles. Assim, coexistem no espaço europeu Estados-membros, como a Polónia, Hungria ou a Eslováquia, que reciclam menos (80-90% de deposição em aterro) e os que valorizam mais, como a Áustria, Alemanha e Países Baixos (entre 70-75% de valorização para os quais a reciclagem, incluindo a compostagem, contribui entre 40 a 60%).

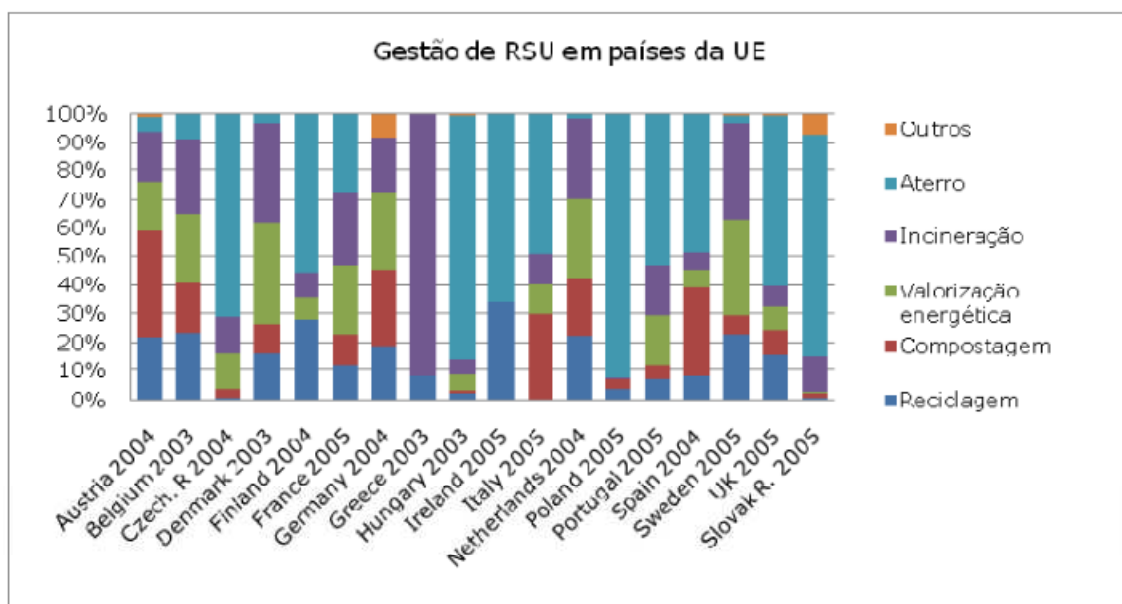


Figura 9 Gestão dos RSU nalguns Estados-membros. (APA 2008)

O Sexto Programa Comunitário de Acção em Matéria de Ambiente, para o período entre 2002 e 2012, vem reafirmar a “hierarquia de princípios de gestão de resíduos”. Dos quatro domínios de acção prioritários, destaca-se o relativo ao Uso Sustentável dos Recursos Naturais e à Prevenção e Reciclagem dos Resíduos. Este domínio de acção tem como objectivo garantir uma maior eficiência na utilização dos recursos e uma melhor gestão de recursos e resíduos, a fim de induzir padrões de produção e de consumo mais sustentáveis,

visando assegurar que o consumo de recursos renováveis e não renováveis não ultrapasse a capacidade de carga do ambiente (Decisão nº 1600/2002/CE, de 22 de Julho).

Para atingir estes objectivos, duas das sete estratégias temáticas do Sexto Programa de Acção em Matéria do Ambiente enquadram-se neste domínio de acção prioritário, a Estratégia Temática sobre o Uso Sustentável dos Recursos Naturais e a Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos. Além destes instrumentos de planeamento, devem também ser tidas em consideração a Política Integrada de Produtos e a Estratégia Comunitária para a Gestão de Resíduos (Resolução do Conselho, de 24 de Fevereiro de 1997, relativa a uma estratégia comunitária de gestão de resíduos (JO C 76 de 11.3.1997, p.1)).

Ao nível da UE, o quadro jurídico inerente à gestão de resíduos engloba legislação horizontal sobre resíduos, como sejam a Directiva-Quadro “Resíduos” (Directiva nº 2006/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril de 2006 (revisão aprovada por co-decisão em Junho 2008), a Directiva “Resíduos Perigosos” (Directiva nº 91/689/CEE do Conselho, de 12 de Dezembro de 1991) e o Regulamento sobre “Transferências de Resíduos” (Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho nº 1013/2006, de 14 de Junho de 2006.). Estes diplomas são complementados por legislação mais pormenorizada referente a operações de tratamento e eliminação de resíduos, como as Directivas “Aterros” (Directiva nº 1999/31/CE do Conselho, de 26 de Abril de 1999.) e “Incineração” (Directiva nº 2000/76/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de Dezembro de 2000), e a legislação que regulamenta a gestão de fluxos especiais de resíduos, algumas com objectivos de reciclagem e valorização definidos, como se verifica, nomeadamente para os resíduos de embalagens e para os veículos em fim de vida.

A legislação europeia foi transposta para o direito interno, sendo as regras gerais a que está sujeita a gestão de resíduos em território nacional estabelecidas pelo Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de Setembro. Este diploma tem como objectivo contribuir para a prevenção e redução da produção ou nocividade dos resíduos, nomeadamente através da reutilização e da alteração dos processos produtivos, por via da adopção de tecnologias mais limpas, bem como da sensibilização dos agentes económicos e dos consumidores.

No âmbito do Decreto-Lei anterior, também denominado Lei-Quadro de Resíduos, encontrasse prevista a elaboração dos seguintes planos de gestão de resíduos:

- Plano Nacional de Gestão de Resíduos (em elaboração), estabelece as orientações estratégicas de âmbito nacional da política de gestão de resíduos e as regras orientadoras da disciplina a definir pelos planos específicos de gestão de resíduos, no sentido de garantir os princípios gerais da gestão de resíduos, bem como a constituição de uma rede integrada e adequada de instalações de valorização e eliminação de todo o tipo de resíduos, tendo em conta as melhores tecnologias disponíveis com custos economicamente sustentáveis;
- Planos específicos de gestão de resíduos, que concretizam o plano nacional de gestão de resíduos em cada área específica de actividade geradora de resíduos, estabelecendo as respectivas prioridades a observar, metas a atingir e acções a implementar e as regras orientadoras da disciplina a definir pelos planos multimunicipais, intermunicipais e municipais de acção. Fazem parte deste grupo de Planos:
 - ✓ PERSU II- Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos;
 - ✓ PESGRI'01 - Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais;
 - ✓ PERH - Plano Estratégico de Resíduos Hospitalares (em revisão);
 - ✓ PERAGRI - Plano Estratégico de Resíduos Agrícolas;
- Planos multimunicipais, intermunicipais e municipais de acção, estes planos definem a estratégia de gestão de resíduos urbanos e as acções a desenvolver pela entidade responsável pela respectiva elaboração quanto à gestão deste tipo de resíduos, em articulação com o plano nacional e o plano específico de gestão de resíduos urbanos. Os planos multimunicipais e intermunicipais são elaborados pelas entidades gestoras dos respectivos sistemas de gestão. Por sua vez, a elaboração dos planos municipais de acção pelos municípios é facultativa.

A Estratégia Nacional para a Redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis destinados a Aterros surge no âmbito da Directiva “aterros”, transposta pelo Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio, e tem como objectivo levar ao cumprimento das metas estabelecidas na referida directiva, através da diminuição da deposição dos resíduos urbanos biodegradáveis em aterro.

4.5 Prevenção de resíduos

Tanto a nível nacional, como europeu, a prevenção de resíduos tem sido o objectivo primordial em matéria de gestão de resíduos. Contudo, os progressos são limitados na transposição deste objectivo para acções práticas, o que está relacionado com o potencial para

a prevenção de resíduos depender de uma série de factores, como, por exemplo, do crescimento económico e da adopção pelos operadores económicos das melhores práticas para a redução dos resíduos.

A prevenção só pode ser conseguida influenciando decisões práticas tomadas em várias fases do ciclo de vida dum produto, nomeadamente o modo como o produto é concebido, fabricado, disponibilizado ao consumidor e finalmente utilizado. A produção de RSU é também afectada pelo comportamento dos consumidores, relacionado com a estrutura social, o rendimento individual e a riqueza da sociedade (CCE, 2005).

A nível europeu, foram adoptadas em 2005 as duas estratégias, anteriormente referidas, a Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos e a Estratégia Temática sobre o Uso Sustentável dos Recursos Naturais, que em conjugação com outras importantes ferramentas como a Política Integrada de Produto e a Directiva “Prevenção e Controlo Integrados da Poluição”, (Directiva nº 96/61/CE do Conselho, de 24 de Setembro de 1996, relativa à Prevenção e Controlo Integrado da Poluição, transposta pelo Decreto-Lei nº 194/2000, de 21 de Agosto).

Designação	Descrição	Para mais informação
<p>Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos</p>	<p>É uma das sete estratégias temáticas mencionadas no Sexto Programa de Acção em Matéria do Ambiente. Pretende contribuir para que a UE, a longo prazo, se torne uma sociedade da reciclagem, que procure evitar a produção de resíduos e que utilize os resíduos como um recurso. Torna-se para isso necessário uma combinação de medidas de promoção da prevenção, reciclagem e reutilização dos resíduos, de modo que seja possível uma redução optimizada do impacte acumulado ao longo do ciclo de vida dos recursos, incluindo uma ênfase renovada na plena implementação da legislação em vigor, tal como na sua simplificação e renovação, além da introdução do conceito de ciclo de vida na política de resíduos.</p>	<p>Página UE: http://ec.europa.eu/environment/waste/strategy.htm</p>
<p>Estratégia Temática sobre o Uso Sustentável dos Recursos Naturais</p>	<p>É uma das sete estratégias temáticas mencionadas no Sexto Programa de Acção em Matéria do Ambiente. Tem como objectivo estabelecer um quadro e adoptar medidas que permitam utilizar os recursos naturais de forma sustentável sem continuar a degradar o ambiente. Assenta nos próprios recursos, na influência das actividades humanas e nas acções já desencadeadas. Abrange o conjunto do ciclo de vida dos recursos naturais, desde a sua extracção até à sua eliminação final sob a forma de resíduos.</p>	<p>Página UE: http://ec.europa.eu/environment/natres/index.htm</p>
<p>Política Integrada dos Produtos</p>	<p>Trata-se de uma estratégia de reforço e de reorientação das políticas ambientais em matéria de produtos, com vista a fomentar o desenvolvimento de um mercado favorável à comercialização de produtos mais ecológicos e, por fim, a promover um debate público sobre este tema. Pretende uma melhoria contínua da <i>performance</i> ambiental dos produtos e serviços, no contexto do ciclo de vida. É uma forma de encorajar o desenvolvimento de produtos e serviços ecologicamente mais sustentados e de reduzir os impactes negativos no ambiente.</p>	<p>Página UE: http://ec.europa.eu/environment/ipp/home.htm</p> <p>Página da Agência Portuguesa do Ambiente: http://www.apambiente.pt/INSTRUMENTOS/PIP/Paginas/default.aspx</p>

Directiva "Prevenção e Controlo Integrados da Poluição"	A União Europeia definiu através da Directiva nº 96/61/CE, do Conselho, de 24 de Setembro, as obrigações a cumprir pelas actividades industriais e agrícolas de forte potencial poluente. Para tal, estabeleceu um procedimento de licenciamento dessas actividades e definiu exigências mínimas a incluir em todas as licenças, nomeadamente em termos de emissões de substâncias poluentes. O objectivo é evitar ou reduzir as emissões poluentes para a atmosfera, a água e o solo, bem como os resíduos provenientes das instalações industriais e agrícolas, de modo a alcançar um nível elevado de protecção do ambiente. Em Portugal esta temática é acompanhada pela Agência Portuguesa do Ambiente.	Página da UE: http://eur-lex.europa.eu/pt/legis/index.htm Página da Agência Portuguesa do Ambiente: http://www.apambiente.pt/Instrumentos/LicenciamentoAmbiental/Paginas/default.aspx
--	--	--

Quadro 5 Síntese das políticas e estratégias relacionadas com a prevenção de resíduos (APA 2008)

5 Sistemas de recolha e de transporte de resíduos

5.1 Conceitos gerais

O processo da gestão de resíduos gera-se com a sua produção. Embora se procure incentivar práticas de redução e de reutilização na fonte, a sua eliminação é impossível. ¹Uma vez produzidos, os resíduos têm que ser depositados, recolhidos e transportados, do local onde são produzidos, para o local onde serão processados, tratados, valorizados ou confinados.

A deposição¹ pode entender-se como o conjunto de operações envolvendo a armazenagem domiciliária de RU e a sua colocação em recipientes, em condições de serem removidos. Recolha é a operação efectuada por pessoal e/ou equipamento especialmente adequado para esse fim, mediante a transferência dos resíduos, incluindo ou não os recipientes, para as viaturas de recolha. Transporte pode ser definido como a operação de transferir os resíduos de um local para outro.

Os sistemas de recolha ² e de transporte, adquirem, na gestão integrada de resíduos, uma importância fundamental, devido, essencialmente, aos seguintes factores:

- É a componente do sistema de gestão de RU mais dispendiosa, pode representar 40 a 70% dos custos totais de gestão;
- Constitui a interface entre o sistema e os utentes;
- Deixou de ser encarada como uma componente do sistema independente, actualmente a adopção de estratégias integradas de recolha, trouxe ao sistema de recolha e transporte maior complexidade técnica, económica, social e ambiental;
- É vulnerável ao comportamento dos utentes e aos conflitos que possam existir entre os vários operadores;
- A forma como os resíduos são recolhidos e transportados condiciona a eficiência dos processos de valorização e tratamento subsequentes.

¹ Também denominada contentorização (Lobato Faria et al.; 1997)

² O sistema de recolha, engloba a deposição e a recolha. É também denominada sistema de remoção.

De acordo com Pferdehirt et al. (1993), uma estratégia de recolha integrada deve procurar:

- Fornecer níveis de serviço local apropriados para atingir os objectivos políticos, regulamentares, de saúde pública e ambiente;
- Atingir os mais baixos custos;
- Desenvolver acordos entre os sectores públicos e privado;
- Ser flexível para as necessidades de mudança;
- Contribuir para as políticas de redução de RU.
- A forma como os produtores de RU os manuseiam pode ter um efeito significativo nas quantidades e características dos mesmos, com implicações para as restantes subcomponentes do sistema e eventuais riscos para a saúde pública.
- Informar os utentes do serviço de recolha sobre as melhores práticas para reduzir, separar, armazenar e valorizar os resíduos, antes de os colocarem nos contentores para serem removidos, deve fazer parte dos objectivos estratégicos das políticas de redução e valorização de resíduos. Ao nível doméstico podem ser adoptados diversos tipos de processamento de RU na fonte. No Quadro 6 fornecem-se alguns exemplos.

Tipo de processamento	Observações
Trituração (trituradores de cozinha)	<ul style="list-style-type: none"> - Diminui a quantidade de RU a recolher e os problemas de putrefacção. - Aumenta a carga orgânica dos efluentes domésticos, pode ter implicações para as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR).
Separação de componentes	<ul style="list-style-type: none"> - Melhor via para a redução e valorização, reduz as quantidades de RU na recolha indiferenciada; - Implicações para as subsequentes operações de processamento dos RU.
Compactação	<p><i>Individual</i> (sacos ou caixotes com sistema de compactação, conseguem reduções de 60-70% do volume de RU);</p> <p><i>Colectiva</i> (contentores compactadores localizados nos prédios ou nas vias públicas).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qualquer dos processos tem implicações para as subsequentes operações de processamento dos RU, pode não ser recomendado se os resíduos se destinarem a valorização (material, orgânica ou energética).
Combustão	<ul style="list-style-type: none"> - Queima em lareiras, incineradores domésticos ou fomalhas (em desuso); - Problemas de emissão de poluentes atmosféricos.
Compostagem caseira	<ul style="list-style-type: none"> - Reduz a quantidade de RU que vão para o sistema de recolha; - Produz um correctivo orgânico que pode ser utilizado na agricultura (ou jardinagem), limitando a utilização de fertilizantes comerciais.

Quadro 6 Processamento de RU na fonte

Os equipamentos mais comuns, para acondicionar os RU nas habitações, incluem: sacos (de plástico ou papel), caixas empilháveis (para os recicláveis), baldes ou contentores de pequena dimensão (com ou sem divisões). Para além destes equipamentos domésticos poderão existir sistemas de transporte no interior e no exterior das edificações até ao local do seu armazenamento (condutas verticais e/ou sistemas pneumáticos).

As condutas verticais (ou tubos de queda), destinadas à descida, por acção da gravidade, dos RU produzidos nos vários pisos das edificações e respectivas portas que podem ser basculantes (equipamento instalado na boca colectora, destinado a receber e lançar no interior do tubo de queda os RU produzidos no piso ou habitação) obedecem a Normas Técnicas. Apesar de serem mais cómodas para os produtores domésticos têm causado problemas de acidentes (e.g. fogos, explosões) e manutenção (e.g. obstruções, maus cheiros), pelo que muitos países proibem a sua instalação.

Os sistemas pneumáticos, têm funções semelhantes às condutas verticais, embora muitas vezes também sejam utilizados no transporte horizontal dos RU, para pontos de recolha centralizados. Os resíduos são transportados por pressão de ar ou vácuo, sendo sistemas sofisticados e caros.

As condições de armazenamento dos RU na fonte devem ter em consideração factores como:

- O efeito nas características dos RU (decomposição biológica, absorção de líquidos, contaminação das componentes);
- O tipo de contentores a utilizar (depende do tipo de resíduos a recolher, do tipo de sistema de recolha, da frequência da recolha e do espaço disponível);
- A localização dos contentores (depende do tipo de construção e do espaço disponível);
- OS problemas de saúde pública e estética (e.g. vectores de doença, intrusão visual).

Deposição

Métodos de deposição

A escolha do sistema de deposição a adoptar é condicionada por uma vasta gama de factores, dos quais se destacam, o clima, os aspectos geográficos, o volume e tipo de resíduos a recolher, o tipo de habitação e de urbanização, a densidade populacional, a frequência e rapidez da recolha, a distância e o tipo de tratamento, valorização ou eliminação que se pretende para os resíduos, os hábitos, as atitudes e as características dos produtores de resíduos, o tipo de recipientes e veículos a utilizar e os recursos financeiros e humanos disponíveis.

Os métodos de deposição podem ser classificados, de acordo com o tipo de resíduos recolhidos ou com os equipamentos de deposição utilizados.

Em relação ao tipo de resíduos, a deposição pode ser conjunta (todos os resíduos misturados num único recipiente, também designada por deposição indiferenciada ou tradicional), ou selectiva (deposição separada de algumas componentes dos resíduos, a qual por sua vez pode ser monomaterial ou multimaterial). Quanto ao tipo de recipientes, a deposição pode-se dividir em deposição em sacos, em caixas ou em contentores.

Equipamentos para deposição

A selecção do tipo de recipientes a adoptar requer sempre uma análise gradativa das seguintes condicionantes:

- Tipo de habitação;
- Características urbanas locais;
- Capacidade de deposição;
- Número de recipientes necessários;
- Tipo de veículos de recolha;
- Flexibilidade do sistema (recipientes/veículos);
- Grau de participação a esperar da população;
- Tempos de carga/descarga;
- Custos de implementação e exploração;
- Higiene e segurança dos trabalhadores

A opção final do melhor sistema de contentorização, só é possível após uma análise do problema concreto. Qualquer alteração no tipo de recipientes tem implicações a montante e a jusante do sistema de gestão de RU.

Para a deposição dos RU podem ser utilizados diversos tipos de recipientes: sacos, caixas e contentores, apresentando-se na Figura 10 alguns exemplos.



a)



b)



c)



d)

Figura 10 Recipientes para deposição de RU: a) sacos não recuperáveis; b) caixa para recicláveis; c) contentores de pequena e média capacidade; d) contentor de grande capacidade (transportável).

Sacos não recuperáveis - Os sacos podem ser utilizados para a deposição indiferenciada ou selectiva. Podem ser de plástico (polietileno) ou papel impermeabilizado, com capacidade muito variada, os mais correntes são de 50,70,90 ou 100 litros. No quadro 7 apresentam-se algumas vantagens e desvantagens associadas à utilização de sacos para a deposição de RU.

Vantagens	Desvantagens
<p>Para o <u>produtor de RU</u>:</p> <ul style="list-style-type: none">-Eliminam a operação de recolha do recipiente;-Dispensam a lavagem e protecção do recipiente;-Evitam o ruído na descarga para o veículo de recolha e o furto. <p>Para o <u>serviço de recolha</u>:</p> <ul style="list-style-type: none">-Reduzem o tempo de recolha;-Suprimem o regresso do recipiente e sua lavagem;-Provocam menos fadiga ao pessoal;-Evitam a permanência dos recipientes na via pública, durante longos períodos.	<ul style="list-style-type: none">-Necessidade de suportes especiais para auxiliar o seu enchimento;-Os resíduos facilmente se espalham pelo chão, quando sujeitos a actos de vandalismo;-Maiores despesas de aquisição e distribuição (se for gratuita, sendo o município a distribuir, os munícipes não sentindo o preço da sua aquisição passam a dar outro destino aos sacos);-Ocupam mais espaço nos veículos de recolha devido à formação de vazios.

Quadro 7 Vantagens e desvantagens da utilização de sacos para a deposição dos RU

Caixas - Este tipo de recipiente é utilizado em algumas recolhas selectivas porta-a-porta. São caixas de plástico empilháveis, normalmente com uma capacidade de 50 litros. No Quadro 8 apresentam-se algumas vantagens e desvantagens associadas à utilização de caixas para a deposição dos recicláveis.

Vantagens	Desvantagens
<p>-Melhor qualidade dos materiais recolhidos, uma vez que o material vem separado (normalmente as caixas com materiais não desejáveis ou contaminados não são recolhidas), os custos de processamento são menores;</p> <p>-A participação da população é qualitativamente melhor (devido, por exemplo, à pressão social).</p>	<p>-A gama de materiais aceites e o volume de resíduos a recolher é limitado pelo tamanho da caixa, como tal nem todos os materiais potencialmente recicláveis são recolhidos;</p> <p>-As embalagens têm que ser previamente lavadas;</p> <p>-Muitas vezes têm que ser fornecidas novas caixas porque os municípios desviam-nas para outras utilizações.</p>

Quadro 8 Vantagens e desvantagens da utilização de caixas para a deposição de recicláveis

Contentores - Encontram-se disponíveis no mercado contentores de vários formatos, capacidades, tipos de tampas, com ou sem rodas, entre outros aspectos. No entanto, as características dos contentores são regulamentadas através de normas que os torna a todos bastante semelhantes para a mesma capacidade.

Contentores de pequena e média capacidade

Os contentores são geralmente fabricados com recurso ao metal galvanizado (mais corrente em contentores de grandes dimensões) e ao plástico.

Estes dois materiais têm ambos vantagens e desvantagens. Os contentores metálicos têm como vantagem o facto de terem uma vida útil superior, serem mais robustos e resistirem a temperaturas extremas. Como desvantagens têm o facto de serem mais pesados e ruidosos no manuseamento, bem como de terem um preço mais elevado.

Os contentores plásticos têm como desvantagens o facto de serem menos resistentes, embora apresentem consideráveis vantagens a nível da operação, pois possuem paredes lisas, isto é, não apresentam arestas interiores- logo não acumulam resíduos- permitindo uma melhor limpeza e descarga.

Todos os contentores seguem as normas UNI 10571 e DIN 30740. Segundo estas normas, todos os contentores devem ser fechados com uma tampa com dobradiças e, especialmente os de maior dimensão, devem ser munidos de rodas que devem rodar em todas as direcções para facilitar o seu manuseamento, e de um orifício na base para facilitar as operações de limpeza e desinfeção dos mesmos.

Apresentam-se algumas características e dimensões dos vários tipos de contentores utilizados.

Contentores de fundo redondo (de 35, 50, 70 ou 110 litros), normalmente de plástico, cor cinzenta ou verde, para a recolha indiferenciada, ou outras cores, quando adaptados à recolha selectiva. Têm pegas e saliências compatíveis com o sistema de elevação do veículo de recolha. Existem também modelos em metal, embora estejam em desuso.

Contentores de fundo quadrado ou rectangular (contentores de rodas.) Podem ser de plástico ou metal galvanizado. Os de plástico (de 80, 120, 240, 360, 500, 660, 700, 770, 800, 1000 ou 1100 litros) apresentam-se normalmente em cor verde, cinzenta ou “areia”, para a deposição indiferenciada, ou outras cores quando adaptados à recolha de recicláveis. Têm 2 ou 4 rodas para facilitar o transporte. Podem ser compartimentados (geralmente 2 compartimentos) ou não. No caso dos contentores compartimentados, utilizados na recolha simultânea de dois fluxos, a separação pode ser perpendicular ou paralela ao eixo da tampa, dependendo do tipo de veículo utilizado. Os de metal (de 770, 800, 810 ou 1100 litros), têm 4 rodas que na maior parte dos casos, tomam qualquer direcção. Ambos têm pegas e saliências compatíveis com o sistema de elevação do veículo de recolha.

Os contentores de média capacidade devem ter um sistema de descarga de fundo para escoamento dos líquidos de lavagem e desinfeção, quando esteja previsto um tipo de lavagem em que não se vire o contentor. Podem possuir na tampa uma pega de borracha ou plástico mole para amortecer e isolar e um sistema mecânico (pedal ou alavanca) para facilitar abertura da tampa. Muitas vezes têm um sistema de blocagem a duas rodas.

Contentores em profundidade (molok) (de 1,3, 3 ou 5m³). São contentores semi-enterrados no solo, podem ser utilizados para a deposição indiferenciada ou selectiva. São constituídos por uma tampa, um poço, um saco de elevação e um saco descartável. O poço divide-se em duas partes, a parte superior, acima do solo (fabricada, por exemplo, em aço ou alumínio com revestimento em ripas de madeira), e a parte inferior, enterrada no solo (cujo material é o polietileno). A função do saco de elevação consiste em suportar os resíduos no momento da descarga do contentor, sendo içado do seu interior por intermédio de grua, tem um sistema de abertura especial pelo fundo, manuseada através de cabos.

O saco de plástico descartável é colocado no interior do saco de elevação e visa evitar o derrame de resíduos no interior e exterior do contentor.

Contentores tipo “igloo”. Contentores destinados à deposição selectiva na via pública, podendo existir com diferentes formas (esféricos, cúbicos) e capacidades (de 1,1 a 4 m³). Têm aberturas de diversos formatos consoante o material a que se destinam (e.g. circulares para o vidro, plástico ou latas e alongadas para o papel). A grande maioria destes contentores possuem um gancho metálico na parte superior de modo a poderem ser elevados por uma grua e esvaziados pelo fundo. Outros são articulados na vertical e abrem-se em duas meias “conchas” como uma mala. Podem ser mono ou multicompartimentados. A vantagem dos segundos em relação aos primeiros situa-se a nível dos custos, é mais económico ter um contentor multicompartimentado do que vários mono-compartimentados. Os compartimentos individuais são, no entanto, mais pequenos pelo que se enchem mais rapidamente muitas vezes a velocidades diferentes. Podem-se encontrar na via pública isolados (tipo vidrão) ou acoplados (tipo baterias de contentores ou ecopontos) (ACR, 1997).

Contentores de grande capacidade

Há basicamente dois tipos de contentores deste género: os fixos ou estacionários e os móveis ou transportáveis. Ambos podem ter associado um sistema de compactação, como equipamento acoplável ao contentor ou fazendo parte da sua estrutura. Podem ser utilizados por grandes produtores de resíduos, servir como pequenas estações de transferência, como ecopontos ou fazerem parte de centros de recolha (ecocentros).

Contentores fixos. Contentores com capacidade entre 2 e 5m³, cujos veículos de recolha têm um sistema de elevação frontal (elevação directa ou por cabo).

Contentores transportáveis (contentores para equipamento multibenne e polibenne). Contentores adaptados aos veículos multibenne (contentores de balde), geralmente para entulhos mas também para outros tipos de resíduos, incluindo recolhas selectivas. Possuem uma capacidade que varia entre os 5 e os 10m³. Contentores adaptados aos veículos polibenne (contentores rebocáveis), têm entre 10 e 20 m³. Utilizam-se em estações de transferência e em recolhas selectivas ou recolhas especiais. No caso das recolhas selectivas estes contentores podem apresentar divisões para deposição de diferentes fileiras ou fluxos.

5.2 Recolha

5.2.1 Tipos de recolha

A recolha pode ser classificada de acordo com o tipo de resíduos recolhidos, o local de recolha, o tipo de entidade que os recolhe e a frequência e horário da recolha.

Por tipo de resíduos e local de recolha

Recolha indiferenciada, regular ou normal

É a recolha de RU todos misturados. É executada segundo horários e circuitos pré-estabelecidos, com uma frequência variável, entre 1 a 7 vezes por semana, dependendo das características do meio rural ou urbano, do tipo de resíduos e das condições climáticas. Pode ser do tipo porta-a-porta, ou seja, os cantoneiros recolhem os recipientes de deposição que se encontram localizados à porta (passeio) de cada unidade residencial (moradia ou prédio), colectiva, os cantoneiros recolhem os recipientes que servem mais do que uma unidade residencial (várias moradias ou prédios) ou em locais centralizados de deposição (é frequente este tipo de recolha em aglomerados dispersos e parques industriais). As autoridades municipais, definem por postura municipal o tipo de resíduos a recolher, normalmente domésticos e equiparados, e os locais de recolha.

Os RU recolhidos de forma indiferenciada podem ser valorizados, após processamento. A principal vantagem deste tipo de recolha, para efeitos de valorização, para além do menor esforço que é exigido aos produtores e à entidade que os recolhe, são os baixos custos da recolha já que não é necessária uma deposição e recolha adicional para os recicláveis. O principal inconveniente é o grau de contaminação dos recicláveis, o que lhes dá um valor comercial mais baixo ou mesmo inaceitável para as indústrias de reciclagem. Melhorar a qualidade dos materiais recuperados por esta via significa investir em tecnologias de processamento mais sofisticadas o que representa grandes despesas de capital e manutenção (McMillen, 1993).

Recolha selectiva

Este tipo de recolha visa separar na fonte uma ou mais categorias de resíduos, seguida ou não de nova separação em estações de triagem. Pode realizar-se em simultâneo com a recolha indiferenciada (utilizando o mesmo veículo, veículo compartimentado), por substituição (nos dias em que há recolha selectiva não há recolha indiferenciada) ou por adição (em alguns dias efectuam-se as duas recolhas, mas separadamente, com veículos diferentes). Existem basicamente duas estratégias distintas: a recolha selectiva porta-a-porta e a recolha por transporte voluntário (os próprios produtores transportam os resíduos para determinados pontos).

Recolha selectiva porta-a-porta

É um sistema de deposição individual e compreende a recolha dos recicláveis da porta de cada habitação. É mais apropriado para moradias ou prédios com menos de três andares. Se o sistema for convenientemente gerido e publicitado, e se a recolha selectiva se realizar no mesmo dia da recolha convencional, obtêm-se resultados muito significativos na captura de grandes quantidades de recicláveis (Bullock e Salvador, 1993). O sistema de recolha porta-a-porta apresenta diversas variações, como o número de componentes a separar na fonte, o tipo e número de recipientes utilizados, o tipo de veículos e sistema de recolha, a frequência e horário da recolha e o tipo de separação efectuada após deposição (pode ser realizada no passeio, pelos operadores de recolha, ou nas estações de triagem). Desta forma, as opções pelo sistema de remoção porta-a-porta, podem-se subdividir em quatro grandes grupos:

- Mistura de recicláveis (recicláveis depositados todos no mesmo recipiente, também designada por recolha multi-material)/veículo mono-compartimentado;
- Mistura de recicláveis/veículo multicompartimentado (separação efectuada no passeio pelo operador da recolha);
- Sistema de separação dedicada (mais do que um tipo de recicláveis, cada um em seu recipiente)/ veículo multicompartimentado;
- Sistema de co-recolha (recolha simultânea de recicláveis e não recicláveis)/veículo mono ou multicompartimentado.

Recolha selectiva por transporte voluntário

Engloba uma grande variedade de opções para a deposição, cujas características comuns são serem sistemas de deposição colectivos e exigirem aos produtores a separação na fonte e o transporte para esses pontos de deposição. São os sistemas mais generalizados porque podem ser implementados a uma escala pequena, requerem menos capital de investimento, adaptam-se melhor à construção em altura e podem ser autofinanciados por empresas ou grupos locais. As variantes são determinadas fundamentalmente por duas características: o tipo de equipamento e a densidade de pontos de deposição na malha urbana (medida em termos de habitante ou por área servida por ponto de deposição). De acordo com estes dois critérios podem-se identificar os seguintes sistemas:

- Contentores isolados- Contentores de várias dimensões, formatos e cores, integrados na malha urbana, destinados à deposição selectiva de um ou mais componentes dos RU (e.g.contentor para a deposição de vidro-vidrão).
- Ecopontos - Sistemas muito semelhantes ao anterior, com a única diferença de que num ponto de deposição selectiva, em vez de existir um só contentor, existe um conjunto de contentores ou baterias de contentores para fileiras específicas de materiais (vidro, papel e cartão, plástico, metais) ou determinados fluxos (e.g. embalagens, pilhas e baterias).
- Ecocentros (ou centros de recolha) - São infraestruturas vedadas, com horário de abertura e fecho, caracterizadas pela existência de um volume de contentorização superior ao dos ecopontos, destinadas a uma gama mais vasta de materiais para além das fileiras habituais (como resíduos de jardim, electrodomésticos, resíduos

de demolições, óleos usados). Contam com a presença de um ou mais técnicos especializados no apoio e acompanhamento da deposição.

- Sistemas de deposição móveis - Conjunto de contentores móveis ou rebocáveis, ou veículos especiais dotados de capacidade de contentorização separada para diferentes fileiras e fluxos de resíduos, que podem estar estacionados durante algum tempo num local, deslocando-se posteriormente para outros locais, funcionando como ecopontos móveis (Gama, 1996).

Pode-se afirmar, comparando os sistemas porta-a-porta com os sistemas por transporte voluntário, que não há um melhor que outro, mas sim um sistema melhor para determinada situação. Só através de uma análise cuidadosa das características de cada situação é que se poderá decidir sobre a solução mais sustentável.

Por tipo de entidade que recolhe os resíduos

Recolha municipal.

De acordo com a legislação em vigor compete às Câmaras Municipais a recolha dos RU. O serviço de recolha pode, contudo, ser concessionado a privados.

Recolha pelos próprios produtores. Neste caso são os próprios produtores, como grandes comerciantes, a recolher e transportar os seus resíduos para um local previamente estabelecido, podendo este serviço também ser concessionado a privados.

Frequência e horários de recolha

A frequência e horário de recolha são muito variáveis de país e de zona para zona. Apenas as condições locais e as características do serviço podem determinar este parâmetro. Em relação à frequência, a recolha pode classificar-se em diária, semanal, bissemanal ou mensal. Em relação ao horário, em diurna ou nocturna. Os factores a considerar quanto à escolha de uma das alternativas enunciadas, são:

- Tipo de recolha (conjunta vs selectiva);
- Volume a recolher;
- Composição dos RU;

- Efeito na taxa de produção;
- Proliferação de vectores de doença e riscos para a saúde pública;
- Características do aglomerado (e.g. urbano, rural, densidade);
- Características do tráfego;
- Condições climáticas (decomposição e cheiros),
- Hábitos da população;
- Produtividade e rendimento do serviço;

5.3 Custos

Veículos de recolha

Um dos aspectos importantes na organização de um serviço de recolha é a escolha das viaturas. Esta selecção depende dos aspectos locais. No entanto, existe um conjunto de qualidades que deve reunir um veículo de recolha, nomeadamente:

- Rapidez de absorção dos resíduos;
- Máximo volume e facilidade de descarga;
- Zona de carregamento deverá permitir uma fácil descarga dos recipientes;
- Ser estanque, de fácil manutenção e lavagem;
- A carga deverá distribuir-se uniformemente pelos eixos;
- Funcionamento o mais silencioso possível;
- Máxima manobrabilidade na circulação;
- Menores custos de manutenção e consumo de combustível;
- Possuir órgãos de segurança adequados,
- Esteticamente agradável.

Os veículos podem classificar-se em função dos seguintes critérios: a) método de descarga; b) tipo de sistema de elevação dos contentores e respectiva localização; c) tipo de sistema de transferência dos resíduos da tremonha de recepção para o interior da caixa; d) número de compartimento da caixa (cuba). Na Figura 11 apresentam-se alguns exemplos de veículos utilizados na recolha de RU.

Quanto ao método de descarga dos resíduos na viatura

Recolha convencional ou aberta. Caracteriza-se pelo facto da zona de carregamento da viatura ser aberta ou dispor apenas de uma cortina em borracha. Pode ser realizada manualmente ou semi-automaticamente. Actualmente existem sistemas mecânicos de elevação que se adaptam a qualquer capacidade de contentores comercializados.

Recolha hermética. Designa-se a recolha em que são utilizadas adufas para descarga dos contentores de pequena capacidade (50 a 360 l). As adufas são constituídas por um sistema de elevação hidráulico e por uma boca de descarga provida de um orifício (opérculo) que se mantém fechado quando não está a ser utilizado. Existem sistemas para determinados formatos e capacidades de contentores. Recentemente foi desenvolvido um sistema que permite o carregamento de vários tipos de contentores de pequena capacidade. Nos contentores de média capacidade (de 500 a 1100 l) o esvaziamento não é efectuado através de opérculo mas sim, por uma abertura a toda a largura da traseira do veículo, protegida por uma cortina de borracha.

	Vantagens	Desvantagens
Recolha convencional ou aberta	<ul style="list-style-type: none">-É rápido no processo de carregamento;-Permite o carregamento de objectos volumosos que sejam encontrados ao longo do percurso do circuito.	<ul style="list-style-type: none">-Os cantoneiros estão expostos às poeiras e cheiros;-Pode permitir acidentes pela facilidade com que se atinge a carga.
Recolha hermética	<ul style="list-style-type: none">-Maior higiene e limpeza;-Diminuição dos riscos para a saúde;-Aspecto ergonómico, o trabalho do cantoneiro resume-se a pôr e tirar o contentor dos encaixes de elevação;-Defende os trabalhadores da emissão de cheiros e poeiras.	<ul style="list-style-type: none">-Exige investimentos mais elevados na aquisição ou reparação das adufas.-Normalmente é de utilização menos flexível, face aos contentores de pequena e média capacidade;-Em caso de avaria não possibilita soluções alternativas de carregamento.

Quadro 9 Método de descarga dos resíduos para a viatura, vantagens e desvantagens

Sistema de elevação dos contentores e respectiva localização

O sistema de elevação dos contentores pode ser *manual, semi-automático ou totalmente automático*. Além disso pode localizar-se:

Na parte de trás do veículo (carregamento traseiro), processo mais vulgar, tem como principais vantagens a possibilidade de obter uma altura mais baixa de vazamento dos contentores e utilizar o mesmo sistema para efectuar a descarga de resíduos;

Lateralmente (carregamento lateral), muitas vezes utilizado para recolhas em simultâneo (convencional mais uma selectiva).

Na parte da frente (carregamento frontal), utilizado para a recolha de contentores de grande capacidade.



a)



b₁)



b₂)



c)



d₁)



d₂

Figura 11 Veículos de recolha: a) recolha hermética; b) localização do sistema de elevação dos contentores (carregamento traseiro (b1); lateral(b2)); c) sistema de transferência dos resíduos da tremonha de recepção para o interior da caixa(sistema mecânico); d) sistema para equipamento polibenne (d1) e multibenne (d2)

Sistema de transferência de resíduos da tremonha de recepção para o interior da caixa.

O sistema de transferência de resíduos da tremonha de recepção para o interior da caixa pode ser: manual- em desuso, utilizado nos veículos de caixa aberta, em que a distribuição dos RU na caixa de carga é feita por vários trabalhadores colocados dentro da mesma. Actualmente recorre-se ao seu uso, por exemplo, para a remoção de ferrosos e objectos volumosos.

Mecânico as caixas modernas são completamente fechadas, podendo existir:

Sistema mecânico descontínuo: os resíduos são transferidos e também compactados por comando do cantoneiro, sempre que a tremonha de carga esteja cheia. A alimentação da tremonha é suspensa durante a operação;

Transferência mecânica contínua: é efectuada, sem intervenção dos cantoneiros, pelo movimento de vai-e-vem permanente numa placa ou por um parafuso sem fim ou tapete de lâminas.

Número de compartimentos da caixa

Os veículos utilizados na recolha tradicional são veículos mono-compartimentados, ou seja, têm uma única divisão nas suas carrocerias. Na generalidade das situações estes veículos estão equipados com sistemas de compactação por forma a reduzir o volume dos RU, aumentar a capacidade de carga e, conseqüentemente, diminuir os custos da recolha e transporte.

As taxas de compactação destes veículos podem variar entre 1.5:1 a 5:1.

Para determinados tipos de contentores (como baterias de contentores, contentores tipo “igloo”, molok, entre outros) utilizam-se veículos de caixa aberta equipados com grua. De igual forma, para os contentores de grande capacidade utilizam-se veículos adaptados a cada caso (e.g. elevação directa ou por cabo para contentores fixos).

Para algumas recolhas selectivas, podem ser utilizados veículos mono ou multi compartimentados. O recurso a veículos mono-compartimentados, no caso duma recolha selectiva multimaterial, permite reduzir o investimento inicial, sobretudo se se utiliza a frota existente para a recolha tradicional. Será, no entanto, necessário confirmar que o nível de compactação no interior do veículo é o adequado. Uma compactação demasiada pode alterar a qualidade dos materiais recolhidos (ACR,1997). Também se podem utilizar veículos mono-compartimentados para recolha de dois tipos de recicláveis, desde que cada um se encontre acondicionado num saco de cor diferente e depois a separação se realize numa estação de triagem por meios manuais.

Os veículos multi-compartimentados permitem recolher simultaneamente várias fileiras e fluxos sem os misturar. As divisórias no interior podem ser verticais ou horizontais. Um veículo bicompartimentado permite recolher dois ou quatro tipos de recicláveis (dois num dia e dois no outro). Existem também veículos compartimentados que permitem recolher mais de três sem os misturar. Neste caso o veículo é composto de vários grandes caixotes que funcionam separadamente. No caso de ser possível utilizar este tipo de veículo, a triagem pode ser feita pelos cantoneiros na altura da recolha (ACR, 1997).

Embora os custos de um veículo multi-compartimentado sejam superiores, o custo global da recolha pode ser menor. É importante que os diferentes compartimentados sejam dimensionados com base nas densidades aparentes das diferentes fileiras ou fluxos. Uma outra possibilidade será recorrer a divisórias móveis que permitem a adaptação às diferentes situações (ACR, 1997).

Os veículos de recolha podem ser equipados com sistemas intermutáveis, quer dizer, uma vez cheias, as carrocerias podem ser trocadas por outras vazias, o que permite separar por completo recolha e transporte. O trabalho de recolha pode assim continuar sem interrupção e o transporte das carrocerias para os centros de triagem, tratamento ou eliminação, poderá ser feito noutra altura, por exemplo em que as condições de circulação sejam oportunas (ACR,1997).

5.4 Equipa de recolha

A constituição da equipa de recolha é muito variável. Em Portugal, na recolha hermética, a equipa é constituída por 1 motorista e 2 a 3 cantoneiros e nas recolhas selectivas por 1 motorista e 1 a 2 cantoneiros. Equipas muito numerosas têm normalmente rendimentos muito baixos. Uma boa gestão dos recursos humanos pode representar substanciais reduções de custos e proporcionar uma melhor imagem do serviço de recolha. Em relação à equipa de recolha as áreas fundamentais a considerar são as seguintes:

Fardamento e equipamento acessório individual. Necessidade de um fardamento adaptado às condições climáticas (Verão e Inverno) e distribuição mínima de 2 fardas por trabalhador, para garantir a sua manutenção em adequado estado de limpeza. De salientar que é através da apresentação dos seus trabalhadores que um serviço transmite ao público utente a sua imagem. O equipamento acessório pode contemplar colete ou alças reflectoras, luvas de textura adequada ao serviço e botas antiderrapantes. Tem por objectivo garantir aos trabalhadores maior segurança no trabalho e também maior conforto e bem-estar. É indispensável e o seu uso deverá ser obrigatório sempre que em serviço, pois muitos acidentes de trabalho poderão ser evitados.

Sistemas de segurança das viaturas de recolha. Têm por objectivo não só a segurança individual mas, também, a circulação do equipamento na via pública, como medida de prevenção de acidentes.

Incluem, por exemplo, luz rotativa amarela (para assinalar a posição), botão de paragem de emergência do sistema de carregamento (um de cada lado da parte traseira da viatura) e tubo de escape na vertical.

Aspectos sociais. Os motoristas e cantoneiros são os trabalhadores do sistema de gestão de RU que mais directamente contactam com os utentes, pelo que as acções de educação e formação, as técnicas que visem a dignificação profissional e a auto-estima e a resolução dos problemas sociais destes trabalhadores, são aspectos essenciais a ter em conta.

5.5 Transporte e transferência de resíduos

O factor económico mais crítico da recolha de RU é o custo de transporte. As componentes de custo a considerar são os equipamentos (veículos), o consumo de combustível e a mão-de-obra.

Quando as distâncias de transporte são reduzidas, este trajecto é efectuado pelas próprias viaturas de recolha. Quando as distâncias de transporte são críticas é necessário recorrer à transferência dos resíduos. Considera-se distância crítica de transporte a distância a partir da qual deixa de ser económico o transporte dos resíduos pelas viaturas afectas à recolha. Nestes casos é preferível fazer o transbordo dos resíduos para veículos de maior capacidade ou para estações de transferência.

As estações de transferência são instalações onde os resíduos são descarregados com o objectivo de os preparar para serem transportados para o local de tratamento, valorização ou eliminação. Como principais motivos e vantagens para a instalação de uma estação de transferência, destacam-se os seguintes:

- Redução dos custos de transporte;
- Possibilidade de um maior aproveitamento dos veículos de recolha, por diminuição das distâncias percorridas;
- Permite a utilização de veículos mais pequenos em meios urbanos;
- Possibilidade de servir várias comunidades;
- Redução do volume dos resíduos ou recuperação de algumas componentes;
- Contribuem para a diminuição das deposições ilegais;
- Possibilita a localização de infraestruturas de valorização, tratamento e eliminação de RU a maiores distâncias dos centros urbanos.

Existem métodos rigorosos para avaliar a distância a partir da qual deve ser encarada a construção de uma estação de transferência. A análise é efectuada a partir da comparação entre os custos associados ao transporte directo pelos veículos de recolha e os custos inerentes à implementação da estação de transferência e ao transporte de resíduos. Como se pode verificar pela Figura 12, a partir da distância X_2 é economicamente vantajosa a existência duma estação de transferência.

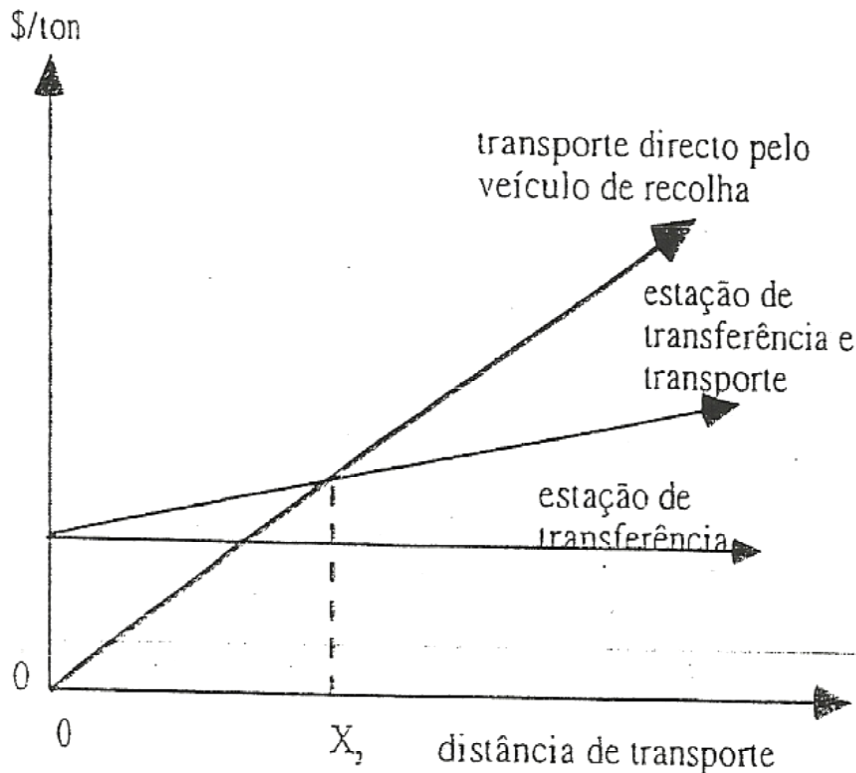


Figura 12- Relação entre os custos do transporte e a distância percorrida, sem e com a instalação de uma estação de transferência.

Na ausência de dados específicos, é comum sugerirem-se estações de transferência quando as distâncias, do centróide do circuito ao local de deposição, ultrapassam os 15 a 25 km.

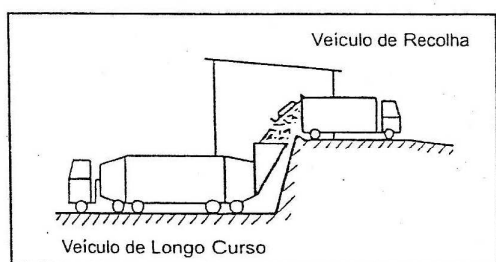
Os principais factores a considerar no projecto duma estação de transferência, dizem respeito aos seguintes aspectos:

- Localização;
- Tipo de operação de transferência a realizar,
- Capacidade de armazenagem na plataforma/fossa de recepção dos RU;
- Equipamentos e acessórios necessários;
- Medidas de protecção pessoal e ambiental;
- Para a localização de uma estação de transferência uma série de factores deverão ser avaliados, nomeadamente, a aptidão do terreno, as características geológicas e hidrogeológicas, as acessibilidades, a situação do local em relação às construções mais próximas, a inserção paisagísticas e as reacções da população.

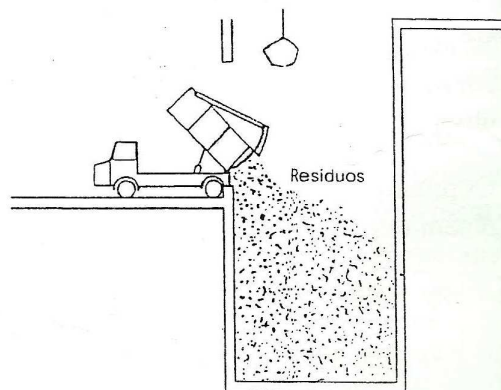
As estações de transferência podem-se classificar de acordo com: a) o método de carregamento; b) o tipo de processamento efectuado aos RU;c) o meio de transporte utilizado; d) a capacidade instalada. No Quadro 10 apresentam-se as variantes associadas a cada critério de classificação e no Quadro 10 é possível visualizar dois exemplos de métodos de carregamento.

Método de carregamento	-Carregamento directo (os veículos de recolha despejam directamente os resíduos para o veículo que os transportará para o local de destino);	-Carregamento indirecto (os resíduos são despejados primeiro para a plataforma ou fossa de recepção);	-Carregamento misto (estações multiusos).
Processamento	-Sem compactação;	-Com compactação, trituração ou enfardamento.	
Meio de transporte	-Rodoviário, veículo de grande capacidade (semi-reboques);	-Ferroviário;	-Fluvial ou marítimo
Capacidade	-Pequena (< 100t/dia);	-Médias (100 a 500 t/dia);	-Grandes (> 500t/dia).

Quadro 10 Classificação das estações de transferência de acordo com as suas características



a.



b.

Figura 13 - Estação de transferência, a. Método de carregamento directo, b. Método de carregamento indirecto (fossa de recepção).



Figura 14 Estação de transferência (Évora) (Fonte: <http://www.gesamb.pt/> 30 de Agosto)

Funcionamento da Estação de Transferência

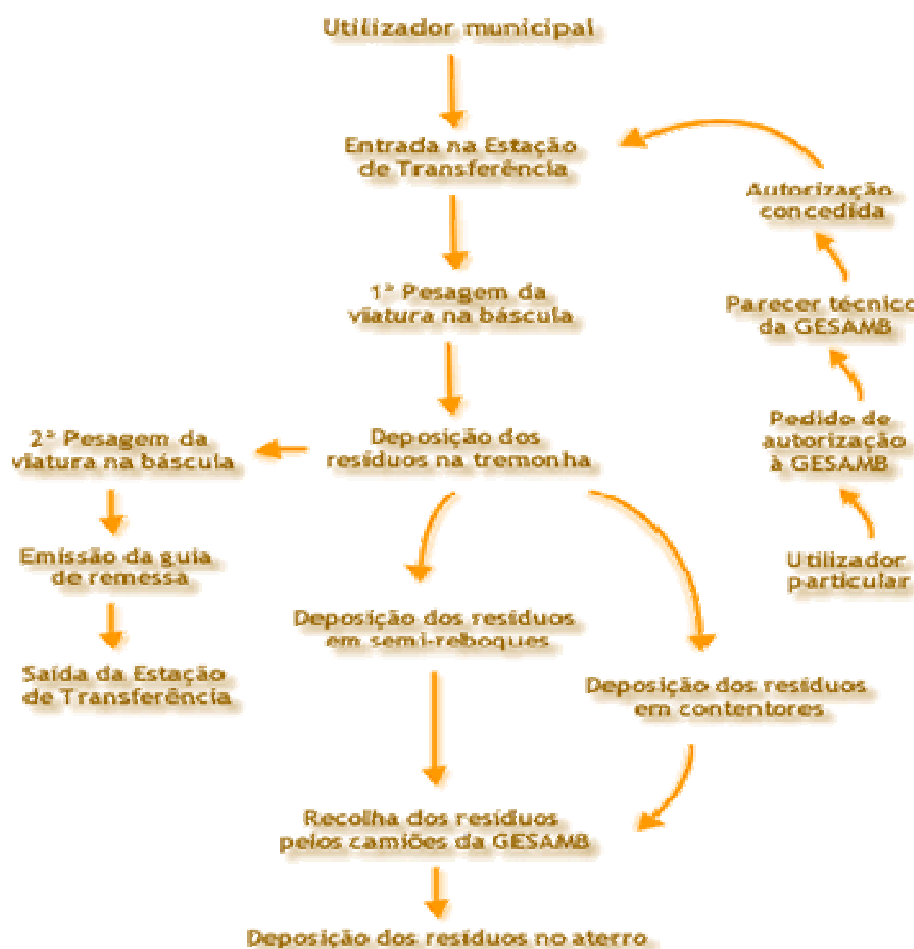


Figura 15 - Exemplo de um esquema de funcionamento das Estações de Transferência (Empresa Gesamb) (Fonte: <http://www.gesamb.pt>, 30 de Agosto de 2011)

A Portaria n.º 335/97, de 16 de Maio relativamente ao transporte de resíduos, fixa as regras a que fica sujeito o transporte de resíduos dentro do território nacional.

De acordo com a referida Portaria, o transporte de RU está isento do modelo A da Guia de Acompanhamento, com excepção dos resultantes de triagem e destinados a operações de valorização. Para estes últimos, o transporte deve ser acompanhado do Modelo A o qual pode ser adquirido na Imprensa Nacional- Casa da Moeda.

5.6 Análise dos Sistemas de Recolha

Indicadores de produtividade

Designa-se por circuito, um itinerário de recolha que obedece a um planeamento prévio em termos de sequência de pontos de recolha (ou ruas a percorrer), dias e horário. Um circuito pode completar-se numa só volta (ou frete), o que acontece quando as quantidades a recolher ocupam um volume idêntico ou inferior à capacidade do veículo, ou apenas se completar em mais de uma volta, quando os resíduos produzidos nesse circuito possuem um volume superior à capacidade do veículo.

O sistema de recolha envolve operações e tempos diferentes consoante se trate de um sistema com contentores estacionários ou transportáveis.

No caso de contentores transportáveis, o sistema de recolha pode efectuar-se de dois modos. Na situação 1 (figura 16) o veículo sai da garagem com um contentor vazio, desloca-se ao 1.º ponto de recolha, descarrega o contentor vazio e carrega o contentor cheio, dirigindo-se de seguida para o local de destino desses resíduos. Regressa ao 2.º ponto com o contentor vazio que se encontrava no 1.º ponto, prosseguindo do mesmo modo para os restantes pontos. Na situação 2 (figura 17) o veículo sai da garagem sem nenhum contentor, dirige-se ao 1.º ponto da recolha, carrega o contentor cheio, vai despejá-lo ao local de destino, e regressa ao 1.º ponto para o colocar no mesmo lugar, de seguida dirige-se ao 2.º ponto de recolha efectuando as mesmas operações descritas para o 1.º ponto de recolha.

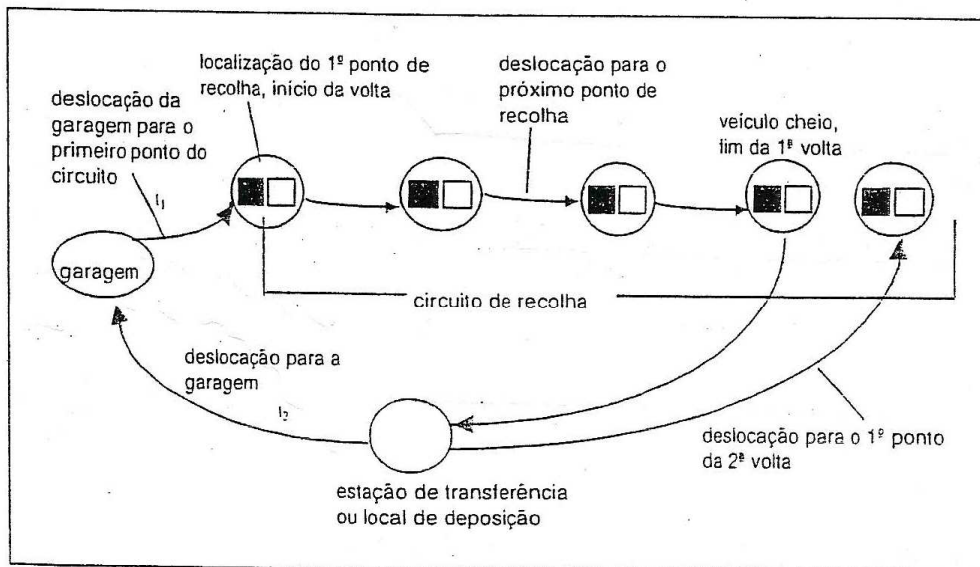


Figura 16 - Sequência esquemática das operações de recolha de contentores estacionários (adaptado de Tchobanoglous et. al. 1993)

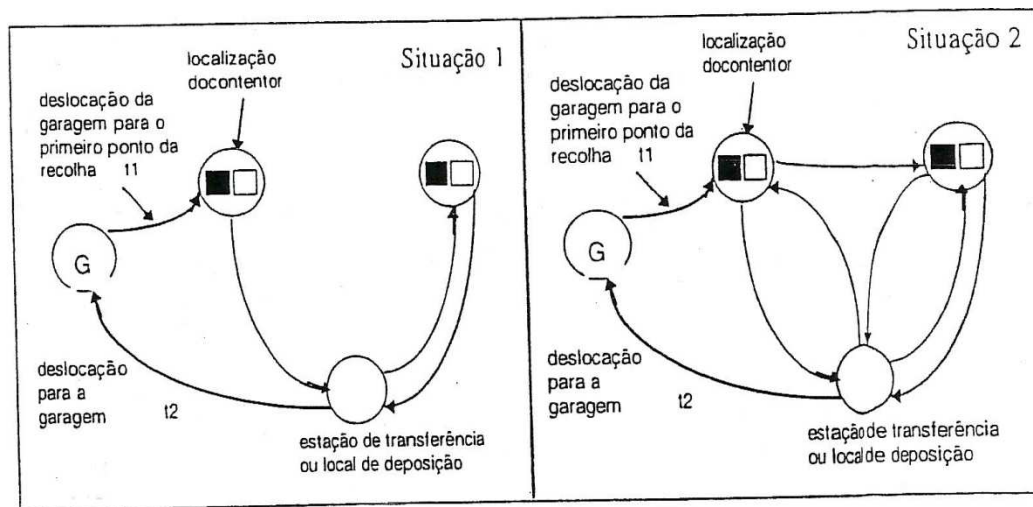


Figura 17 - Sequência de operações de recolha de contentores transportáveis ou rebocáveis (adaptado de Tchobanoglous et. al. 1993)

O conhecimento das distâncias e/ou tempos realizados na recolha e transporte de resíduos, permite o cálculo de indicadores de produtividade, úteis para a avaliação da eficiência dos circuitos, comparações entre circuitos e exercícios de simulação. Uma série de modelos matemáticos têm sido desenvolvidos para avaliar estes indicadores.

De acordo com Tchobanoglous et al. (1993), as actividades envolvidas nas operações de recolha de resíduos podem subdividir-se em 5 operações unitárias:

- Tempo de e para a garagem (t_1 e t_2);
- Tempo efectivo de recolha (P_{scs} ou P_{hsc});
- Tempo de transporte (h);
- Tempo de espera no local de deposição (s);
- Tempo fora do circuito (W) (não produtivo).

A distância ou tempo efectivo da recolha, corresponde ao tempo ou distância que o veículo demora a encher, desde o 1.º ponto de recolha até ao último.

O tempo ou distância de transporte, diz respeito ao tempo ou distância desde o último ponto de recolha, quando o veículo atingiu a sua capacidade máxima, até ao local de esvaziamentos da sua carga e regresso ao 1.º ponto da segunda volta.

Nos tempos de espera no local de deposição incluem-se os tempos necessários ao esvaziamento dos contentores (contentores móveis) ou da carga do veículo (contentores fixos).

Nos tempos não produtivos incluem-se os necessários (inerentes aos circuitos, como tempo a preencher folhas e preparar o veículo, tempo perdido na reparação ou manutenção do equipamento, com o congestionamento do trânsito ou com a refeição) e os desnecessários (e.g. tempos abusivos da hora da refeição, conversa com os amigos, cafés).

5.7 Contentores transportáveis

As expressões (1) a (6), que se apresentam, foram desenvolvidas por Tchobanoglous et al. (1993), para o caso de sistemas de contentores transportáveis (situações 1 e 2 da Figura 16 e 17).

Tempo total por volta:

$$T_{hcs} = (P_{hcs} + s + h) \quad (1)$$

sendo:

T_{hcs} = tempo total por volta (h/volta)

P_{hcs} = tempo efectivo de recolha (h/volta)

s = tempo no local de deposição (h/volta)

h = tempo de transporte por volta (h/volta)

Para estes sistemas, o tempo efectivo de recolha e o tempo no local de deposição são praticamente constantes, mas o tempo de transporte depende da velocidade do veículo e da distância a percorrer até ao local de transferência ou deposição final. Após a análise de diversos dados sobre distâncias de transporte efectuadas por diferentes veículos, Tchobanoglous et al. (1993), chegaram à conclusão que o tempo de transporte (h) podia ser obtido pela seguinte expressão:

Tempo de transporte:

$$h = a + bx \quad (2)$$

sendo:

h = tempo total de transporte (h/volta)

a = constante empírica (h/volta)

b = constante empírica (h/km)

x = distância média de transporte por volta (km/volta).

As constantes de velocidade a e b , podem ser obtidas a partir da linearização da hipérbole apresentada na figura 18, sendo a o valor da ordenada na abcissa e b o declive da equação $x/y = h = a + bx$.

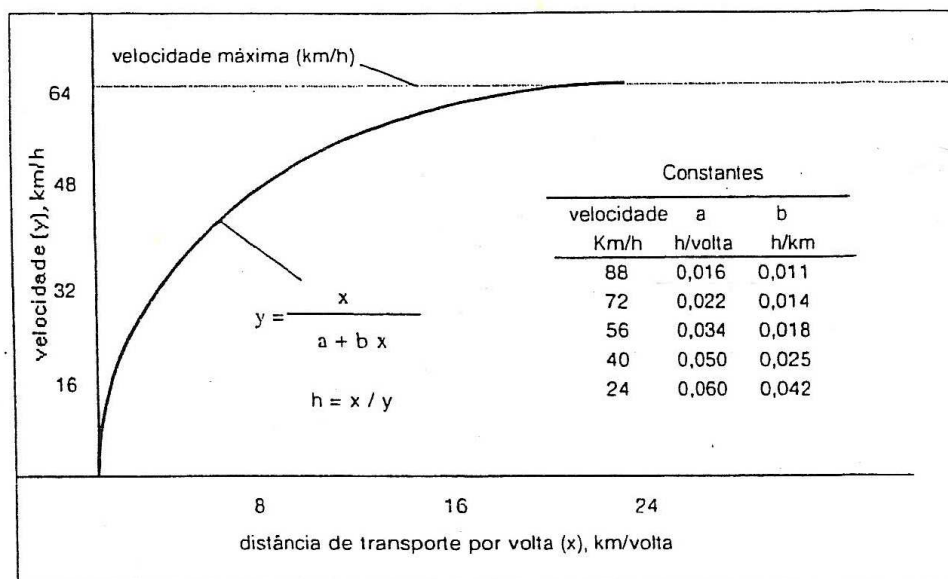


Figura 18 - Correlação entre a velocidade de transporte e a distância de transporte por volta para contentores transportáveis (adaptado de Tchobanoglous et. al.; 1993)

Substituindo a expressão (1) pela (2), o tempo total por volta será:

$$T_{hcs} = (P_{hcs} + s + a + bx) \quad (3)$$

Tempo efectivo de recolha:

$$P_{hcs} = pc + uc + dbc \quad (4)$$

sendo:

P_{hcs} = tempo efectivo de recolha por volta (h/volta)

pc = tempo requerido para carregar o contentor cheio (h/volta)

uc = tempo requerido para descarregar o contentor vazio (h/volta)

dbc = tempo requerido na deslocação entre contentores (h/volta)

Nota: Se o tempo entre contentores não for conhecido por ser estimado pela equação (2). Neste caso, a distância entre contentores é substituída pela distância de transporte e pelas constantes de velocidade de transporte correspondentes à velocidade 24 km/h.

O número de voltas que pode ser efectuado por um veículo num dia de trabalho, entrando em conta com o tempo não produtivo (W), é determinado pela seguinte equação:

$$\text{Número de voltas/dia:} \quad N_d = |H(1 - W) - (t_1 + t_2)| / T_{hcs} \quad (5)$$

sendo:

N_d = número de voltas por dia (voltas/dia)

H = horas de trabalho por dia (h/d)

W = factor de tempo não produtivo, expressão em fracção (varia entre 0.10 a 0.40, típico 0.15)

t_1 = tempo despendido na deslocação da garagem ao 1.º ponto da recolha (h)

t_2 = tempo despendido desde o último ponto da recolha à garagem (h)

T_{hcs} = tempo de recolha por volta (h/volta)

Os valores para a equação (5) podem ser obtidos a partir da figura 18 e da tabela 5.

Tabela 5 - Valores representativos de vários sistemas de recolha de contentores (adaptado de Tchobanoglous et al; 1993)

Tipo de veículo	Sistema de carga	Taxa de compactação (r)	Tempo requerido para carregar o contentor cheio e colocar o vazio (h/volta)	Tempo requerido para esvaziar o contentor (h/contentor)	Tempo no local de deposição (h/volta)
Móveis					
grua	mecanizado	-	0.067		0.053
rebocável	mecanizado	-	0.40		0.127
rebocável	mecanizado	2.0-4.0 ^a	0.40		0.133
Estacionários					
compactador	mecanizado	2.0-2.5		0.008-0.05 ^b	0.10
compactador	manual	2.0-2.5			0.10

^a contentores com compactadores fixos; ^b o tempo depende da dimensão do contentor.

O número de voltas que se podem realizar por dia (equação 5), pode ser comparado com o número de voltas necessárias, de acordo com a seguinte equação:

$$N_d = V_d / (cf) \quad (6)$$

sendo:

N_d = n.º de voltas por dia (voltas/dia)

V_d = quantidades diárias de resíduos a recolher (m³/dia)

c = capacidade média dos contentores (m³/volta)

f = factor de utilização dos contentores (fracção ocupada pelos resíduos).

Contentores estacionários

Para determinar os indicadores relativos aos sistemas que auto-carregam e despejam os contentores, contentores estacionários de carregamento mecânico, Tchobanoglous et al. (1993), propõem as seguintes expressões (7) a (11):

Tempo de recolha:

$$T_{scs} = (P_{scs} + s + a + bx) \quad (7)$$

sendo:

T_{scs} = tempo por volta (h/volta)

P_{scs} = tempo efectivo de recolha por volta (h/volta)

s = tempo no local de deposição (h/volta)

a = constante empírica (h/volta)

b = constante empírica (h/km)

x = distância média de transporte (km/volta) (do centro de gravidade para o local de deposição)

Tempo efectivo de recolha:

$$P_{scs} = C_t (uc) + (n_p - 1) (dbc) \quad (8)$$

sendo:

C_t = número de contentores esvaziados por volta (contentores/volta)

uc = tempo médio de esvaziamento por contentor (h/contentor)

n_p = número de pontos de recolha (pontos/volta)

dbc = tempo despendido na deslocação entre contentores(h/ponto)

(n_p-1) = porque o número de vezes que o veículo tem que se deslocar até ao ponto de recolha é igual ao número de locais com contentores menos 1.

Se o tempo despendido na deslocação entre contentores for desconhecido, pode-se usar a expressão $h = a + bx$, onde as constantes de velocidade (a e b) são relativas à velocidade de 24 km/h (Figura 18).

O número de contentores que pode ser esvaziado por volta, depende da capacidade do veículo e da sua taxa de compactação, esse número é dado pela expressão:

$$C_t = vr / cf \quad (9)$$

sendo:

v= volume da caixa do veículo (m³/volta)

r= taxa de compactação do veículo

c= volume do contentor (m³/contentor)

f= factor de utilização do contentor (valor típico 0.6)

Nota: No caso de recolhas porta-a-porta, tem que se considerar, ainda, a taxa de apresentação dos contentores, ou seja, a percentagem de produtores que apresentam o seu recipiente para remoção no dia da recolha (valor típico 0.8)

O n.º de voltas a efectuar por dia pode ser estimado pela seguinte equação:

$$N_d = V_d / vr \quad (10)$$

sendo:

N_d = n.º de voltas por dia (voltas/dia)

V_d = quantidade média de resíduos a recolher por dia (m³/dia)

O tempo requerido por dia, tendo em conta o factor de tempo não produtivo (W), pode ser expresso:

$$H = [(t_1 + t_2) + N_d (T_{scs})] / (1 - W) \quad (11)$$

sendo:

t_1 = tempo de deslocação da garagem ao 1.º contentor (h)

t_2 = tempo de deslocação aproximado do último ponto do circuito à garagem (h) * (restantes factores já descritos).

* t_2 é o tempo de deslocação aproximado porque nos sistemas de contentores estacionários, os veículos após a conclusão do circuito, deslocam-se primeiro ao local de deposição e só depois para a garagem. Quando o tempo de deslocação do local de deposição à garagem for inferior a $\frac{1}{2}$ do tempo de transporte, t_2 assume-se igual a zero. Se o tempo de deslocação do local de deposição à garagem for superior ao tempo de transporte, então t_2 será igual ao tempo que vai do local de deposição para a garagem menos $\frac{1}{2}$ do tempo de transporte.

Stone e Stearns (1969) desenvolveram também modelos de produtividade dos sistemas de recolha e transporte. As equações (12) e (13), apresentadas de seguida, foram desenvolvidas por estes autores.

Tempo total para uma volta:

$$X_1 = Vt\rho / Q + B + K + D \quad (12)$$

sendo:

X_1 = tempo total necessário para completar uma volta (recolher e depositar uma carga) (min.)

V = capacidade do veículo (m^3)

t = tempo médio por ponto de recolha mais o tempo de deslocação até ao próximo ponto (min.)

ρ = peso específico dos RU no veículo (kg/m^3)

Q = quantidade média de RU por ponto de recolha (kg)

B = tempo médio de uma deslocação entre o circuito e o local de deposição da carga (min.)

D = tempo médio de deposição da carga (tempo no local de deposição) (min./carga)

Após a realização da primeira volta a equipa deve decidir se há tempo suficiente para regressar ao circuito e efectuar uma segunda volta. Neste caso, os factores a considerar são a carga parcial mínima a recolher e as regras relativas às horas extraordinárias. Se, por exemplo, for assumido que a carga mínima parcial a recolher não deverá ser inferior a $\frac{1}{8}$ da capacidade do veículo e que as horas extraordinárias não poderão ultrapassar $\frac{1}{2}$ h, então (Rhyner et al., 1995):

se $X_1 + 2B + D > 510$ minutos (8 horas de trabalho mais $\frac{1}{2}$ hora extraordinária), a equipa finaliza o seu dia de trabalho;

se $X_1 + 2B + D < 510$ minutos, a equipa regressa ao circuito para realizar a 2.^a ou 3.^a volta.

Em geral, o veículo realizará um número total de n voltas, sendo:

$$X_n = (n + a - 1) V_{tp} / Q + (2n - 1)B + K + nD \quad (13)$$

$X_n < 510 < X_{n+1}$ e $a > 1/8$. Se $a < 1/8$, só $n-1$ voltas se realizarão

a = número de cargas possíveis

n = número de voltas

Quando a equação (13) for utilizada para estimar o número de cargas cheias e parciais a recolher, medidas de eficiência, como, por exemplo, toneladas recolhidas por veículo, número total de pontos de recolha por veículos e custos de mão-de-obra por tonelada de resíduos recolhidos, podem ser calculados (Rhyner et al. 1995).

5.8 Circuitos de remoção e transporte

A remoção e transporte dos RSU dos locais de deposição até aos de tratamento ou destino final, com ou sem passagem por estações de transferência, assenta em circuitos estabelecidos com o fim de otimizar tempos de remoção, mão-de-obra e equipamentos.

Quando na remoção e no transporte para o destino final (DF) são utilizados os mesmos veículos, todo o processo de transporte é designado como sendo em baixa. Por outro lado, quando existe uma estação de transferência (ET), há uma diferenciação entre os veículos de recolha e os veículos de transporte para destino final. Assim, no trajecto entre a estação de transferência e o destino final existe um transporte em alta, enquanto que o circuito de recolha e o trajecto até à estação de transferência designa-se por transporte em baixa.

Os veículos utilizados no transporte em alta possuem, em norma, maior capacidade de transporte e praticam velocidades mais elevadas quando comparados com os veículos que realizam o transporte em baixa.

A definição e sistematização dos circuitos de recolha é fundamental em todo o processo de remoção de RSU, pois é a base necessária para o funcionamento de todos os sistemas a jusante (Tratamento e Deposição de RSU).

Para definir os circuitos de recolha, ao nível do aglomerado urbano, este é dividido em zonas, que são por sua vez divididas em circuitos. Ao contrário do que se pode pensar, por vezes a escolha e definição das zonas e circuitos não obedece a um planeamento cuidado e exaustivo, mas a razões de ordem histórica. Muitos serviços de recolha encontram-se pouco otimizados, com ineficiências várias, donde resultam encargos superiores aqueles que seriam necessários se fosse adoptado um planeamento adequado.

O planeamento e optimização dos circuitos deverá, actualmente, ser efectuado com recurso a métodos de Investigação Operacional e a Sistemas de Informação Geográfica, tendo como base o estudo criterioso da área a servir, que deve observar as seguintes etapas:

Análise da estrutura viária da área a servir com vista a definir quais os arruamentos por onde podem transitar as viaturas, quais podem ser servidos em ambos os sentidos, quais os que podem ser servidos por uma única passagem e qual o tipo de veículo a utilizar;

Análise dos arruamentos, praças e pátios que ficam excluídos da recolha pelos veículos e definição dos pontos de deposição;

Estudo e definição do tipo de remoção e da capacidade e tipo dos recipientes a distribuir, conforme o zonamento adoptado;

Estudo do sistema de deposição a ser aplicado;

Individual

Colectivo

Misto;

Efectuada esta análise, pode-se passar ao dimensionamento do equipamento de recolha, sendo necessário conhecer a quantidade de resíduos a remover. Pode-se utilizar o critério da população servida ou efectuar-se um inquérito prático e expedito, onde se determinam as quantidades médias produzidas pelos diferentes intervenientes no processo (domésticos, industriais e comerciais).

Relativamente aos custos associados a todo o processo de remoção e transporte, há a salientar que deverão ser contabilizados os custos de manutenção, os custos de mão-de-obra, os custos de combustíveis e os custos de amortização de equipamento.

No que diz respeito especificamente à mão de obra, este é um parâmetro cujos custos associados dependem directamente da dimensão das equipas que operam no sistema de remoção. As equipas deverão ser dimensionadas consoante as exigências do sistema em causa.

A questão da amortização dos equipamentos constitui, muitas das vezes, uma lacuna na contabilização dos custos globais do sistema. Torna-se, por isso, necessário considerar os custos associados a este parâmetro, na medida em que podem influenciar, de forma substancial, o custo por tonelada de RSU recolhidos.

6 Separação e Processamento de Resíduos.

A separação dos RU em fluxos e fileiras é um processo essencial na gestão integrada de resíduos podendo ser realizada em qualquer fase do sistema de gestão e por diversas vezes.

A primeira separação pode ser efectuada logo na fonte assim como durante ou após a recolha, nas estações de triagem, de valorização ou até em aterros.

Se a recolha dos RU for indiferenciada, a sua separação á entrada da estação de valorização representa muitas vezes a primeira etapa do processo, podendo ocorrer também a triagem dos resíduos valorizáveis após tratamento.

Devido a importância que a valorização tem adquirido muitas comunidades optam pela construção de estações de triagem de RU. São unidades onde os resíduos misturados ou separados na origem, são triados e processados mecânica ou manualmente conseguindo assim recuperar diferentes fileiras para reciclagem e fluxos para valorização.

Graças as estações de triagem é possível diminuir a quantidade de RU a depositar em aterro, favorecendo assim a quantidade de matérias recuperados aumentando assim a competitividade em termos de mercado, simplificando as exigências de separação na origem e contribuindo para a redução de custos de recolha e aumento da taxa de participação dos cidadãos nos sistemas de recolha selectiva.

As estações de triagem podem receber os recicláveis separados na fonte, que requerem o mínimo de processamento, ou os recicláveis como uma mistura de resíduos exigindo, assim, mais separações e processos mais sofisticados antes de encaminhados para as respectivas indústrias recicladoras.

Uma estação de triagem pode ter diversos tamanhos operando para quantitativos entre 25 000 - 200.000 ton/ano, embora mais comum sejam estações de triagem a funcionar entre 50.000 - 100.000 ton/ano.

6.1 Operações unitárias e Equipamentos para Processamento de RU

Equipamento fixo mais utilizado nas estações de triagem para o processamento de RU:

✘ Equipamento de transporte de materiais

- Transportador de correia
- Transportador de parafuso
- Transportador de manta
- Elevador de êmbolo
- Transportador de draga
- Transportador pneumático
- Transportador vibratório (tabuleiro)

✘ Equipamento de redução de tamanho

- Triturador de latas
- Laminador de latas
- Esmagador de vidro
- Granulador de plástico
- Perfurador de plástico
- Enfardador

✘ Equipamento de separação

- Separador magnético
- Separador de alumínio
- Crivos {
 - Disco
 - Tambor Rotativo
 - Vibratório
 - Oscilante
- Passadeira rolante de cortina
- Classificador por ar

✘ Equipamento de Ambiente

- Sistema de recolha de poeiras
- Aparelhos de controlo de ruído e vibrações
- Sistema de controlo de odores
- Aquecimento, ventilação e ar condicionado

✘ Outro equipamento

- Contentores fixos para armazenamento
- Local pavimentado para carregamento de fardos
- Veículo carregador

Algum deste equipamento, acima descrito, é também utilizado noutros tecnossistemas de RU, nomeadamente nas estações de transferência, de compostagem, de incineração e aterros sanitários.

Transportadores

Os transportadores têm como função fazer a transferência dos resíduos de um local para o outro. Os mais comuns nas estações de triagem são, o transportador de correia (telas transportadores, passadeiras transportadores)

Equipamento de Separação

Separadores magnéticos – A separação magnética é uma operação unitária que visa a recuperação de metais ferrosos do fluxo dos resíduos, utilizando as propriedades magnéticas. Os magnetos podem ser do tipo permanente ou electromagnético. Existem três configurações possíveis para estes separadores, nomeadamente, tambor, correia (tela) magnética ou roldana de cabeça magnética.

A eficiência da separação magnética é afectada pela altura do fluxo de resíduos misturados. Para uma remoção mais complexa dos materiais ferrosos pode ser necessário recorrer a uma segunda separação, utilizando um segundo separador magnético, em linha.

Separadores de alumínio (contra corrente) – nas estações de triagem mais simples, as latas de alumínio (material não ferroso) são separadas manualmente, após a passagem dos resíduos por um separador magnético. Os materiais não ferrosos podem ser separados dos restantes

materiais não metálicos por meio de correntes induzidas nos metais com um campo alternado. Estas correntes induzidas produzem um campo magnético de direcção oposta ao campo magnético aplicado. Como resultado, os metais são ejectados e separados dos outros materiais. Diferentes metais não ferrosos e de diferentes formas (e.g. folhas de alumínio, latas de alumínio) podem ser separadas por outras vias.

Funcionam em contra corrente, isto é em efeito de repulsão.

Separação por dimensões – A crivagem é uma operação unitária utilizada para separar misturas de materiais de diferentes dimensões, em duas ou mais fracções, em função do seu tamanho e através de uma ou mais superfícies de crivagem. O equipamento de crivagem tem como principais aplicações no processo dos RU: remoção de materiais de sobredimensão e de subdimensão; separação dos resíduos em leves - combustíveis e pesados – não – combustíveis separação do papel, plásticos e outros materiais leves, do vidro e dos metais, separação de materiais de sobredimensão das cinzas de combustão.

Os crivos mais utilizados na separação mecânica dos RU são o crivo vibratório, o crivo rotativo ou trommel e o crivo de disco.

Os crivos por dimensões encontram-se presentes em todas as estações de triagem.

Classificação por ar – A classificação por ar, operação unitária também designada por elutrição, é utilizada para separar os materiais leves, como o papel e o plástico, dos pesados, como os metais ferrosos e o vidro, com base na diferença de densidade dos materiais submetidos a um fluxo de ar. Quando os RU triturados são introduzidos num fluxo de ar com velocidade suficiente, os materiais mais leves são arrastados com o fluxo de ar enquanto que os materiais mais pesados caem na direcção contrária.

A classificação por ar é utilizada nas estações de triagem para separar o material orgânico, normalmente designado por fracção de ar leve, da fracção inorgânica mais pesada. Pode ser utilizada também para separar misturas de vidro e plástico.

Apesar de poderem apresentar diferentes configurações, sendo o tipo vertical direito um dos mais comuns.

Redução de dimensões

A redução das dimensões do Resíduos Urbanos é uma operação essencial na separação mecânica. Facilita o manuseamento e transporte dos materiais e torna-os mais uniformes, condição que é necessária à maioria dos equipamentos de processamento. Dentro dos processos de redução evidenciam-se a trituração e a compactação.

A trituração é o termo utilizado para descrever o processo mecânico pelo qual as dimensões dos resíduos são reduzidas a partículas mais pequenas e uniformes. A redução de tamanho aumenta a homogeneidade e o peso específico dos resíduos. Esta operação unitária pode ser incorporada em diferentes alternativas para a gestão dos resíduos. Tamanhos mais pequenos e uniformes das partículas são necessários em muitas técnicas de separação utilizadas tanto nas estações de transferência, como nas de compostagem e nas de incineração (Rhyner et al., 1995). O aumento da densidade resulta num transporte mais eficiente na necessidade de menor espaço em aterro sanitário.

Os trituradores mais comuns, utilizados no processamento de resíduos, são o moinho de martelos, o moinho de malho e o triturador por cisalhamento. Na operação do moinho de martelos, os martelos, ligados a um elemento rotativo batem nos resíduos que vão entrando e forçam a saída do material triturado da unidade, que pode ou não estar equipada com grelhas de fundo, de dimensões variáveis.

O moinho de malho é semelhante ao anterior mas promove apenas uma trituração mais grosseira, é um dispositivo só de uma passagem, enquanto no moinho de martelos os materiais permanecem até que consigam passar pela grelha fundo. Os moinhos de malho são frequentemente utilizados para rasgar os sacos.

O triturador de cisalhamento é, por sua vez, constituído por dois eixos, de rotação oposta, onde estão montados perpendicularmente uma série de discos que promovem a acção de corte. Os resíduos a triturar são direccionados para o meio dos eixos.

Compactação e enfardamento.

A compactação é uma operação unitária através da qual se promove o aumento de densidade dos materiais. Pode utilizar-se para diferentes fins, nomeadamente, obter maior eficiência no transporte ou armazenamento soa materiais, cumprir especificações de mercado ou como meio de preparação de fuel derivado dos resíduos nas unidades que realizam esta acção.

O enfardador é um dos equipamentos de processamento mais utilizado numa estação de triagem de resíduos urbanos, é utilizado para o enfardamento do papel e cartão, dos plásticos, das latas e peças metálicas. Este equipamento reduz o volume dos resíduos a armazenar, prepara-os para a comercialização e aumenta a sua densidade, reduzindo, assim, os custos de transporte.

Podem encontra-se no mercado diferentes tipos de enfardadores, mais ou menos automatizados, existindo tipos específicos para os casos em que se pretende que o mesmo enfardador seja utilizado para diferentes materiais. A escolha do enfardador é feita através deste aspecto, bem como, das especificações de mercado, nomeadamente no que se refere às dimensões dos fardos e tipos de materiais utilizados para os atar.

6.2 Estações de Triagem

As estações de triagem podem incluir tecnologias e equipamentos mais simples (sistemas com processos de baixa tecnologia, de pequena capacidade e com uma componente de separação manual importante), ou mais complexos (sistemas de alta tecnologia, de grande capacidade, com mecanização intensiva, elevados custos de investimento, operação e manutenção). A opção pela selecção de uma ou outra abordagem depende de um conjunto de factores relacionados, nomeadamente, com o tamanho, os custos, a localização, os impactes ambientais e as condições económicas da área particular em estudo.

Separação manual, utiliza um conjunto de pessoas que separam os materiais recicláveis dos tapetes rolantes para contentores específicos ou para telas transportadoras. Para alguns tipos de separação esta é actualmente, a única opção, como por exemplo, para a separação de papéis coloridos. Contudo para outros materiais esta separação é difícil, é o que acontece com os metais.

Esta separação tem como vantagem conseguir um grau de separação mais elevado, com produtos menos contaminados e investimentos mais baixos. Como desvantagem tem o facto de requer mão-de-obra intensiva, com variações de eficiência devido a á fadiga, riscos de saúde, acidentes e custos de mão-de-obra elevados. Contudo algum destes riscos podem ser atenuados através de medidas de circulação e filtragem de ar, utilização de vestuário adequado, rotação dos trabalhos de concepção ergonómica dos locais de operação.

Separação semi-automática

Estes sistemas associaram a separação manual tecnologias da separação mecânica.

Esta técnica tem como benefícios:

- Melhoria da eficiência na separação de alguns materiais
- Decréscimo dos custos unitários de separação
- Aumento das condições de segurança do pessoal afecto
- Melhoria do preço de venda dos materiais e acesso a novos mercados

Neste tipo de estação de triagem podem existir, entre outros equipamentos, crivos rotativos para separar os elementos mais finos e separadores magnéticos para a separação dos materiais ferrosos do alumínio. Mesmo assim é também fundamental a separação manual.

Separação Automática

Este sistema utiliza uma combinação de diversos equipamentos mecânicos, recorrendo às propriedades físicas dos materiais, como o tamanho, o peso e a área superficial.

Actualmente já encontramos algumas separações manuais específicas, tais como a separação entre as garrafas de PVC e as de PET, realizada com sensores de raio X que detectam a presença dos átomos de carbono no PVC, e a separação entre o polipropileno (PP) e o polietileno de alta densidade (HDPE). Consegue-se também seleccionar o casco (vidro velho) por cores através de sistemas ópticos e é também possível remover deste material certos contaminantes, como a cerâmica, através de detectores de cerâmica.

Para alguns materiais a separação automática é menos eficiente que a separação manual. Se compararmos uma estação de triagem manual equivalente com uma de separação automática, esta vai apresentar maiores custos de investimento e menores de mão-de-obra e ainda a desvantagem de não serem tão flexíveis em relação a alterações no tipo de materiais e às flutuações do preço de mercado dos materiais recuperados.

A implementação de uma estação de triagem deve envolver a análise dos seguintes aspectos:

- Definição dos objectivos e funções da estação;
- Especificação do tipo de materiais que se pretende separar;
- Identificação das especificações requeridas pelo mercado para os recicláveis;
- Desenvolvimento de diagrama de fluxos do processo de separação;
- Determinação de balanços de massa;
- Concepção e dimensionamento das instalações;
- Selecção do equipamento a utilizar;
- Implementação de sistemas de controlo ambiental.

Independentemente do tipo de resíduos que a estação de triagem recebe para processar, esta inclui sempre três zonas principais, destinadas:

- a) À descarga das viaturas,
- b) Ao processamento dos resíduos
- c) À formação de fardos e armazenagem dos materiais recuperados e dos rejeitados.

Para além destes espaços são também necessárias áreas destinadas às funções administrativas, de manutenção, de apoio ao pessoal e de sistemas de controlo ambiental.

No nosso país a recolha selectiva mais comum é efectuada pela colocação de contentores para deposição dos respectivos materiais (papel/Catão, vidro, embalagens). São depois conduzidos para as estações de triagem para selecção de alguns dos RU proveniente da recolha. A separação dos diferentes materiais é feita manualmente, sendo a dos materiais ferrosos realizada por separadores electromagnéticos. Os materiais que não são passíveis de valorização são conduzidos para aterro.

7 Valorização e Tratamento de Resíduos

A valorização inclui qualquer das operações que permitam o reaproveitamento dos resíduos e que se englobem em duas categorias: reciclagem (material ou orgânica) e valorização energética. Neste capítulo serão apresentadas as operações de valorização mais comuns na gestão de RU, ou seja, a reciclagem material, por fileiras e fluxos, a compostagem, a biometanização (ou digestão anaeróbia) e a incineração.

A valorização orgânica pode processar-se por compostagem ou por digestão anaeróbia. Na compostagem, a fermentação dos produtos biodegradáveis é realizada na presença de oxigénio, ou seja, por fermentação aeróbia. Pelo contrário, na digestão anaeróbia, a fermentação efectua-se sem a presença de oxigénio. Em ambos os processos, os produtos resultantes são sujeitos a um pós-tratamento por maturação, podendo ainda seguir-se, no final, uma afinação.

A Quadro 11 permite relacionar alguns dos materiais constituintes dos RU com os diversos métodos de valorização. Constatase que a presença de determinados constituintes dos RU é indesejada em algumas situações, como os plásticos, metais e vidros na reciclagem orgânica ou o vidro e os metais na valorização energética. Além disso, é salientada a importância da gestão de RU ser pensada e tratada de uma forma integrada.

Fileiras	Reciclagem multimaterial	Reciclagem orgânica	Incineração com valorização energética
Papel	√	√	√
Vidro	√		
Plástico	√		√
Metais	√		
Mat. Fermentáveis		√	√
Têxteis	√	√	√

Quadro 11 Relação entre a constituição física dos RU e os métodos de valorização (Waite, 1995)

7.1 Reciclagem

Na gestão integrada de resíduos, a reciclagem é uma componente necessária e, se devidamente concebida, pode originar benefícios económicos e sociais significativos: poupança a nível de consumo de recursos ou de espaço em aterro, redução da poluição, aumento da eficiência de outros processos como a compostagem ou a incineração e a possibilidade de permitir aos cidadãos uma participação activa na melhoria da qualidade do ambiente.

De acordo com o definido no Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro na Portaria n.º 15/96, de 23 de Janeiro, entende-se por reciclagem o reprocessamento dos resíduos num processo de produção. Para o fim original ou para outros fins, considerando-se incluídos neste tipo de operação, nomeadamente, a reciclagem material, a compostagem e a regeneração. Envolve, portanto, um ciclo que começa e finaliza no agente “consumidor”, através da transformação de um material usado num outro pronto a ser usado.

Esta definição mantém-se idêntica à da Portaria n.º 15/96, de 23 de Janeiro, que foi revogada pela Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março (que aprova a LER).

Cada material reciclável tem um ciclo específico que compreende um conjunto sucessivo de etapas, tendo início no momento em que cada produto se transforma em resíduo reciclável, passando pela sua recolha (deposição e recolha), transporte para as estações de triagem, processamento, transporte para as indústrias recicladoras, transformação num produto reciclado, distribuição, comercialização, finalizando no seu consumo. A interrupção de um destes estágios ou o seu deficiente funcionamento compromete a reciclagem, pelo que deverão ser analisados todos os eventuais factores de bloqueio que possam por em causa o completar do ciclo.

7.1.1 Factores determinantes para o sucesso da reciclagem

Vários factores poderão constituir barreiras ao sucesso da reciclagem, entre os quais se destacam: a adesão dos cidadãos aos sistemas de recolha selectiva; o grau de contaminação dos materiais, as dificuldades no seu processamento e preparação para as indústrias de reciclagem; a competição com as matérias-primas virgens (devido essencialmente aos elevados custos de transporte e processamento dos recicláveis) e a baixa procura de produtos reciclados por parte dos consumidores.

A adesão dos cidadãos aos programas de recolha selectiva relaciona-se com diversos factores que vão desde as suas características sócio-demográficas (e.g. idade, nível sócio-económico, grau de educação, informação e conhecimento sobre o sistema de RU), às características psicossociais (e.g. grau de preocupação em relação à problemática dos resíduos, atribuição de responsabilidade, valores, crenças, atitudes, motivações, influência social, percepção das dificuldades para a realização de comportamentos de reciclagem, hábitos de deposição dos resíduos) e às situações operacionais dos sistemas (e.g. grau de informação aos utentes, promoção dos sistemas, carácter voluntário ou obrigatório dos programas, número, distâncias e tipo de recipientes disponíveis para a deposição selectiva, grau de separação a efectuar na fonte, frequência e horário da recolha, características urbanas, aspecto estético, higiene e segurança dos locais de deposição).

7.2 Implementação da recolha selectiva

A recolha seletiva e a reciclagem de resíduos são soluções desejáveis, por permitirem a redução do volume de lixo para disposição final. O fundamento da recolha seletiva é a separação, pela população, dos materiais recicláveis (papéis, vidros, plásticos e metais) do restante do lixo.

A implantação da recolha seletiva pode começar com uma experiência-piloto, que vai sendo ampliada aos poucos. O primeiro passo é a realização de uma campanha informativa junto à população, convencendo-a da importância da reciclagem e orientando-a para que separe o lixo em recipientes para cada tipo de material.

É aconselhável distribuir à população, ao menos inicialmente, recipientes adequados à separação e ao armazenamento dos resíduos recicláveis nas residências (normalmente sacos de papel ou plástico).

A instalação de postos de entrega voluntária (PEV) em locais estratégicos melhora a operação da recolha seletiva em locais públicos. A mobilização da sociedade, a partir das campanhas, pode estimular iniciativas em conjuntos habitacionais, shopping centers e edifícios comerciais e públicos.

Deve-se buscar elaborar um plano de recolha, definindo equipamentos e periodicidade de recolha dos resíduos. A regularidade e eficácia no recolhimento dos materiais são importantes para que a população tenha confiança e se disponha a participar. Não vale a pena iniciar um

processo de recolha seletiva se há o risco de interrompê-lo, pois a perda de credibilidade dificulta a retomada.

Finalmente, é necessária a instalação de um centro de triagem para a limpeza e separação dos resíduos e o acondicionamento para a venda do material a ser reciclado.

Um programa de reciclagem terá mais sucesso se tiver em consideração medidas que evitem ou reduzam as barreiras mais comuns aos comportamentos de reciclagem. Um sistema produzirá melhores resultados se (Martinho, 1998):

- Não implicar um grande número de separações na fonte (em média duas a três);
- Cada separação abranger um maior número componentes (recolhidos como uma mistura de recicláveis);
- Os equipamentos de deposição estiverem convenientemente localizados (locais de passagem frequente e não muito distantes das habitações);
- A recolha dos recicláveis nos sistemas porta-a-porta se realizar nos mesmos dias que os não recicláveis, ou pelo menos num dia distinto mas com uma frequência semanal;
- O sistema de reciclagem não exigir alteração muito radical dos hábitos;
- A manutenção dos sistemas (aparência, higiene e segurança) for visível para os utentes;
- For feita uma boa promoção dos sistemas com aplicação das estratégias de mudança de comportamentos mais adequadas aos diferentes segmentos da população, em função das suas características específicas.

Um bom programa de promoção do sistema implementado é um factor vital para encorajar as pessoas a utilizá-lo. O envolvimento de grupos locais, empresas, órgãos de comunicação, jovens ou líderes de bairro, é uma boa via para a promoção destes sistemas. As informações verbais transmitidas pelos líderes de bairro originam melhores resultados que a informação escrita. O comprometimento escrito também é mais efectivo que o verbal e parece ser tão eficiente quanto a estratégia de recompensas. Fornecer uma meta aos grupos, para a quantidade desejada de material a reciclar, também aumenta a participação (Gonçalves, 1997).

Todos os equipamentos deverão ter afixadas informações relativas aos materiais admissíveis, contaminantes a evitar, nome e logotipo da entidade responsável pela sua gestão e um número

de telefone, linha verde, para informações suplementares. As campanhas de sensibilização devem ser feitas numa base periódica, para ir lembrando e mantendo viva a participação. Os programas têm que funcionar bem, devem ser visíveis e fornecer informações claras, práticas e positivamente incentivadoras (Rogoff e Williams, 1994; Waite, 1995; Porter et al., 1995).

A revisão sobre as estratégias consequentes (estratégias realizadas após a implementação do sistema de recolha selectiva) também permite algumas conclusões gerais. Informações de feedback, sobre os resultados e evolução dos programas, são um elemento fundamental para incentivar a participação e a sua associação ao estabelecimento de metas é bastante efectiva. As experiências que utilizam recompensas também registam aumentos na reciclagem, especialmente as lotarias e sorteios, mas o seu efeito é temporário. Além disso, as experiências municipais fornecem fortes evidências que a aplicação de tarifários proporcionais à quantidade de RU produzidos (incentivo/desincentivo material) aumenta as taxas de reciclagem (consultar capítulo 8).

As regras básicas para as estratégias de mudança de comportamentos de reciclagem são as seguintes:

- As mensagens, slogans e apelos motivacionais, não são normalmente suficientes para iniciar a mudança de comportamentos, a menos que a resposta desejada seja conveniente, que as mensagens se baseiem em crenças e normas fortes e socialmente reconhecidas por todos, que possibilitem a transferência dos motivos extrínsecos para intrínsecos, que as informações ocorram perto dos pontos da acção desejada e sejam bastante claras em relação ao porquê, como e onde. As informações que falham na ligação às normas sociais e nas instruções ou consequências positivas devem ser evitadas. Os compromissos públicos e o estabelecimento de metas são muito efectivos não só para os potenciais participantes como para os próprios políticos, ter uma meta representa ter um desafio;
- A ameaça de acções negativas pode ser eficaz para iniciar um programa de reciclagem mas frequentemente produz comportamentos opostos aos desejados. Os recicláveis deixados no passeio pelos operadores de recolha, por exemplo, resultam muitas vezes em sentimentos negativos e ressentimentos que são difíceis de reverter. A percepção de ameaças às liberdades pessoais e as respostas psicológicas negativas, podem ser evitadas por abordagens de planeamento participativo. O reforço associado ao comportamento de grupo produz um nível adicional de controlo social e é vantajoso,

quando possível. A pressão por iguais é muito efectiva. Um bom exemplo é a sensação de ser a única casa que não coloca os recicláveis à porta, a ausência é notada pelos vizinhos;

- Os incentivos educacionais são normalmente mais eficientes quando ligados a uma audiência participativa, via diálogo e demonstração.

As apresentações escritas e vídeos fornecidos de uma forma passiva são menos efectivos. As estratégias que apresentam exemplos, ou fornecem modelos para mudar os comportamentos são bem-sucedidas, especialmente se se relacionarem com os materiais de suporte que repetem os princípios do exemplo. O princípio “pratica o que pregas” é bastante importante, especialmente se for adoptado pelas próprias entidades oficiais;

- Antes de se inicializar uma estratégia de promoção, ou educação, é necessário conhecer o nível de consciencialização do público, os conhecimentos, as atitudes e a avaliação que fazem das políticas implementadas. A segmentação da população alvo em diferentes grupos com características mais homogéneas, é fundamental.

Muitos dos responsáveis pelos programas de reciclagem partem do princípio que as pessoas ou não sabem nada acerca da reciclagem ou sabem e preocupam-se tanto como eles. Como referem Rogoff e Williams (1994) raramente estes pressupostos correspondem à verdade.

Relativamente ao grau de contaminação dos materiais, muitos contaminantes são possíveis de remover através de processos de separação, lavagem e refinação, contudo existem algumas limitações, particularmente quando na presença de produtos químicos ou físicos incorporados na estrutura dos próprios resíduos. A presença de contaminantes pode mesmo tornar os resíduos impróprios para reciclagem, mas na maioria dos casos apenas diminui o seu valor, degradando as suas propriedades e limitando o leque de possíveis aplicações (HMSO, 1991).

Desta forma, é fundamental que os bens de consumo sejam concebidos com vista à sua posterior reciclagem, tanto em relação ao grau de contaminantes incorporados como à mistura de diferentes materiais (e.g. embalagens com vários tipos de plástico).

Os contaminantes característicos dos materiais recicláveis, apresentados na tabela 12, podem-se subdividir em duas categorias:

- **Contaminantes residuais**, os que não são removidos nas operações de processamento dos recicláveis e que reduzem a qualidade do material ou do produto reciclado,

- **Contaminantes não residuais**, os que podem ser removidos pelas operações de processamento mas que, por questões de eficiência técnica e/ou económica ou de poluição, que originam em processos mais sofisticados (efluentes líquidos, gases e resíduos perigosos), permanecem nos materiais dentro dos limites legalmente aceitáveis.

Fileiras de materiais recicláveis	Contaminantes residuais	Contaminantes não residuais
Metal: Ferro e Aço Alumínio	Cobre, estanho, níquel, ferro, silício	Zinco Lítio, vidro, vestígios de silício, magnésio, estanho, chumbo
Papel	Tintas gráficas (> 10%), Tintas resistentes à água	Adesivos, grampos de arame, Plásticos
Vidro	Ferro, corantes de crómio	Metais, cerâmicas
Plástico	Corantes	Outros polímeros, bactérias, tintas, rótulos, adesivos
Materias. Fermentáveis	Metais pesados	Vidro

Quadro 12 Contaminantes potenciais por fileiras de materiais recicláveis (HMSO, 1991)

Um outro problema é o custo significativo que pode estar relacionado com o transporte dos materiais recicláveis, depois de separados e enfardados, especialmente se as indústrias estiverem localizados a grandes distâncias e se o peso específico dos materiais for muito baixo (e.g. plástico).

Outros factores que influenciam a reciclagem são, nomeadamente, os processos de fabrico e a capacidade técnica das indústrias, a legislação e política de ambiente (e.g. incentivos, financiamentos, taxas de deposição em aterro), a dinâmica da oferta e da procura e a evolução dos mercados e dos circuitos de comercialização.

7.2.1 Reciclagem de materias

As fileiras de RU correspondem aos materiais componentes dos resíduos, como o vidro, papel e cartão, plástico e metal. A matéria orgânica faz igualmente parte destas fileiras, contudo será abordada posteriormente na reciclagem orgânica.

Vidro

O sector do vidro de embalagem foi aquele que, pela primeira vez em Portugal, conseguiu dinamizar uma campanha de recolha de um produto com vista à sua reciclagem, com a colaboração directa do público.

Em 2001, foram recolhidas 25.000 toneladas de vidro das quais 6.455 toneladas foram para reciclagem, ou seja, cerca de 25%.

Verifica-se que a quantidade de vidro recolhido selectivamente tem vindo a aumentar devido às campanhas efectuadas, com sucesso, para sensibilização da população.



Figura 19 Quantidade de vidro recolhido pelos SMAUTs (Sistema Multimunicipal, Intermunicipal e Autarquia).

A reciclagem de resíduos de embalagens de vidro registou a evolução seguinte:

2007: 186 002 toneladas

2008: 223 430 toneladas

A quantidade recolhida pelos SMAUTs através de Ecopontos e Ecocentros atingiu 168 730 toneladas, o que representa uma evolução de 12% relativamente a 2007.

O peso relativo dos ecopontos e ecocentros na reciclagem total de resíduos de embalagens de vidro passou de 81% (2007) para 76% em 2008.

Uma das vantagens da recolha selectiva do vidro é que permite a sua reciclagem, diminuindo a agressão ao ambiente, assim como a utilização desnecessária de matéria-prima e de energia.

Evita, ainda, a sua presença no tratamento de resíduos sólidos.

- Compostagem- O composto que se obtém na presença de vidro é de pior qualidade;
- Incineração- Não sendo combustível, o vidro prejudica o rendimento do processo;

-
- Aterro Sanitário- Não sendo um material biodegradável, permanece muito tempo inalterável.

Processo produtivo

O vidro resulta da fusão, a temperaturas de cerca de 1.500°C, de uma mistura constituída por areia (com função vitrificante) e outras matérias-primas, tais como carbonato e sulfato de sódio e carbonato de cálcio (cal), magnésio e alumina. Por cada tonelada de vidro produzido utilizam-se cerca de 1,4 toneladas de matérias primas. Mesmo no processo normal de produção de vidro novo, adiciona-se à mistura inicial o casco (resíduos de vidro moído), por forma a baixar a temperatura de fusão.

A fusão das matérias-primas é feita em fornos de grandes dimensões, num processo que requer muita energia.

Importância da recolha selectiva

Casco é o nome dado ao vidro de embalagem destinado à reciclagem. Ao reciclar o casco, a indústria portuguesa consegue poupanças no consumo de energia e de matérias-primas.

Podem ser consideradas duas proveniências do casco.

- Reciclagem interna- desperdício do fabrico resultante de quebras na linha de engarrafamento;
- Reciclagem externa- utilização de embalagens retornáveis que já excederam a sua vida útil e que os engarrafadores remetem para a indústria do vidro de embalagem ou casco proveniente do vidro, embora este seja em menor escala.

Vantagens da reciclagem do vidro

A partir de uma tonelada de casco, pode produzir-se uma tonelada de vidro novo. Trata-se de um rendimento de 100%, logo uma situação extremamente favorável à indústria do vidro de embalagem.

1 Tonelada de Vidro Velho = 1 Tonelada de Vidro Novo

Por cada 100% de casco adicional que é introduzido num forno, obtém-se 2,5 a 3% de poupança no consumo de energia. Caso fosse possível obter casco em qualidade e quantidade suficiente para ser 100% o valor de incorporação deste num forno, então a poupança seria de 25 a 30%. O mesmo casco pode ser reciclado 50 a 100 vezes.



Figura 20 Ciclo do Vidro

Papel e cartão

Como suporte do desenvolvimento cultural, social e económico, o papel é um material indispensável ao crescimento das sociedades. É de notar as elevadas e crescentes percentagens de papel e cartão existentes nos RSU, particularmente nas cidades com forte componente terciária.

O papel e o cartão representam cerca de 25% da composição física dos RSU no nosso país e são a segunda fileira mais representativa. Os resíduos de papel constituem uma das matérias-primas que nos últimos 40 anos tem vindo a merecer um interesse cada vez maior da indústria papelreira. Este interesse deve-se a razões, não só de carácter ambiental mas, também, económicas e tecnológicas.

Na generalidade, o destino final deste fluxo de resíduos distribui-se por três opções: reciclagem, deposição em aterro e incineração com recuperação de energia. A solução mais vantajosa para o ambiente e para a sociedade é a da reciclagem.

A recolha selectiva do papel

Entende-se por recolha selectiva de papel e cartão, o conjunto de operações que visam a recolha e a preparação do papel velho para que posteriormente possa ser utilizado como matéria-prima por outras indústrias. Este conjunto de operações pode resumir-se em recolha, triagem, classificação, trituração, enfardamento e venda.

Os principais problemas associados à reciclagem do papel dizem respeito precisamente à recolha selectiva. A maior parte do papel e cartão recolhido nos contentores é de baixa qualidade. Para além disso, existem vários tipos de papel que não podem ser reciclados como, por exemplo, papel plastificado, betuminoso e papel com muita tinta (revistas). A recolha selectiva porta-a-porta melhora consideravelmente a qualidade do produto pois que ao fazer-se a separação em casa, este não é contaminado com os restantes resíduos.

Através das campanhas de sensibilização da população e de mecanismos desencadeados pelas autoridades competentes, a remoção selectiva do papel e cartão tem vindo a aumentar ao longo dos anos.

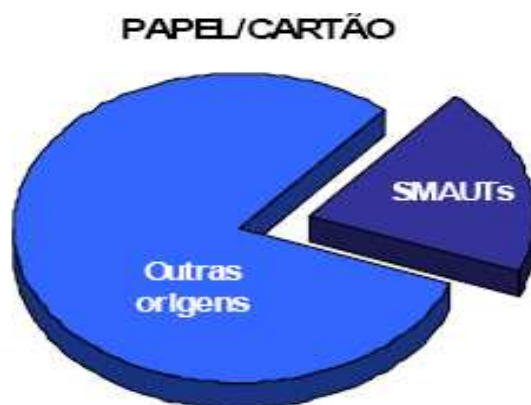


Figura 21 Quantidade papel/cartão recolhido pelos SMAUTs

A reciclagem de resíduos de embalagens de papel e cartão registou a evolução seguinte:

2007: 557 056 toneladas

2008: 563 267 toneladas

As quantidades globais acima indicadas incluem apenas resíduos de embalagens de origem nacional. A quantidade recolhida pelos SMAUTs através de Ecopontos e Ecocentros passou de um total de 93 023 toneladas em 2007 para 106 391 toneladas em 2008, o que representa uma evolução de 14%.

O peso relativo dos ecopontos e ecocentros na reciclagem total de resíduos de embalagens de papel e cartão passou de 17% (2007) para 19% em 2008.

Destino do papel e cartão recolhidos

O destino final dos resíduos de papel e cartão pode ser a reciclagem, a deposição em aterro, a incineração com valorização energética ou a compostagem. A solução ideal do ponto de vista económico e ambiental, é a da reciclagem.

Os resíduos de embalagens de papel e cartão são normalmente reciclados directamente sem adição de matéria-prima virgem. Mas podem também ser incorporados na matéria-prima virgem para produzir nova pasta de papel. Esta pasta é utilizada na produção de jornais, no fabrico de cartão liso ou canelado, ou mesmo na produção de novas embalagens.

As embalagens de cartão para bebidas também devem ser colocadas nos papelões, nos contentores azuis dos ecopontos e nos ecocentros, pois apesar de poderem ser constituídas por três tipos de materiais – cartão, alumínio e plástico, o cartão prevalece como o material mais representativo.

As embalagens de cartão para bebidas, uma vez que são feitas de matéria virgem (fibras muito resistentes), são muito apreciadas pela indústria de reciclagem de papel, já que possuem resistência à tracção. Uma das mais frequentes utilizações destes resíduos de embalagens é a do fabrico de sacos de papel.

Vantagens da reciclagem

O fabrico de uma tonelada de papel reciclado, relativamente à produção de papel novo:

- Permite poupar entre 15 a 20 árvores;
- Necessita entre 50 a 200 vezes menos água. Por cada tonelada de papel reciclado produzido poupa-se a quantidade de água equivalente ao consumo diário de mil pessoas,
- Consome 2 a 3 vezes menos energia;
- Diminui em 75% as emissões atmosféricas, em 25% as descargas para o meio aquático e consome menos 45% de oxigénio durante processo;

Reciclagem do papel

A indústria papelreira tem vindo a desenvolver a tecnologia que permite recuperar o papel descartado pelo consumidor depois de utilizado. Para isso, recolhe-o selectivamente e classifica-o por tipos, para que possa ser reciclado, de modo a servir várias utilizações.

A reciclagem do papel é conseguida através do aproveitamento das fibras de celulose existentes nos papéis usados para produzir papéis novos. As operações de desagregação e separação das fibras recuperadas dos papéis usados são processos mais simples do que as utilizadas para extrair fibras da madeira.

Após utilização, os resíduos de papel são introduzidos no processo, permitindo a redução da quantidade de pasta de papel necessária para a produção de papel novo (uma tonelada de papel reciclado permite poupar 2 a 3 m³ de madeira).

As fibras apenas podem ser recicladas 3 a 5 vezes, pelo que a obtenção de papel reciclado implica adicionar alguma quantidade de pasta de papel virgem para substituir fibras degradadas.

Plásticos

Os resíduos de embalagens, particularmente o plástico, justificam uma atenção especial, dada a natureza dos materiais que os constituem. Muitos resíduos de embalagens podem ser valorizados, desde que convenientemente tratados de acordo com a sua especificidade, resultando daí ganhos ambientais, económicos e sociais.

A utilização de plástico aumentou muito desde o seu aparecimento no mercado, devido às suas características físicas e químicas e aplicações possíveis, e ainda ao seu preço. Contudo, algumas destas propriedades pressupõem uma curta vida activa originando, conseqüentemente um rápido aumento da corrente de resíduos, como é o caso das embalagens.

Importância da recolha selectiva do plástico

Os materiais plásticos representam uma pequena percentagem em termos de peso dos RSU, com cerca de 11% dos RSU recolhidos. Contudo, dada a sua baixa densidade, ocupam uma elevada percentagem de volume (cerca de 30 a 40%).

Todos os materiais plásticos são recicláveis, contrariamente a outros fluxos de resíduos. Em Portugal, reciclam-se anualmente milhares de toneladas provenientes, na maior parte, de resíduos da indústria.

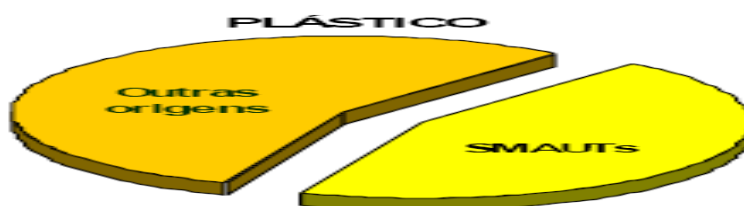


Figura 22 Quantidade de plástico recolhido pelos SMAUTs

A reciclagem de resíduos de embalagens de plástico registou a evolução seguinte:

2007: 53 232 toneladas

2008: 74 057 toneladas

A quantidade recolhida pelos SMAUTs através de Ecopontos e Ecocentros atingiu 34 759 toneladas, o que representa uma evolução de 40% relativamente a 2007.

O peso relativo dos ecopontos e ecocentros na reciclagem total de resíduos de embalagens de plástico foi de 47% (2007) e 47% em 2008.

A remoção selectiva destes materiais começou a ser efectuada entre 1997 e 1998, com a instalação dos ecopontos e ecocentros. Desde essa data, a quantidade de material recolhido para reciclagem não tem parado de aumentar.

A recolha selectiva pode ser efectuada porta-a-porta ou através de ecopontos, que é, a data, o método mais generalizado.

Vantagens da reciclagem dos plásticos

De uma maneira geral, a vantagem da reciclagem é dupla, porque, por um lado, reduz o volume final dos resíduos e por outro, poupa matérias-primas. Efectivamente, a sua reutilização assegura a economia de matérias-primas e de energia, constituindo uma alternativa para as oscilações do mercado abastecedor e preservação dos recursos naturais, podendo reduzir inclusivamente os custos das matérias-primas.

Na reciclagem de plásticos misturados são produzidos plásticos com características tais que em certas aplicações podem substituir a madeira (sendo mais duráveis). Exemplos de produtos

fabricados com este tipo de plástico reciclado são elementos de mobiliário urbano como bancos de jardim, paragens de autocarros ou contentores para recolha de resíduos.

Os resíduos de plástico representam não mais de 10% do volume total de RSU, mas contribuem com 30% da energia produzida pela queima controlada dos RSU, pois o material plástico tem um elevado valor energético, ao nível do carvão ou do petróleo.

A reciclagem do plástico permite:

- Poupança de matérias-primas não renováveis, como o petróleo;
- Redução do consumo de energia no fabrico de materiais plásticos;
- Transformação de produtos de vida curta (embalagens), em produtos de vida longa;
- Redução dos encargos com a remoção e tratamento de RSU.

Processo de reciclagem e valorização do plástico

O plástico recuperado pode entrar novamente no processo produtivo e dar origem a novos materiais. Os resíduos de plástico encaminhados para valorização e reciclagem podem ser alvo de três processos diferentes:

1. Reciclagem mecânica;
2. Reciclagem química;
3. Valorização energética.

1. Reciclagem Mecânica

A reciclagem mecânica de plásticos é um processo bastante difundido. A qualidade do produto final, porém, está bastante condicionada pela qualidade do produto a reciclar- matéria-prima secundária- ou seja, da qualidade dos resíduos encaminhados para reciclagem pelos sistemas de recolha selectiva.

Grande parte da reciclagem mecânica diz respeito à indústria. A indústria de plásticos tem utilizado a reciclagem, nomeadamente dos seus próprios desperdícios de produção e do chamado resíduo industrial, mas há claramente, espaço para a reciclagem de resíduos domésticos, desde que provenientes dos sistemas de recolha selectiva e triagem.

A reciclagem mecânica consiste na trituração, lavagem, secagem, aglomeração, extrusão e granulação de resíduos de plástico.

2. Reciclagem Química

A reciclagem química é uma das áreas ambientais onde se esperam grandes progressos, pois esta nova opção de valorização apresenta-se como técnica e ambientalmente viável. No campo económico, não há ainda dados suficientes para concluir que a actividade possa ser auto-sustentada devido à necessidade de se explorarem economias de escala e de escolher um produto final rentável.

Presentemente, existem já, no estrangeiro, algumas unidades de reciclagem química a operar. A reciclagem química permite, em alguns processos, uma separação menos rigorosa por tipos de plástico. Porém, e até hoje, os processos de reciclagem química encontram-se ainda numa fase de investigação, pelo que não estão suficientemente desenvolvidos.

3. Valorização Energética

Dado que a composição dos plásticos é maioritariamente à base de carbono e hidrogénio, os plásticos podem ser incinerados (excepção ao PVC), recorrendo a processos semelhantes aos utilizados para o fuel, os óleos ou as ceras.

A valorização energética dos resíduos plásticos, quando estes não têm qualquer outra valorização possível, produz energia e evita a ocupação desnecessária de espaço em aterros, já que o material resultante da combustão de RSU (dos quais os plásticos constituem apenas uma porção minoritária) tem, apenas, cerca de 10% do volume inicial.

A incineração de resíduos de plásticos contribui para aumentar o Poder Calorífico Inferior (PCI) de outros materiais valorizados energeticamente, permitindo combustões mais completas e temperaturas mais elevadas. Esta combustão deve ser feita em condições controladas e em instalações próprias para o efeito, de forma a permitir a recuperação da energia.

Apresentam-se, de seguida, alguns exemplos de possíveis reutilizações do plástico.

- Embalagens de produtos alimentares

Embora a legislação em vigor não proíba o uso de material reciclado nas embalagens alimentares, o uso deste material só é usado nas camadas exteriores das embalagens e não em contacto directo com os alimentos. Nestes casos, a camada que estará em contacto directo com os alimentos será produzida a partir de matéria plástica virgem.

- **Confecção de roupa**

T-Shirts: A reciclagem do material plástico utilizado em 5 garrafas de plástico PET, após reciclagem, gera poliéster suficiente para produzir uma T-Shirt do tamanho XL.

Camisolas: A reciclagem de 25 garrafas de 2 litros de um qualquer líquido gera material plástico suficiente para fazer uma camisola (de malha polar). A reciclagem de 35 das mesmas garrafas é suficiente para fazer o enchimento de um saco-cama.

- **Artigos diversos**

Muitos vasos e cabides usados diariamente são feitos a partir de reciclado.

Metais

A percentagem de metais nos RU, em Portugal, é de 2.8% (INR,2006). O número de autarquias a efectuarem recolha desta fileira, bem como as quantidades recolhidas selectivamente, alteraram-se substancialmente de 1994 para 2005.

Em 2005, todos os concelhos de Portugal Continental tinham recipientes destinados à deposição selectiva das embalagens de metal, tendo a SPV retomado dos SMAUT 14 543 toneladas de embalagens de metal. No total, e para esse ano, foram retomadas pela SPV, cerca de 24 926 toneladas de embalagens de metal, o que representou uma taxa de reciclagem de 52% (valor calculado em função das embalagens declaradas à SPV) (SPV, 2006).

Têxteis

Os têxteis representam cerca de 2.6% dos RU. Recolhas selectivas organizadas para esta fileira praticamente não existem. No entanto, faz parte dos hábitos e da cultura da população portuguesa doar as roupas em segunda mão, quer a instituições de solidariedade social quer a familiares ou vizinhos mais necessitados.

7.2.2 Fluxos

Existe um número elevado de fluxos de outro tipo de resíduos, aos quais, de futuro, se pretende dar um tratamento diferenciado, tal como actualmente se faz com as embalagens, vidro e papel. Estes resíduos têm particularidades que os tornam “especiais” quer seja pelo seu volume, quer seja pela sua perigosidade e, na maioria dos casos, estão abrangidos por legislação específica.

Embalagens e resíduos de embalagens. A gestão deste fluxo é regulamentada pela Directiva n.º 94/62/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Dezembro, posteriormente alterada pela Directiva n.º 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro. O Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro, transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 94/62/CE, de 31 de Dezembro, tendo os seus artigos 4.º e 6.º sido alterados pelo Decreto-Lei n.º 162/2000, de 27 de Junho. O Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio, transpõe a nova Directiva Embalagens e altera os dois Decretos-Leis anteriores. Para a gestão deste fluxo foram criadas as seguintes entidades gestoras, já licenciadas pelo organismo da tutela: a SOCIEDADE PONTO VERDE (SPV), responsável pelo Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE); a VALORMED, responsável pela gestão do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens e Medicamentos (SIGREM); a SIGERU, responsável pela gestão do Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura (denominado VALORFITO). A empresa António Pereira- Água do Marão, LDA. (ÁGUA DO MARÃO), tem uma autorização do INR para o sistema de consignação próprio que criou, para as embalagens não reutilizáveis que comercializa (garrafas de PET retornáveis).

Óleos usados. A gestão de óleos usados é regulamentada pela Directiva n.º 75/439/CEE do Conselho, de 16 de Junho, relativa à eliminação de óleos usados, alterada posteriormente pela Directiva n.º 87/101/CEE do Conselho, de 22 de Dezembro de 1986. O Decreto-Lei n.º 153/2003, de 11 de Julho, transpõe as referidas directivas. Para a gestão deste fluxo foi criada e licenciada a SOGILUB-Sociedade de Gestão Integrada de Óleos Lubrificantes Usados Lda., entidade responsável pelo Sistema Integrado de Gestão de Óleos Usados (SIGOU).

Pilhas e acumuladores. A Directiva n.º 91/157/CEE do Conselho, de 18 de Março, relativa à gestão de pilhas e acumuladores contendo determinadas matérias perigosas, com as alterações introduzidas pela Directiva n.º 98/101/CE da Comissão, de 22 de Dezembro, encontra-se actualmente em revisão pela Comunidade Europeia. O Decreto-Lei n.º 62/2001, de 19 de Fevereiro, transpõe para a ordem jurídica interna as referidas directivas. A ecopilhas-Sociedade Gestora de Pilhas e Acumuladores Usados Lda., é a entidade licenciada para a gestão do Sistema Integrado de Pilhas e Acumuladores Usados (SIPAU).

Veículos em fim de vida. (VFV). Este fluxo é regulamentado pela Directiva n.º 2000/53/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Setembro, transposta para a ordem jurídica

interna pelo Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de Agosto. A entidade gestora deste fluxo é a VALORCAR-Sociedade de Gestão de Veículos em Fim de Vida, L^{da}.

Resíduos dos equipamentos eléctricos e electrónicos (REEE). Este fluxo é abrangido pela Directiva n.º 2002/96/CE do Parlamento e do Conselho, de 27 de Janeiro de 2003, tendo o seu artigo 9.º sido alterado pela Directiva n.º 2003/108/CE do Parlamento e do Conselho, de 8 de Dezembro. Por sua vez, a Directiva n.º 2002/95/CE do Parlamento e do Conselho, de 27 de Janeiro de 2003, restringe o uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos (EEE), tendo o seu anexo sido alterado pela Decisão da Comissão n.º 2005/618/CE, de 18 de Agosto. A nível nacional, o Decreto-Lei n.º 230/2004, de 10 de Dezembro, transpõe para a ordem jurídica interna as três Directivas anteriores, estabelecendo o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de REEE. Foram licenciadas para a gestão deste fluxo duas entidades gestoras: a AMB3E-Associação Portuguesa de Gestão de Resíduos de EEE e a ERP Portugal- Associação Gestora de REEE.

Pneus usados. Não existe nenhuma directiva específica para a gestão de pneus usados. No entanto, a nível nacional, a gestão deste fluxo é regulada pelo Decreto-Lei n.º 111/2001, de 6 de Abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2004, de 2 de Março. Para a gestão deste fluxo foi criada e licenciada a VALORPNEU-Sociedade de Gestão de Pneus Lda, responsável pelo Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados (SGPU).

Óleos Alimentares Usados (OAU). Não existe legislação específica para a gestão deste fluxo, mas nos finais de 2005 o INR, em articulação com várias associações do sector HORECA e da recolha e transformação de OAU, promoveu um modelo de gestão para este fluxo com base num Acordo Voluntário relativo à Gestão dos OAU.

Resíduos de Construção e Demolições (RC&D). Para este fluxo também não existe legislação específica a nível comunitário, embora a nível nacional, esteja em discussão uma Proposta de Decreto-Lei para a sua gestão.

Fluxo Específico de Resíduos	Entidade Gestora
Embalagens e Resíduos de Embalagens	SPV
	Valormed
	Sigeru
Resíduos de Pilhas e Acumuladores	Ecopilhas
	Valorcar
Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos	Amb3E
	ERP Portugal
Pneus Usados	Valorpneu
Óleos Usados	Sogilub
Veículos em Fim de Vida	Valorcar
Óleos Alimentares Usados	Não aplicável

Quadro 13 Fluxos específicos de resíduos e respectivas entidades gestoras em actividade em 2009

Resíduos de embalagens

As embalagens constituem grande parte dos chamados recicláveis secos e representam a oportunidade mais imediata dos consumidores contribuírem, através da deposição selectiva, para a reciclagem. A sua composição é muito variável, podendo ser constituída apenas por uma das fileiras descritas anteriormente ou pela conjugação de diversos materiais, como é o caso das embalagens compósitas (e.g. as embalagens dos sumos).

De acordo com Lobato Faria et al. (1997), os resíduos de embalagens representam cerca de 20 a 32% do total dos RU, tendo por base os dados de campanhas de caracterização efectuadas em Setúbal (21%), na LIPOR³ (de 23 a 27%) e em Loures (32%).

A União Europeia publicou a Directiva n.º 94/62/CE, de 20 de Dezembro, relativa à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, já alterada pela Directiva 2004/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro de 2004. O Decreto-Lei n.º 366-A /97, de 20 de Dezembro, foi recentemente alterado pelo Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio.

Pelo DL n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro, a responsabilidade pela gestão das embalagens e resíduos de embalagens pertence a todos os operadores económicos envolvidos (embaladores/importadores, distribuidores e fabricantes de embalagens e de matérias-primas

³ Associação de Municípios que engloba Póvoa do Varzim, Vila do Conde, Maia, Matosinhos, Valongo, Porto, Gondomar e Espinho.

de embalagens). No entanto, estes mesmos operadores podem optar por submeter a gestão das embalagens e resíduos de embalagens a um Sistema de Consignação (no caso das embalagens reutilizáveis) ou a um Sistema Integrado (para as embalagens não reutilizáveis).

No caso de um Sistema Integrado a responsabilidade dos agentes económicos pela gestão dos resíduos de embalagens pode ser transferida para uma entidade devidamente licenciada para exercer essa actividade (DL n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro). Foi deste forma, criada a Sociedade Ponto Verde, a exemplo do que sucedeu em outros países da Europa (Alemanha, França, Bélgica, Áustria, Luxemburgo e Espanha).

Sociedade Ponto Verde

A Sociedade Ponto Verde, SA (SPV) é uma entidade privada, sem fins lucrativos, constituída em Dezembro de 1996, com a missão de promover a recolha selectiva, a retoma e a reciclagem de resíduos de embalagens, a nível nacional.

A SPV tem por missão organizar e gerir, em nome dos Embaladores/Importadores, Fabricantes de Embalagens e Materiais de Embalagens e Distribuidores, a retoma e valorização de resíduos de embalagens, através da implementação do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE), que já vai sendo vulgarmente conhecido como “Sistema Ponto Verde”.

É responsável pela organização e gestão de circuitos de retoma, valorização e reciclagem de resíduos de embalagens não reutilizáveis tendo como objectivos actuais:

- Valorizar um mínimo de 50% do peso total de resíduos de embalagens;
- Reciclar um mínimo de 25% desse total;
- Reciclar um mínimo de 15% para cada tipo de material de embalagem.

Para o ano de 2011, os objectivos são mais ambiciosos, pois que se pretende que sejam valorizadas, em peso, 60% das embalagens e recicladas, entre 55 a 80%.

Para atingir os seus objectivos, o sistema gerido pela SPV abrange todas as embalagens colocadas no mercado nacional e todos os resíduos de embalagens, independentemente do material de que sejam constituídos.

O símbolo “Ponto Verde” distingue as embalagens cujos fabricantes participam num sistema de recolha de embalagens, que garante a sua reciclagem ou valorização.

O Sistema Ponto Verde é um Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens, dinamizado pela SPV, e assenta numa articulação de responsabilidades e processos entre um conjunto de parceiros, constituído por consumidores, distribuidores, embaladores e importadores, fileiras e Autarquias, atribuindo a cada uma delas direitos e competências.

Reciclagem orgânica

O DL n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro, sobre a gestão de embalagens e resíduos de embalagens, inclui uma definição de reciclagem orgânica, embora para este tipo de resíduos. Contudo, pensa-se que a definição pode ser extensível aos restantes resíduos orgânicos (e.g. resíduos de comida, resíduos de jardins).

Desta forma, reciclagem orgânica é um tratamento aeróbio (compostagem) ou anaeróbio (biometanização), realizado pela actividade de microrganismos e em condições controladas, das partes biodegradáveis dos resíduos orgânicos, com produção de resíduos orgânicos estabilizados (composto) ou de metano, não sendo a deposição em aterro considerada como reciclagem orgânica (DL n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro).

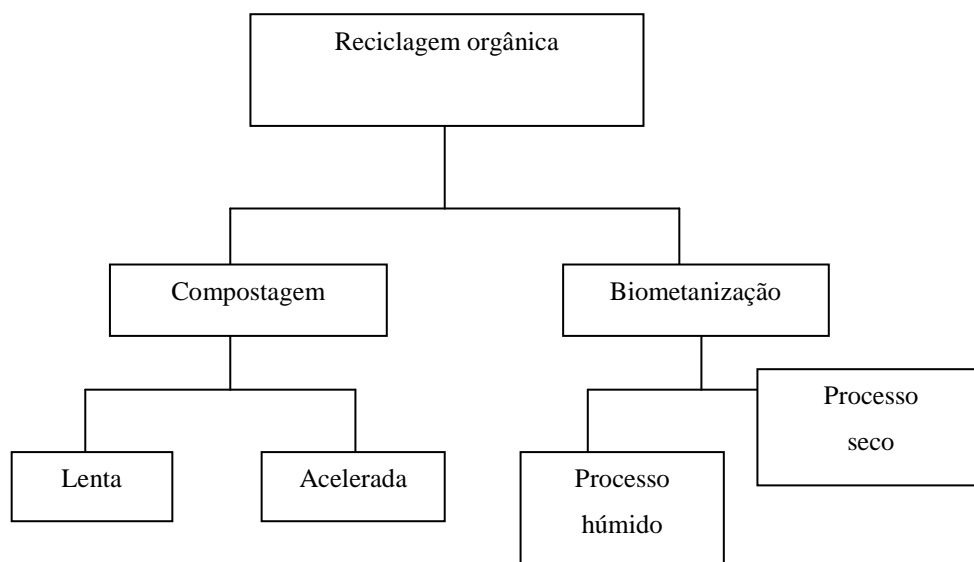


Figura 23 Esquematização da reciclagem orgânica (adaptado de White et al.; 1993)

Compostagem

Compostagem é a degradação biológica aeróbia dos resíduos orgânicos até à sua estabilização, produzindo uma substância húmica (composto) utilizada como corrector dos solos (Lobato Faria et al., 1997).

Desta forma, é um processo aeróbio controlado, efectuando por uma população heterogénea de microrganismos (como bactérias, fungos e alguns protozoários) que actuam em várias etapas. Alguns destes microrganismos poderão ser patogénicos.

Para a realização da compostagem é muito importante a quantidade de materiais fermentáveis. Contudo, os quantitativos em materiais inorgânicos (e.g. terra, vidro, metais) têm igualmente um papel relevante. Não é aconselhável considerá-los como substâncias neutras, uma vez que contêm uma grande percentagem de substâncias alcalinas que podem neutralizar os ácidos gerados durante o processo de decomposição.

Para a obtenção final de um produto suficientemente estabilizado (composto), para poder ser armazenado em condições de segurança ou ser aplicado no solo sem impactes no ambiente ou na saúde pública, é fundamental um correcto controlo de diversos factores durante o processo (e.g. relação carbono-azoto, temperatura, taxa de oxigenação), além de uma selecção criteriosa dos resíduos iniciais.

Discriminação	Bactérias	Actinomicetos	Fungos
Substrato	Carboidratos, amidos, proteínas e outros compostos orgânicos de fácil decomposição	Apropriado para substratos de difícil decomposição	Apropriado para substratos de difícil decomposição
Umidade	-	-	Prefere regiões secas
Oxigênio	Menor necessidade de oxigênio	Regiões bem aeradas	Regiões bem aeradas
pH ótimo	Neutro até levemente alcalino	Neutro até levemente alcalino	Ácido a alcalino
Faixa de valores de pH	6.0 7.7	-	2.0 a 9.0
Revolvimento	Não interfere	Desfavorável	Desfavorável
Significado durante a decomposição	80 a 90% da capacidade da degradação	-	-
Temperatura	Até 75%; redução da capacidade de degradação quando essa temperatura for ultrapassada	Supõe que o limite de temperatura seja 65° C	Limite de temperatura de 60° C
Função	Decompor a matéria orgânica, animal ou vegetal, aumentar a disponibilidade de nutrientes, agregar partículas no solo e fixar o nitrogênio	Decomposição dos resíduos resistentes de animais e vegetais, formação do húmus, decomposição em alta temperatura de adubação verde, feno, composto, etc., e fixação do nitrogênio	Decomposição dos resíduos resistentes de animais e vegetais, formação do húmus, decomposição em alta temperatura de adubação verde, feno, composto, etc., e fixação do nitrogênio

Quadro 14 Características dos principais grupos microbianos envolvidos no processo de compostagem (*Fonte: <http://www.rbciamb.com.br/>, 2 de Setembro 2011*)

No entanto, embora a compostagem seja um processo simples em termos conceptuais, não é, por vezes, bem realizado, gerando descrédito por parte dos utilizadores e da opinião pública em geral. O que poderá ser motivado, pela excessiva complexidade de muitos sistemas de tratamento, pelos elevados custos de operação e pela baixa qualidade do composto produzido, cuja utilização pode envolver riscos para a saúde pública e ambiente (Neto e Mesquita, 1992).

Principais factores que afectam o processo de compostagem

A compostagem, por ser um processo biológico, é afectada por qualquer factor que possa influenciar a actividade dos microrganismos envolvidos (Figura 24).

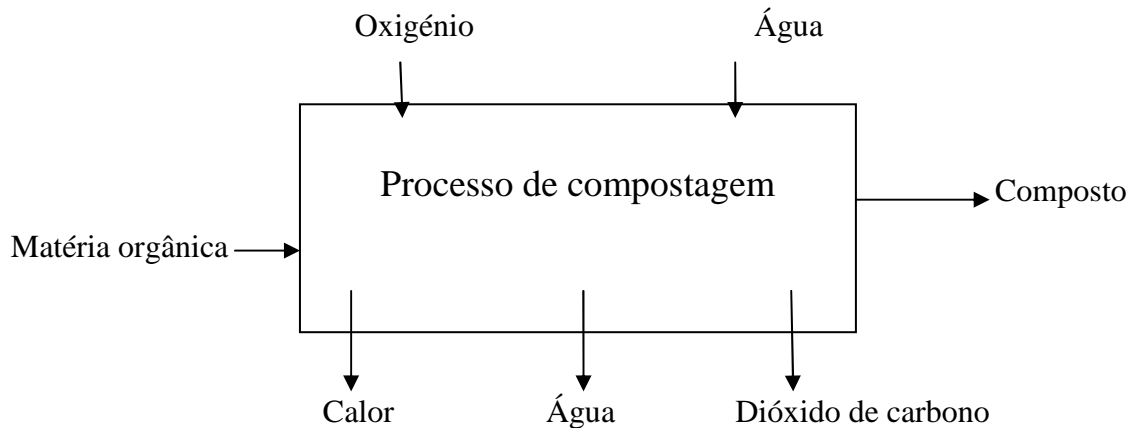


Figura 24 Análise das entradas e saídas do processo de compostagem (Diaz et al.; 1993)

Dos factores que afectam a compostagem destacam-se a temperatura, a taxa de oxigenação, o teor de humidade, o pH, a relação carbono-azoto (relação C/N) e o tamanho das partículas. É de salientar a necessária monitorização contínua de todos estes factores para que o processo decorra em boas condições, no tempo previsto e para que se consiga um composto de boa qualidade.

A duração do processo de compostagem depende da composição dos resíduos, da tecnologia seleccionada e das características climáticas do local onde o processo é implementado. Normalmente é caracterizado por uma sucessão de gamas de temperatura (Figura 26) e pela evolução das características bioquímicas da mistura a compostar.

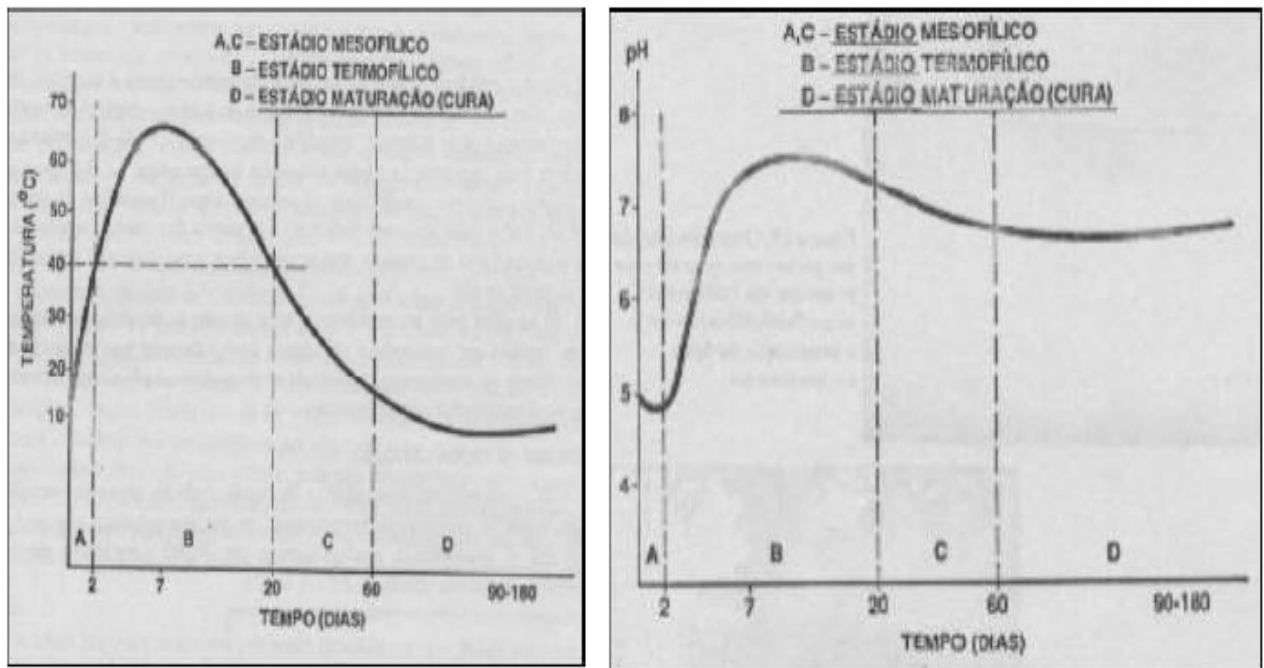


Figura 25 Variação de temperatura na meda; b) Variação de pH na meda (Fonte: <http://ieham.org/> 2 de Setembro 2011)

Em geral, a temperatura do material começa a aumentar gradualmente depois da criação das condições de compostagem (deposição em medas ou num reactor). Logo após, se as condições forem apropriadas, a temperatura sobe quase exponencialmente até cerca dos 65-70%. Dependendo do método utilizado e da natureza dos resíduos, o período em que as temperaturas se mantêm elevadas tem uma duração entre 1 a 3 semanas, começando depois a diminuir gradualmente até ser novamente atingida a temperatura ambiente (Diaz et al., 1993). O aumento da temperatura é motivado pelo calor gerado pela actividade da população microbiana (reacções exotérmicas relacionadas com o metabolismo respiratório). Tem igualmente influência o facto da natureza da mistura a compostar reduzir as perdas de calor para o exterior. É o que se verifica na compostagem por medas, o interior destas mantém temperaturas elevadas que vão decrescendo com a aproximação do exterior (Figura 25)

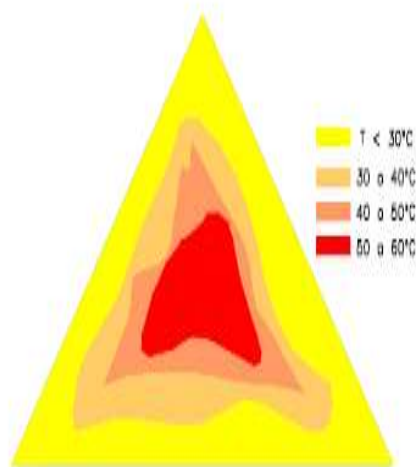


Figura 26 Perfil típico de temperatura numa pilha aeróbica (Fonte: <http://www2.ufp.pt/> 2 de Setembro de 2011)

O processo de compostagem geralmente é dividido em diferentes fases (Figura 26). Considera-se fase mesófila quando a temperatura varia entre os 30-38°C. Denomina-se fase termófila quando a temperatura ronda os 55-60°C (Tchobanoglous et al., 1993). Na fase mesófila dá-se a decomposição dos compostos mais facilmente degradáveis, por bactérias e fungos mesófilos e a energia resultante, libertada sob a forma de calor, fica parcialmente retida na massa em compostagem devido às características térmicas do material.

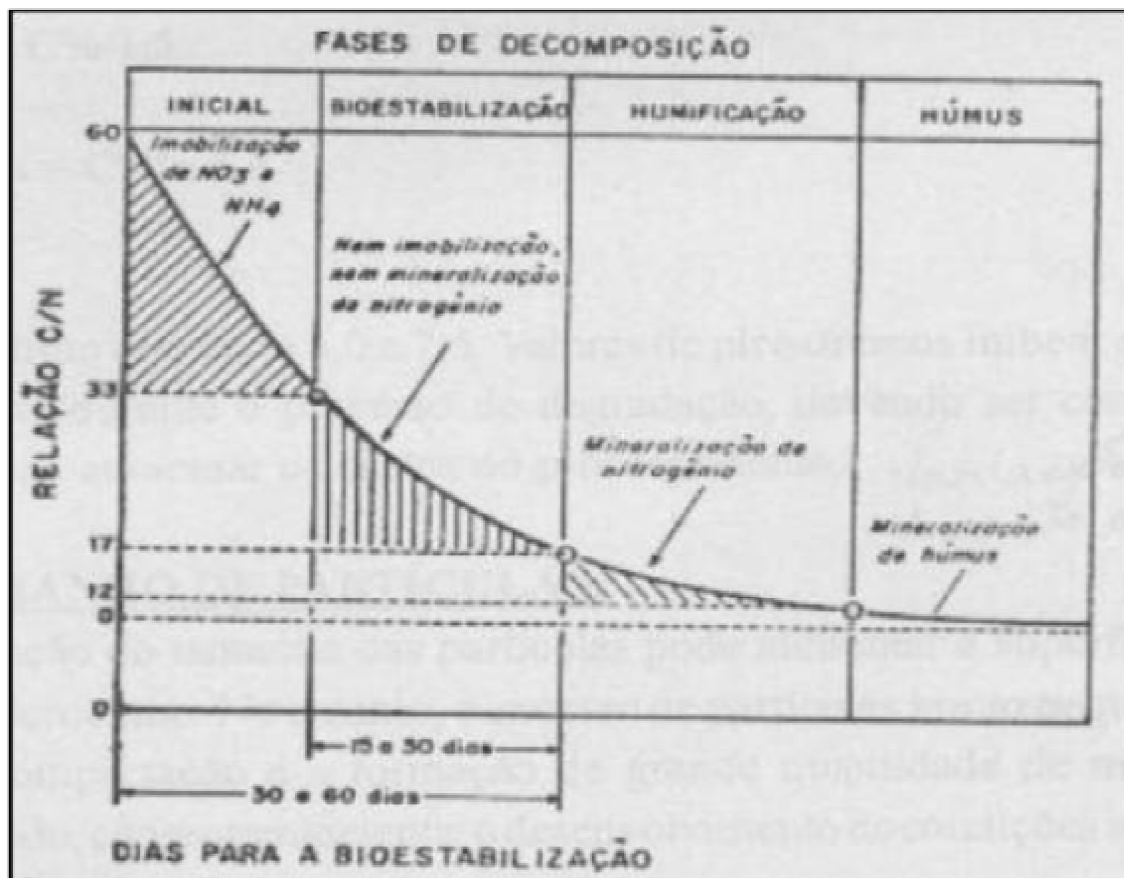


Figura 27 Fases da compostagem (Fonte: <http://ieham.org/> 2 de Setembro 2011)

À medida que a temperatura sobe vai-se assistindo à colonização do material em transformação por uma sucessão de populações, seleccionadas naturalmente. Essa selecção efectua-se em função dos substratos que vão ficando disponíveis mas, fundamentalmente, da temperatura progressivamente crescente (Morais,1997).

A fase termófila surge quando a temperatura ultrapassa os 50°C e a mistura em compostagem é colonizada por actinomicetas e bactérias termófilas. Nesta fase, a fracção orgânica dos resíduos é quase totalmente degradada, com excepção parcial da celulose e lenhina, só possível com organismos muito específicos. A destruição de uma percentagem elevada de organismos patogénicos presentes nos RU e de outros constituintes (e.g. sementes de ervas daninhas, ovos de parasitas, larvas de insectos) é realizada quando são mantidas temperaturas dessa ordem de grandeza durante alguns dias.

Contudo, a manutenção de temperaturas elevadas por períodos prolongados acarreta também problemas (e.g. mineralização excessiva da matéria orgânica; eliminação de microrganismos úteis para as fases posteriores do processo). Esgotadas as fontes de carbono mais acessíveis,

verifica-se uma diminuição da actividade microbiológica que induz o decréscimo dos valores da temperatura. Estas alterações favorecem a colonização por populações de organismos mesófilos com características que lhes permitem atacar compostos de mais difícil degradação (e.g. celulose e lenhina).

Quando a temperatura da mistura em compostagem (composto imaturo) atinge um valor próximo da temperatura ambiente, o composto deve ser transferido para maturação, onde se dá continuação à degradação das substâncias mais resistentes e formação de ácidos húmicos e húmicos. Quando a relação C/N atinge valores da ordem dos 10:1, permite-se a diminuição da humidade para valores que rondam os 20%, considera-se terminada a compostagem (composto maduro). A fase de maturação poderá ter uma duração variável, desde algumas semanas a alguns meses, dependendo da constituição inicial do composto imaturo.

Outros factores, nomeadamente, o cheiro, a cor e a textura ou granulometria, deverão igualmente ser acompanhados durante o processo de compostagem, uma vez que permitem, também, inferir sobre o estado e condições de evolução do composto (Quadro 15).

Factores	Início do processo de compostagem	Final do processo de compostagem	Indicação de problemas
Cheiro	Semelhante ao dos resíduos presentes na mistura (cheiro a lixo)	Odor a terra húmida, turfa ou húmus.	Odores pútridos, sulfídricos ou acéticos (condições de anaerobiose-necessidade de arejamento).
Cor	Cores características dos resíduos.	Cor homogénea em tons de castanho escuro.	Se alguns resíduos mantiverem a sua cor original- foram pouco degradados ou as condições não foram adequadas para que tal acontecesse.
Textura	Deve ser obtido um tamanho de partículas indicado.	Aspecto homogéneo, terroso e de elevada porosidade.	Tendências para a formação de agregados estáveis de grandes dimensões- elevada porosidade. Tendência para apresentar um aspecto pastoso de difícil revolvimento-baixa porosidade.

Quadro 15 Alguns factores que permitem acompanhar a evolução do processo de
compostagem (*Diaz et al.; 1993, Morais, 1997*)

7.3 Classificação de sistemas de compostagem

De Bertoldi *et al.*, (1985), acompanhados de vários outros autores, consideram a disponibilidade de oxigénio o principal factor que é influenciado pela tecnologia do processo de compostagem. Assim, classificam os sistemas de compostagem quanto ao ambiente, em sistemas abertos e sistemas fechados. Nos primeiros a compostagem é realizada ao ar livre, em pátios de maturação, em pilhas revolvidas ou pilhas estáticas arejadas (“windrow”). Nos segundos, em dispositivos especiais, designados por bioestabilizadores, digestores, torres e células de fermentação. Outros autores preferem uma classificação segundo a temperatura e a biologia do processo (Golueke, 1977a, 1977b; Cardenas e Wang, 1980; Kiehl, 1985).

Quanto à temperatura, podem ser criofílicos ou psicrófilicos, mesofílicos e termofílicos, consoante a temperatura do processo. Quanto à biologia do processo diversos autores classificam em aeróbios, anaeróbios e mistos, dependendo do tipo de microrganismos presentes no processo operarem com oxigénio, na sua ausência ou facultativamente. No entanto, considera-se que quanto a este último aspecto, a compostagem só pode ser um processo aeróbio, controlado, como definido e entendido modernamente. Um processo anaeróbio é realizado em faixas de temperatura baixas, portanto deficientes em degradação, cujo produto não é humificado e estável.

No entanto, analisando os sistemas disponíveis verificamos que esta classificação pode conduzir a equívocos, designadamente nos sistemas de reviramento que utilizam pavilhões fechados (como a unidade da Koch, em Setúbal) e não são sistemas reactor, ou os sistemas tipo DANO, em que a maior parte do tempo o material é disposto num pátio para degradação e maturação.

Só pelo facto de o equipamento ser a componente de custo mais importante se dá, igualmente, relevância ao sistema, quando efectivamente sem a fase de degradação e maturação no pátio, não poderá ser produzido composto.

Deste modo, preferimos utilizar a classificação em sistemas reactor e sistemas não-reactor (Haug, 1993):

a) Sistemas não Reactor

- Pilhas reviradas (“windrow”)
- Pilhas Estáticas:-sucção de ar;
-indução de ar;
-ventilação alternada (sucção e indução) ou híbrido;
-indução de ar conjugada com controlo da temperatura.

b) Sistemas Reactor:

- Reactores verticais: -contínuos
-descontínuos
- Reactores horizontais ou inclinados: -estáticos
-rotativos

Sistemas não-Reactor (Compostagem lenta)

Nestes sistemas, o processo decorre em pátios abertos, quer em pilhas ou leiras reviradas, quer através de arejamento forçado em pilhas ou leiras estáticas. Normalmente o arejamento das pilhas reviradas é feito por processos mecânicos diversos que revolvem o material a compostar e formam uma nova pilha ou leira. Apenas em pequenas unidades as pilhas podem ser revolvidas por processos manuais (tal como em programas de investigação em escala piloto). O revolvimento promove a oxigenação necessária para suportar a actividade microbiana. Nos processos estáticos o arejamento é forçado por sucção ou insuflação, quase sempre seguido de filtragem do ar que fluiu pelo material em compostagem, em filtro biológico, para evitar os maus odores.

Quanto à eficiência do arejamento, o sistema das pilhas estáticas arejadas (PEA) é superior devido ao suprimento de oxigénio de forma constante.

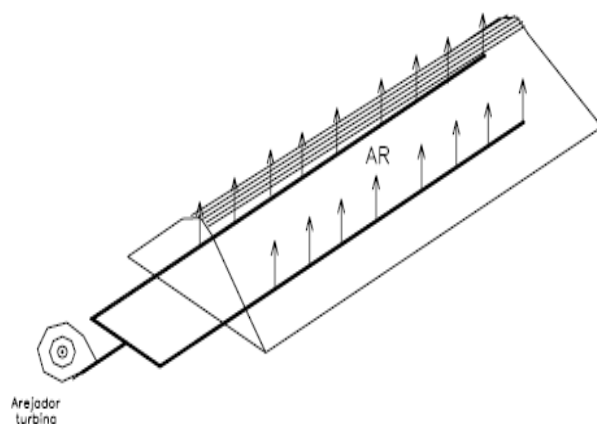
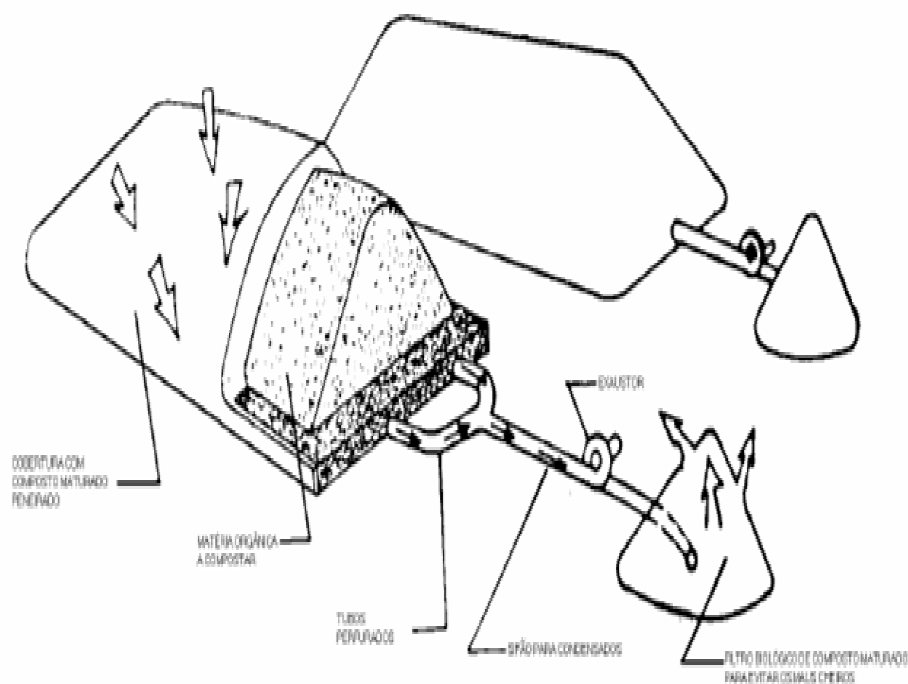


Figura 28 Esquema de pilha estática arejada (modo positivo – insuflação) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE D COIMBRA)



– sucção) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE D COIMBRA)

O processo das Pilhas Estáticas Arejadas (PEA) foi desenvolvido nos EUA, pelo Departamento de Agricultura, em Beltsville, razão porque também é referido em alguma literatura com o nome daquela localidade americana, em vez de PEA. Usado para a compostagem de lamas de ETAR, desidratadas, digeridas ou não, misturadas com cavacos de madeira para absorver o excesso de humidade e dotar a pilha de porosidade que favoreça o arejamento.

A mistura destes materiais cifrava-se entre 1:2 e 1:3 (v/v).

Em resumo pode descrever-se nos seguintes passos a formação da pilha e o arranque da mesma:

- Mistura de lamas e aparas de madeira;
- Fazer uma “cama” de material poroso, como palha, para cobrir a tubagem de arejamento;
- Construção da leira ao longo da tubagem;
- Cobertura da leira com composto maturado, para servir de filtro biológico;
- Ligar o equipamento de arejamento.

Sistemas Reactor (Compostagem acelerada)

Na compostagem acelerada a reacção de decomposição efectua-se em reactores. Existem diversos tipos de reactores, na maior parte dos quais é possível controlar factores como a temperatura, as condições aeróbias e o teor em humidade.

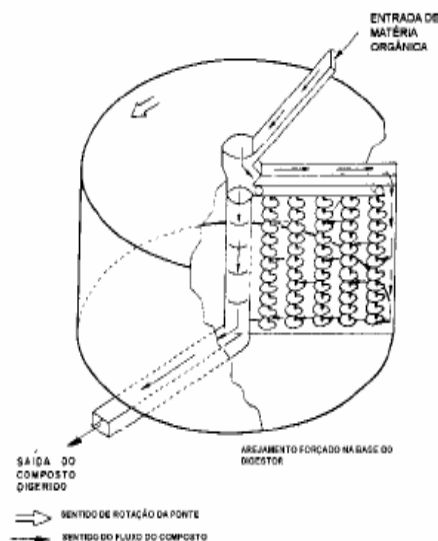


Figura 30 Compostagem acelerada; representação esquemática de um reator (Fonte: <http://www2.ufp.pt/> 10 de Setembro 2011)

Os reactores têm por objectivo funcionar como catalisadores, ou seja, acelerar o processo de degradação. O espaço de tempo em que a mistura permanece no reator é variável, dependendo, nomeadamente, das características dos resíduos a compostar e do tipo de reator. Este tempo, segundo Diaz et al. (1993), pode variar de 1 a 6 dias. Contudo, o composto que saí desta unidade é composto imaturo, necessitando ainda de maturação em pilhas de compostagem, para poder ser utilizado na agricultura sem riscos adicionais. A compostagem acelerada poderá acarretar alguns problemas, uma vez que procura acelerar determinados processos naturais em que a natureza estabelece o seu próprio ritmo. Além disso, para higienizar o composto é necessário eliminar os organismos patogénicos, apenas possível quando a mistura é exposta a determinadas temperaturas durante um certo tempo. E para que não haja recontaminação posterior é necessário obter um determinado grau de estabilização. A selecção da compostagem lenta ou acelerada, depende de aspectos como a quantidade de resíduos a compostar (opção por compostagem lenta para dimensões superiores a 50t/dia e inferiores a 200t/dia de RU), os custos associados (bastante mais baixos na compostagem lenta) e a área disponível.

De qualquer forma, a duração do processo de compostagem varia com a tecnologia utilizada e com a maturidade requerida para o composto. A realização de uma afinação mais ou menos

críteriosa (e.g. remoção de materiais inertes, redução da granulometria) depende da utilização final do composto, da legislação e das condições de mercado.

É de salientar que qualquer estação de compostagem necessita de um aterro sanitário de apoio, tanto para deposição de resíduos não compostáveis nem de outra forma recicláveis, como para tratamento de emergência (quando da eventual paragem por avaria ou para manutenção prolongada da instalação).

O tratamento dos resíduos por compostagem, além dos benefícios sanitários, económicos e ambientais (quando correctamente operado), tem ainda a vantagem do produto final apresentar várias características que permitem a sua utilização como correctivo orgânico (fertilizantes que se destina, sobretudo, a fornecer matéria orgânica). E, como afirma Quelhas dos Santos (1996), trata-se de um produto de extrema utilidade num país como Portugal, onde as condições climáticas favorecem a mineralização da matéria orgânica, razão pela qual os solos, de um modo geral, se apresentam pobres naquele constituinte.

Um factor fundamental é a qualidade do composto orgânico quando utilizado para fins agrícolas. Em Portugal não existe legislação que discipline a qualidade do mesmo. A nível da UE apenas existe uma proposta de norma comunitária (Zuconi e Bertoldi, 1987 fide Sebastião e Jardim, 1996). Contudo, vários países europeus possuem legislação específica. De entre essa legislação a que mais frequentemente tem servido de referência em Portugal é o normativo francês e o italiano, facilmente justificável uma vez que são os países mais semelhantes em termos de clima, características dos solos e culturas, comparativamente a outros como a Inglaterra ou a Alemanha (Mesquita, 1996).

Limites de Metais Pesados em Compostos Orgânicos

A maior parte dos países da União Europeia (UE) aprovou normas sobre as especificações que o composto orgânico deve obedecer, para que seja aplicada com fins agrícolas, com especial relevo para os teores de metais pesados (Quadro 6.1). Neste Quadro é patente a diferença entre as várias normas, sendo visível que nos países do norte da Europa (Alemanha, Áustria, Holanda e Bélgica) os limites são mais restritivos que nos países do sul.

Para evitar acentuadas diferenças, considerado também o factor de concorrência entre os Estados Membros, foi constituída uma Comissão Técnica (CT 223) denominada Correctivos Agrícolas e Suportes de Cultura, no âmbito das competências do Comité Europeu de Normalização da UE, com o objectivo de produzir um documento legal normativo sobre estes

produtos, onde se inclui o composto orgânico dos RSU. Porém ainda não foram registados quaisquer resultados dos trabalhos desta Comissão.

Na tentativa de desbloquear este impasse, um grupo de peritos enviou à DGXII da UE uma proposta sobre a especificação do composto orgânico para fins agrícolas, designada por proposta de Zucconi & Bertoldi, 1986, igualmente sem consequências.

Tabela 6 Proposta de limites máximos para metais pesados em composto a aplicar em solos agrícolas (*Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA.*)

Metal pesado	Valores máximos em composto (mg/Kg peso seco)		Cargas máximas anuais a aplicar nos solos (Kg/ha)	
	Recomendado	Obrigatório	Recomendado	Obrigatório
Zn	1000	1500	25.0	30.0
Pb	750	1000	10.0	15.0
Cu	300	500	10.0	12.0
Cr	150	200	10.0	-
Ni	50	100	2.0	3.0
As	-	-	0.35	-
Hg	5	5	0.40	-
Cd	5	5	0.10	0.15

A quantificação do teor de metais pesados nos compostos orgânicos não está regulamentada em Portugal, cabendo ao Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS) do Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA), algum apoio aos utilizadores de composto. Em termos de investigação, são poucas as instituições que o fazem, nesta área, destacando-se normalmente instituições do ensino superior.

Tabela 7 Teores máximos em metais pesados nos compostos orgânicos (autorizados e propostos) em vários países europeus (mg/Kg- teores totais reportados à matéria seca) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA.)

Metal Pesado	Alemanha		Áustria			Bélgica		Espanha	França
	Blue Angel	Norma RAL	ONorm m S-2022	ONorm classe 1	S-2200 classe 2	Agricult.	Parques		AFNOR
Cd	1	1.5	4	0.7	1	5	5	40	8
Cr	100	100	150	70	70	150	200	750	---
Cu	75	100	400	70	100	100	500	1750	---
Hg	1	1	4	0.7	1	5	5	25	8
Ni	50	50	100	42	60	50	100	400	200
Pb	100	150	500	70	50	600	1000	1200	800
Zn	300	400	1000	210	400	1000	1500	4000	---

7.3.1 Biometanização

O processo de digestão anaeróbia (biometanização) consiste de um complexo de cultura mista de microorganismos, capazes de metabolizar materiais orgânicos complexos, tais como carboidratos, lipídios e proteínas para produzir metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) e material celular (Lucas Junior, 1994; Santos, 2001). A digestão anaeróbia, em biodigestores, é o processo mais viável para conversão dos resíduos de suínos e aves, em energia térmica ou elétrica.

A presença de vapor d'água, CO₂ e gases corrosivos no biogás *in natura*, constitui-se o principal problema na viabilização de seu armazenamento e na produção de energia. Equipamentos mais sofisticados, a exemplo de motores a combustão, geradores, bombas e compressores têm vida útil extremamente reduzida. Também controladores como termostatos, pressostatos e medidores de vazão são atacados reduzindo sua vida útil e não oferecendo segurança e confiabilidade. A remoção de água, CO₂, gás sulfídrico, enxofre e outros elementos através de filtros e dispositivos de resfriamento, condensação e lavagem é imprescindível para a confiabilidade e emprego do biogás.

No quadro seguinte apresentam-se algumas características comparativas dos processos de compostagem e de biometanização. Este último processo necessita de mais tecnologia que grande parte dos processos por compostagem, além de ser necessário um elevado controlo de alguns factores (e.g. temperatura) e também das emissões, nomeadamente devido aos intensos

odores. Em contrapartida tem a vantagem de reduzir o tempo de tratamento, comparativamente com a compostagem, e de possibilitar a recuperação de energia.

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

Quadro 16 Comparação entre compostagem e digestão anaeróbia (Bardos, 1992 fide Waite, 1995).

De uma forma geral os diversos processos de biometanização podem-se classificar-se de acordo com a matéria seca do substrato, em via seca (concentração total de sólidos superior a 25%) ou via húmida (concentração inferior a esse valor). Além de ser possível efectuar a sua classificação em relação à temperatura, em processo mesofílico (30-40°C) ou termofílico (50-65°C) (White et al, 1995).

A destruição dos organismos patogénicos, embora também ocorra na biometanização, não é totalmente eficaz, uma vez que a temperatura não atinge os valores nem tem a duração do verificado no processo de compostagem. Também são precisas precauções com os quantitativos de metais pesados e de elementos químicos tóxicos presentes no produto final, sendo necessárias uma adequada selecção dos resíduos iniciais (Diaz et al., 1993).

Actualmente em Portugal existe uma Estação de Biometanização para a valorização de RU, e estão previstas mais 13 unidades de digestão anaeróbia. Esta central destina-se aos resíduos orgânicos do Mercado Abastecedor da Região de Lisboa e aos provenientes de uma recolha selectiva que abrangerá o sector da restauração dos municípios pertencentes ao sistema (Amadora, Lisboa, Loures e Vila Franca de Xira).

7.4 Valorização energética

A valorização energética compreende a utilização dos resíduos combustíveis para a produção de energia, através da incineração directa com recuperação de calor (Portaria n.º 15/96, de 23 de Janeiro).

Contudo, de acordo com Lobato Faria et al. (1997), a valorização energética (utilização dos resíduos apropriados para a produção de energia), pode ser efectuada mediante dois processos distintos: a queima directa com recuperação de calor (incineração) e a queima do biogás produzido (biometanização).

A biometanização, por permitir a recuperação de calor e o aproveitamento do composto orgânico produzido (embora apenas depois de recorrer a um processo aeróbio), poderá ser considerada como valorização energética ou como valorização orgânica. Contudo, neste trabalho será adoptada a definição legislativa que considera valorização energética apenas a incineração com recuperação de calor.

7.4.1 Incineração

A incineração é a transformação química que para além de reduzir o volume inicial da fracção orgânica dos RSU, permite a recuperação de energia, constituindo uma outra atracção para o processo de incineração, podendo neste caso considerar a incineração como uma forma de valorização energética dos resíduos. Para além disso, a incineração permite a estabilização dos resíduos, pois os resíduos obtidos são mais inertes que os resíduos originais dos RSU.

Apesar do desenvolvimento deste processo, o controlo da sua poluição constitui a maior dificuldade para a sua implementação. Fundamentalmente a monitorização de emissões de metais pesados, gases tóxicos e corrosivos, produtos de combustões incompletas, tais como dioxinas e furanos.

Também nesta área de tratamento, embora com bastante atraso relativamente aos seus parceiros, Portugal procura alcançar os padrões europeus. Em Portugal existem duas unidades de incineração de Resíduos Sólidos Urbanos com recuperação de energia, uma localizada em Matosinhos (LIPOR II), a servir a área metropolitana do Porto e a outra a servir a área metropolitana de Lisboa (VALORSUL). Em ambas se produz apenas electricidade. Assim sendo, o aproveitamento do potencial energético dos resíduos é muito reduzido. Se a opção fosse a produção simultânea de calor e electricidade, por cogeração (situação mais frequente neste tipo de unidades a nível mundial), o potencial energético das referidas instalações

aumentaria significativamente. Tal facto seria bastante importante num País em que as necessidades energéticas dependem em 90% da importação, em particular de petróleo.

A recuperação de energia em unidades de incineração serve também para reduzir os custos com o tratamento e deposição dos resíduos, constituindo, conjuntamente com a recuperação e com a reciclagem de materiais, uma aproximação integrada ao problema da gestão do RSU.

Na generalidade das unidades de incineração de RSU, a nível mundial, o calor produzido é fornecido a redes urbanas de aquecimento. Neste caso, devido à sazonalidade da procura, o excesso de calor do lado da oferta pode atingir valores elevados durante uma importante parte do ano (mesmo se for considerado o consumo de águas quentes sanitárias). Como em Portugal não há tradição nos sistemas centralizados de aquecimento doméstico, nomeadamente em redes urbanas de aquecimento, a solução ideal passaria por vender o calor produzido a clientes industriais que assegurassem um nível de consumo quase constantedurante todo o ano. A concretização desta solução, que é a melhor do ponto de vista da recuperação de energia, depende, como é óbvio, das condições locais.

A cogeração possibilita níveis de recuperação de energia entre 250 a 450%, superiores aos obtidos na hipótese da produção exclusiva de electricidade. Tal potencial de energia não deve ser desperdiçado. No entanto, se não houver consumidores de calor na proximidade da unidade de incineração de RSU, é preferível produzir electricidade pelo processo tradicional (produção de energia eléctrica por condensação), como nas centrais térmicas convencionais.

Qualquer que seja o caso, as unidades de incineração de RSU devem resolver, em primeiro lugar, os problemas relativos aos RSU e só depois podem ser encarados os sistemas de produção de energia.

A comparação da utilização da incineração com a utilização de aterros sanitários mostra que os aterros ocupam a primeira posição, a grande distância da incineração. Por exemplo, no início da década de 90 na Europa Ocidental apenas 19% dos RSU eram tratados por incineração e também apenas 8% dos resíduos perigosos eram tratados por incineração. Porém, no Luxemburgo, Suíça, Suécia e Japão, mais de 50% dos RSU foram tratados por incineração.

Segundo P.Williams (1998), relativamente ao aterro sanitário, a incineração apresenta as seguintes vantagens:

- A incineração pode estar próxima do local de colecção. Geralmente o aterro deverá estar situado longe do local de recolha, resultando maiores custos de transporte;

-
- Resíduo produzido é reduzido a cinzas biologicamente estéreis. Representando cerca de 5% do volume inicial e cerca de um terço do peso inicial;
 - A incineração não produz metano, tal como acontece nos aterros. O metano é um gás com efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global;
 - Pode ser usada, a baixo custo, para produzir energia;
 - As cinzas (resíduos) podem ser utilizadas como agregados secundários na construção;
 - A incineração é a melhor solução ambiental para muitos dos resíduos perigosos tais como, altamente inflamáveis, voláteis, tóxicos e resíduos infecciosos.

Porém, a incineração apresenta as seguintes desvantagens:

- Maiores custos e maior período de retorno devido aos elevados investimentos de capital;
- Uma vez escolhida a via da incineração, há por vezes menos flexibilidade na escolha de opções de deposição, pois o elevado custo da incineração leva a que esta deva ter uma “vida” longa;
- A incineração é projectada na base de um certo valor calorífico para os resíduos. A remoção de alguns materiais, como papel e plásticos para reciclagem, reduzem o valor calorífico global dos resíduos e conseqüentemente afectam o rendimento da incineração;
- Há a noção pública que as emissões produzidas podem ser adversas para a saúde pública;
- A incineração produz ainda um resíduo sólido que requer tratamento (deposição).

Descrição do processo de incineração

A incineração moderna é um sistema eficiente de combustão, com uma “lavagem” (depuração) dos gases emitidos, produzindo energia e reduzindo o resíduo a um resíduo inerte com o mínimo de poluição.

A viabilidade económica da incineração como via alternativa de gestão dos RSU depende da energia recuperada, para assim fazer face ao elevado custo de investimento. As propriedades dos RSU, em particular o grau de humidade, teor em cinzas em elementos voláteis e a análise elementar, são propriedades que condicionam a energia recuperada e tipo de gases emitidos. Resíduos com bastante humidade ou com elevado teor em cinzas, diminuem o poder

calorífico. Os resíduos podem ser bastante heterogéneos, contendo material inerte, não combustível, como por exemplo vidros e metais. Na figura 6.12 representa-se, na zona a tracejado, a composição típica de um resíduo a incinerar. Este tipo de resíduo permite suportar a combustão sem ser necessário utilizar um combustível auxiliar. Isto significa que os resíduos devem ter poder calorífico inferior (PCI) superior a 1100kcal/kg; matéria combustível superior a 25% em peso; teor em cinzas inferior a 50% em peso; humidade inferior a 50% em peso.

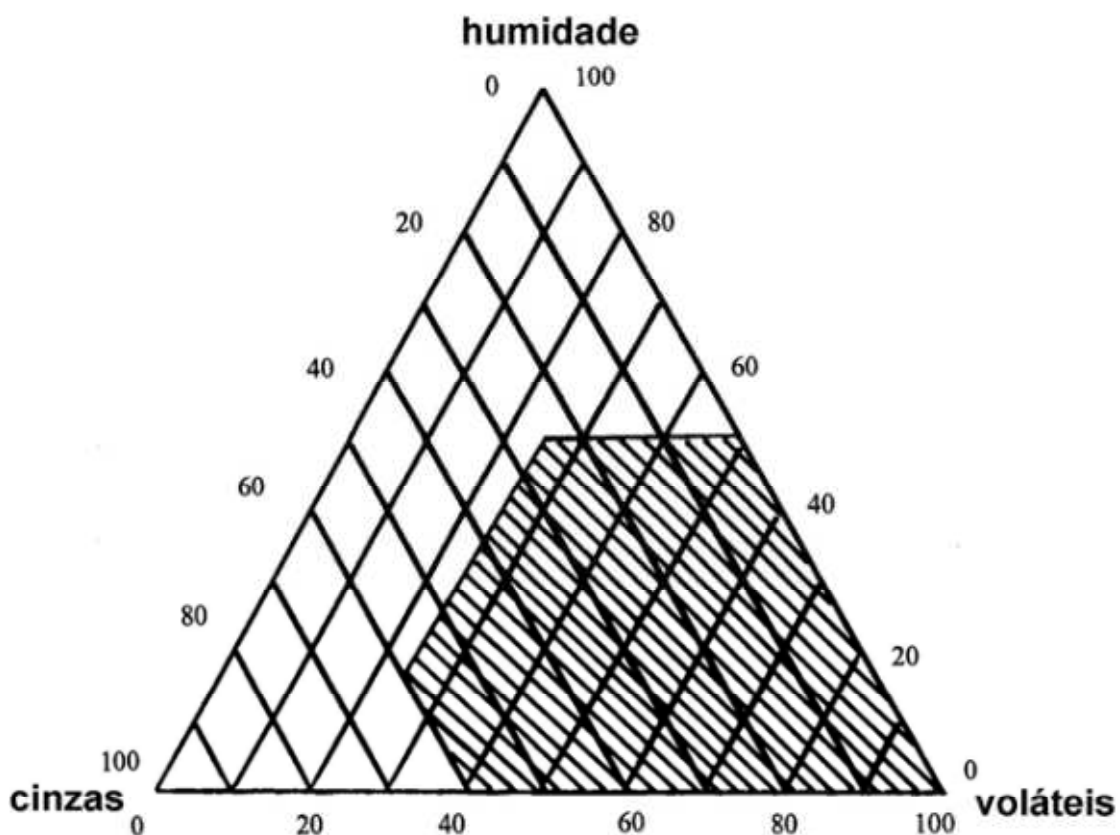


Figura 31 Características adequadas da composição de um RSU para a incineração (Williams P.T., 1998) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

Na Figura 32 representa-se a incineração contínua de um RSU. A incineração pode ser dividida em cinco áreas: a) descarga dos resíduos e alimentação do sistema, onde pode existir separação ou pré-processamento; b) forno ou câmara de combustão; c) caldeira para

recuperação de calor (vapor) e geração de electricidade; d) controlo da poluição – equipamentos de tratamento de emissões; e) locais para armazenamento das cinzas.

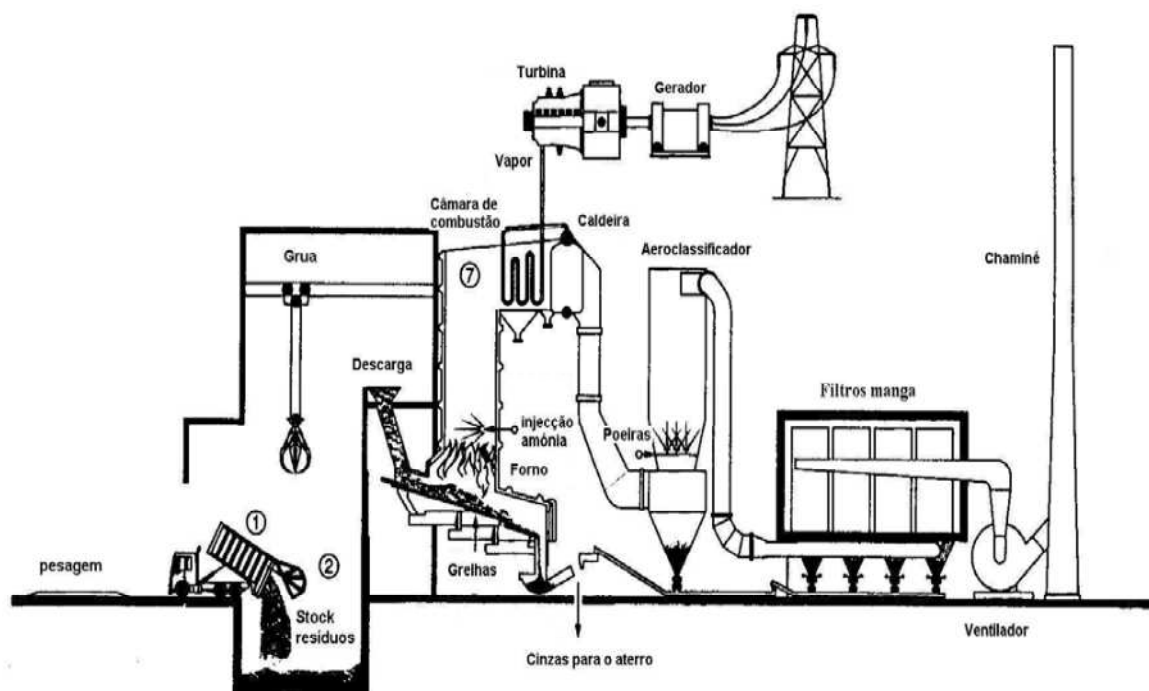


Figura 32 Esquema típico da incineração de um RSU para produção de energia (adaptado de Tchobanoglous et al., 1993) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

O processo de incineração começa com a descarga dos resíduos sólidos em buracos (fossas). É necessário ter em atenção que os resíduos colectados, resíduos domésticos ou comerciais, podem apresentar diferentes poder calorífico, influenciando o rendimento da incineração. A homogeneização dos resíduos conduz a uma combustão com menores variações de temperatura, resultando numa diminuição da emissão de substâncias indesejáveis. As fossas devem ser suficientemente grandes de modo a permitirem uma incineração contínua. Têm geralmente uma capacidade correspondente a 2-3 dias de produção de RSU. Longos períodos de armazenamento são indesejáveis pois os resíduos começam a degradar-se, originando cheiros desagradáveis.

Pode fazer-se a preparação do produto a incinerar, separando os resíduos indesejáveis, como os que contêm poluentes, por ex. metais pesados (baterias) e solventes orgânicos (solventes domésticos), podendo também aproveitar-se alguns resíduos para reciclagem. Refira-se que a presença de materiais não combustíveis (metais, vidro, barro) reduz a eficiência da combustão

diminui a duração de alguns componentes da câmara de combustão e conduz à produção de maior quantidade de resíduos para deposição em aterro.

Das fossas o material é colocado por um guindaste numa tremonha de aço, sendo assim enviado para o forno. Para impedir que o fogo alastre aos resíduos colocados na tremonha são usados postigos hidráulicos para isolarem a entrada da tremonha no forno.

O fundo do forno é constituído por uma grelha (ou rolos) pela qual é introduzido o ar com o objectivo de controlar a temperatura e a incineração. A grelha ou rolos é móvel, sendo a sua velocidade um dos parâmetros que permite ser alterado, permitindo assim diferentes tempos de residência do resíduo na câmara de combustão. No forno os resíduos podem passar por três estágios de incineração: secagem e devolatilização; combustão dos voláteis; combustão de resíduos carbonosos.

Ocorre a combustão quase total dos RU originando cinzas de fundo e efluentes gasosos, com libertação de energia. Depois dá-se a queima dos gases resultantes (gases voláteis e produtos de combustão incompleta), com libertação de cinzas (cinzas volantes).

A completa combustão dos gases e vapores requer uma temperatura suficientemente elevada, superior a 850 °C, e um adequado tempo de residência e alguma agitação promovida pelo ar de modo a manter uma boa mistura. Devem ser evitadas temperaturas superiores a 1200 °C, pois ocorre a fusão de cinzas, e a degradação do revestimento refractário utilizado. O tempo de residência dos gases na câmara de combustão é de 2-4 segundos, sendo suficiente para a sua degradação.

Existe uma segunda entrada de ar na câmara de combustão, que assegura um excesso de oxigénio (deve ser superior a 6%) e permite maior agitação. Impede-se assim que possam existir zonas sem oxigénio, onde existiria o perigo de ocorrer a pirólise antes da combustão de hidrocarbonetos, potencial produtora de resíduos perigosos como hidrocarbonetos de elevada cadeia molecular.

Quanto maior for a humidade dos resíduos maior é o calor necessário para a evaporação da humidade, isto é, maior é a perda de energia. Assim, quanto maior é a humidade menor é a taxa de decomposição térmica dos materiais orgânicos tais como o papel, plásticos, restos de comida e têxtil, etc., os quais geram matéria volátil, gases combustíveis e vapores. Os componentes voláteis da matéria orgânica dos RSU variam entre 70 a 90%, sendo produzidos na forma de hidrogénio, monóxido de carbono, metano, etano, e outros hidrocarbonetos de cadeia molecular comprida. A desvolatilização ocorre entre os 200 °C a 750 °C. Sendo a decomposição térmica influenciada pela composição dos RSU. Por exemplo a decomposição

de poliestireno hidrocarbonetos, dioxinas e furanos, sendo geralmente depositados em aterros construídos para este efeito.

O forno e a câmara de combustão, construído em aço, são revestidos com material refractário, existindo uma caixa interior. Nesta poderão existir tubos para passagem de água, que será aquecida com vista à recuperação de energia.

Problemas	Técnicas correctivas
Variação na produção de calor e na mistura de resíduos.	<ul style="list-style-type: none"> • Separar os resíduos antes da combustão para remover materiais não combustíveis, • Misturar os resíduos antes da combustão para melhorar a homogeneidade, • Introduzir os resíduos de forma contínua na câmara de combustão, • Secar previamente os resíduos, • Escolher grades que promovam a mistura dos resíduos.
Baixas temperaturas ou temperaturas oscilantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Tapar os orifícios da câmara de combustão, • Controlar automaticamente a combustão, • Utilizar queimadores auxiliares, • Escolher grades que permitam a mistura dos resíduos.
Mistura insuficiente dos gases de combustão (incluindo produtos de combustão incompleta) com o oxigénio (turbulência).	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sistemas de distribuição de ar, • Utilizar queimadores auxiliares, • Tapar os orifícios da câmara de combustão.
Tempo de residência insuficiente para queimar completamente os gases.	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do ar de combustão.

Quadro 17 Resumo dos principais factores relacionados com a eficiência de combustão (Maria Martinho et al., 2000) (*Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA*)

Produtos da incineração e seu controlo

Devido à heterogeneidade dos RSU e porque os resíduos orgânicos são termicamente instáveis, vários gases têm origem durante a sua incineração. Estes gases e pequenas partículas ascendem na câmara de incineração e queimam a temperaturas superiores a 1600°C. Os gases produzidos durante a combustão, quando deixam a câmara de combustão apresentam temperaturas entre 800 e 1000 °C, sendo enviados para sistemas de depuração, como por exemplo, mangas filtradoras ou precipitadores electrostáticos. Porém dada a sua elevada temperatura, os gases precisam ser previamente arrefecidos até temperaturas entre

250-300 °C. Assim, estes gases são enviados para uma caldeira que produz vapor, o qual é convertido em energia eléctrica por geradores de turbina.

Presentemente grande parte do investimento e dos custos operatórios de uma incineradora estão relacionados com o controlo das emissões produzidas. Estas apresentam partículas finas (poeiras), metais pesados como o mercúrio, cádmio, chumbo, arsénio, zinco, cobre, crómio e níquel; gases ácidos e corrosivos tais como cloreto de hidrogénio, fluoreto de hidrogénio, dióxido de enxofre; produtos da combustão incompleta como o monóxido de carbono, carvão orgânico, dioxinas e furanos; água de lavagem contaminada; cinza contaminada.

O sistema de depuração das emissões produzidas inclui geralmente as seguintes operações: as partículas produzidas (poeiras) são removidas por precipitadores electrostáticos; os gases ácidos são removidos em depuradores de cal que podem funcionar via seca ou via húmida; segue-se a adição de aditivos como carvão activo e cal para adsorver o mercúrio, dioxinas e furanos; segue-se um filtro de manga têxtil para remover partículas finas que escaparam ao precipitador electrostático, incluindo cinzas inflamáveis e o carvão activado e cal contendo os poluentes adsorvidos. Por fim os óxidos de nitrogénio são removidos pela adição de amónia para formar nitrogénio inerte.

As poeiras produzidas apresentam partículas com calibre que pode atingir os 80µm. As partículas com calibre superior a 15 µm poderão ser removidas através da utilização de ciclones. Para as partículas com calibre inferior, que constitui a grande maioria das partículas, os precipitadores electrostáticos e os filtros manga são os aparelhos frequentemente utilizados. O maior perigo para a saúde provém das partículas ultrafinas, que podem ter adsorvido metais pesados e gases ácidos, pois elas são mais dificilmente removidas e podem passar ao sistema respiratório humano.

Os metais podem evaporar no forno e eventualmente condensar na zona de arrefecimento gerando aerossóis sob a forma de partículas ultrafinas, ou podem ser adsorvidas pelas cinzas. O sistema de depuração para controlo dos metais pesados depende da volatilidade dos gases. Metais menos voláteis mais facilmente são adsorvidos pelas cinzas. Metais mais voláteis como o mercúrio e o cádmio requerem sistemas mais complexos de controlo das emissões. Existem dois sistemas de limpeza, que consistem num depurador com injeção de uma polpa de hidróxido de cálcio coadjuvado por um precipitador electrostático, e um depurador a seco

com injeção de hidróxido de cálcio hidratado coadjuvado com um sistema de filtragem de manga. Pode ainda ser também adicionado carvão activo, que permite a adsorção de dioxinas. Os gases ácidos corrosivos produzidos podem ser eliminados através da sua “lavagem”, utilizando hidróxido de cálcio.

As cinzas e o material não queimado que cai pelas grelhas são colocados num contentor, fazendo-se adição de água para extinguir a queima de algum desse material.

Os principais elementos dos resíduos sólidos são o carbono, hidrogénio, oxigénio, nitrogénio e enxofre. Para além destes, outros elementos menores podem ainda existir. Em condições ideais os produtos resultantes da incineração de um RSU inclui dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O , forma de gás) nitrogénio (N_2) e pequena quantidade de dióxido de enxofre.

Energia recuperada

Os incineradores têm por um lado o objectivo de produção de energia e por outro a diminuição dos custos das operações subsequentes de tratamentos dos resíduos, como por exemplo a sua deposição. A energia pode ser recuperada a partir dos gases quentes gerados pela incineração dos RSU por dois métodos: 1) uso de câmara de incineração; 2) uso de caldeiras. A água quente pode ser usada a menores temperaturas para aplicações industriais, ou para aquecimento de espaços.

Volume dos resíduos. Redução do volume

A quantidade de resíduos produzidos na incineração depende da natureza dos resíduos tratados, no entanto o seu volume é muito menor que o existente inicialmente, sendo da ordem dos 5% a 10%. Na Tabela 8 representam-se os componentes característicos dos resíduos resultantes da incineração dos RSU.

A partir dos dados apresentados naquela tabela é possível determinar a redução e o volume dos resíduos resultantes da incineração. Assim, para exemplificar, determine a quantidade e a composição de um resíduo de uma incineração de um RSU que apresenta a composição média representada na tabela 9. Estimar a redução do volume do resíduo, assumindo que o peso específico do resíduo é de 599.17 kg/m³.

Tabela 8 Composição dos resíduos resultantes da incineração de uma RSU. (Fonte:
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

Componente	percentagem em peso	
	variação	Típica
Matéria orgânica	3-10	5
Recipientes de estanho	10-25	18
Ferro, aço	6-15	10
Outros metais	1-4	2
Vidro	30-50	35
Cerâmica	2-8	5
Cinzas	10-35	25
<i>Total</i>		<i>100</i>

Tabela 9 Composição típica de um resíduo e percentagem de cinzas após incineração (*Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA*)

Componente	Resíduo sólido ^a , kg	Resíduo Inerte, (%)	Resíduo	
			kg	%
<i>Orgânicos</i>				
Restos de comidas	90	5	4.5	1.9
Papel	340	6	20.4	8.6
Cartão	60	5	3.0	1.3
Plásticos	70	10	7.0	2.9
Têxteis	20	6.5	1.3	0.5
Borracha	5	9.9	0.5	0.2
Couro	5	9.0	0.5	0.2
Restos de jardim	185	4.5	8.3	3.5
Madeira	20	1.5	0.3	0.1
mist. Orgânicas	-	-	-	-
Madeira	20	1.5	0.3	0.1
Mist. Orgânicas	-	-	-	-
<i>Inorgânicos</i>				
Vidro	80	98	78.4	33.0
Latas, estanho	60	98	58.8	24.7
Alumínio	5	96	4.8	2.0
Outros metais	30	98	29.4	12.4
Pó, cinzas, etc.	30	68	20.4	8.6
<i>Total</i>	<i>1000</i>		<i>237.6</i>	<i>100.0</i>

a - baseado em 1000 Kg de resíduo sólido

Os resíduos sólidos são geralmente classificados em cinzas de fundo (escória) e cinzas volantes. As primeiras são as cinzas recolhidas na grelha da câmara de combustão, as cinzas volantes são recolhidas a jusante da câmara de combustão. No Quadro 18 apresenta-se uma classificação mais detalhada do tipo de resíduos sólidos produzidos e suas origens.

Nome	Origem e algumas características	Quantidades produzidas (kg/t.RU incinerada)
Cinzas de fundo (ou resíduos de grelha)	Material homogéneo descarregado pela grelha do forno. Pode conter quantidades significativas de metais, vidro, restos de cerâmica e material orgânico não queimado.	250-420
Resíduos que passam através da grelha	Resíduos que passam através das grelhas, sendo recolhidos em conjunto com os resíduos anteriores, no tanque de arrefecimento da instalação.	5
Cinzas do recuperador de calor	Resíduos captados no sistema de recuperação de calor.	2-12
Cinzas volantes	Resíduos removidos dos gases de combustão antes da adição de qualquer substância para tratamento dos gases. Incluem as partículas de dimensões reduzidas provenientes da câmara de combustão e os elementos condensados nas mesmas durante o arrefecimento dos gases.	10-30
Resíduos do tratamento dos gases	Mistura de materiais recolhidos nos dispositivos de tratamento de gases. Inclui cinzas volantes, substâncias injectadas no sistema e produtos de reacção.	20-50
Lamas do lavador de gases	Resíduos produzidos quando existe tratamento dos gases por via húmida, consistindo na fase sólida dos produtos das reacções ocorridas no sistema.	-
Cinzas combinadas	Mistura de todos os resíduos anteriores	-

Quadro 18 Resíduos sólidos da incineração (Maria Martinho et al., 200) (Fonte: DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA FACULDADE DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA)

Dificuldades na implementação da incineração

As principais dificuldades associadas ao uso da incineração para a transformação dos RSU estão relacionadas com: 1) localização; 2) emissões de gás; deposição dos resíduos; 4) emissões líquidas; 5) factores económicos.

Situação nacional

Em Portugal continental, o principal destino final dos RU continuam a ser os aterros. Aspecto muito importante é a erradicação das lixeiras, concluída em 2001, pela implementação do PERSU I. Deixaram então de ser o maior destino final dos RU, 73% em 1995, para dar lugar ao aterro, com deposição no ano de 2007 de 64%.Em relação a este último ano, para os aterros, seguiram 4,7 milhões de toneladas de RU produzidos no Continente, seguindo-se a

incineração com recuperação de energia (18%), a valorização orgânica (11%), e a recolha selectiva multimaterial com vista à reciclagem (7%). Observa-se ainda em relação aos aterros como destino final, uma tendência decrescente desde 2002, o valor verificado no ano de 2007 o mais baixo desde 2001.

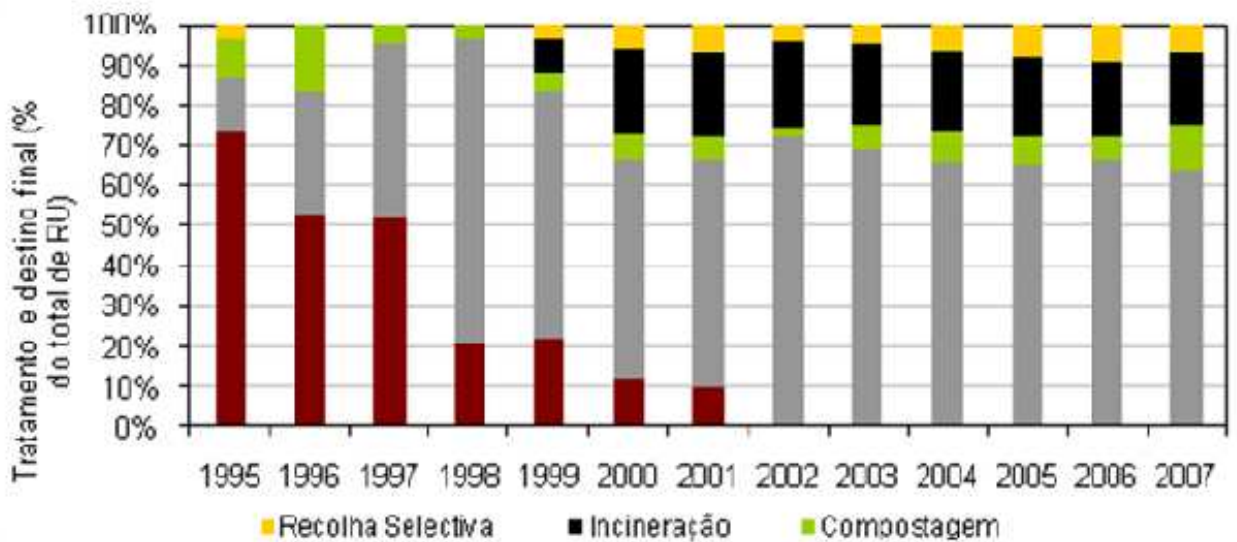


Figura 33 Destino final dos RSU

8 Confinamento

O confinamento é a operação terminar do tecnossistema de gestão de RU e pode assumir as seguintes modalidades: lixeira, vazadouro controlado, aterro sanitário, armazenagem subterrânea e confinamento técnico. (Lobato Faria et al., 1997)

Lixeira ou vazadouro não controlado	Modalidade de confinamento no solo, em que os resíduos são lançados de forma indiscriminada e não existe qualquer controlo posterior.
Vazadouro controlado	Modalidade indesejável de confinamento no solo, em que os resíduos são lançados de forma ordenada e cobertos com terra, o local possui vedação completa e pelo menos uma das duas condições de drenagem e impermeabilização é satisfeita, mas em contrapartida não é feita qualquer monitorização de impacte ambiental.
Aterro Sanitário	Modalidade de confinamento no sol, em que: 1º os resíduos são lançados ordenadamente e cobertos com terra ou material similar, 2º existe controlo sistemático das águas lixiviantes e dos gases produzidos, bem como, 3º monitorização do impacte ambiental durante a operação e após o seu encerramento.
Confinamento técnico	Modalidade de confinamento caracterizada pela observância de critérios de admissão de resíduos, colocação dos mesmos em células próprias (alvéolos) e monitorização do impacte ambiental
Armazenagem Subterrânea	Instalação de confinamento numa cavidade geológica profunda.

Quadro 19 Tipos de confinamento (Lobato Faria et al., 1997)

A deposição em Aterro Sanitário é o método mais vulgarmente utilizado em Portugal.

8.1 Aterros Sanitários

Segundo o Decreto- Lei nº 152/2002 de 23 de Maio podemos definir aterro sanitário como:

“Uma instalação de eliminação para a deposição de resíduos acima ou abaixo da superfície natural,

incluindo:

As instalações de eliminação internas, considerando-se como tal os aterros onde o produtor de resíduos efectua a sua própria eliminação de resíduos no local da produção;

Uma instalação permanente, considerando-se como tal a que tiver uma duração superior a um ano, usada para armazenagem temporária;

mas excluindo:

As instalações onde são descarregados resíduos com o objectivo de os preparar para serem transportados para outro local de valorização, tratamento ou eliminação;

A armazenagem de resíduos previamente à sua valorização ou tratamento, por um período geralmente inferior a três anos;

A armazenagem de resíduos previamente à sua eliminação, por um período inferior a um ano.”

Ainda de acordo com este Decreto-Lei podemos considerar as seguintes clases de aterros:

- Aterro para resíduos perigosos
- Aterro para resíduos não perigosos
- Aterro para resíduos inertes

Para implantação de aterros sanitários exigem-se fundamentalmente dois objectivos; a preservação da qualidade do ambiente e o cumprimento das exigências associadas aos aspectos construtivos, de exploração e monitorização dos aterros para resíduos.(*Levy e Cabeças, 2006*)

Um aterro sanitário é uma obra de engenharia, seleccionada, desenhada e gerida por forma a atingir os seguintes objectivos:

Redução, a níveis mínimos, dos incómodos e dos riscos para a saúde pública, provocados por cheiros, fogos, tráfego, ruído, vectores de doença, estética, entre outros:

- Minimização dos problemas de poluição da água, da paisagem, do ar e do solo;
- Utilização completa do terreno disponível, através duma boa compactação e cobertura;
- Gestão do empreendimento orientada para futura utilização do local;
- Redução dos níveis de percepção de risco.

Esta infraestrutura só é classificada como aterro sanitário se possuir as seguintes condições técnicas:

- Vedação Total;
- Cobertura diária dos resíduos;
- Impermeabilização dos taludes de fundo;
- Drenagem, recolha, tratamento e posterior rejeição das águas lixiviantes, cumprindo as normas de drenagem legais;
- Drenagem de biogás;
- Plano de monitorização durante as fases de operação e pós-encerramento;
- Plano de recuperação pós-encerramento.
- Como intervenções importantes a garantir na gestão do aterro sanitário salientam-se:
- Não devem ser aceites em aterro sanitário, resíduos líquidos pneus usados inteiros com exclusão dos pneus utilizados como materiais de fabrico, e pneus usados fragmentados, excluindo os pneus de bicicletas e os pneus de um diâmetro exterior superior a 1400mm;
- Os resíduos depositados em aterro deverão ser tratados, quer para diminuir a sua quantidade quer para diminuir a sua perigosidade;
- Os efluentes residuais gasosos (biogás) produzidos nos aterros que recebam resíduos biodegradáveis deverão ser captadas, queimados ou tratados e aproveitados energeticamente (se for viável).

(Martinho e Gonçalves, 2000)

O Decreto-lei acima referido, impõem como finalidades de natureza ambiental:

- Redução dos efeitos residuais cumulativos promovidos pela presença de matérias orgânicas biodegradáveis;
- Redução de materiais potencialmente aproveitáveis, por reciclagem ou valorização energética;
- Regras rigorosas de licenciamento jurídico e de operação e manutenção, durante a exploração e após o encerramento.

Como exigência relevante salienta-se a obrigatoriedade de reduzir ao longo do tempo a deposição em aterro dos resíduos biodegradáveis, de acordo com objectivos pré-definidos:

2006 – Redução para 75% da quantidade total de resíduos urbanos biodegradáveis produzidos em 1995 ou no ano mais recente antes de 1995, para o qual existam dados normalizados na EUROSTAT

2009 – Redução para 50% da quantidade total (por peso) de resíduos urbanos biodegradáveis produzidos em 1995, ou no ano mais recente antes de 1995, para o qual existam dados normalizados na EUROSTAT;

2016 – Redução para 35% da quantidade total (por peso) de resíduos urbanos biodegradáveis produzidos em 1995 ou no ano mais recente antes de 1995, ou no ano mais recente antes de 1995, para o qual existam dados normalizados na EUROSTAT;

8.1.1 Vantagens e desvantagens

Vantagens	Desvantagens
Possível via para a recuperação de áreas degradadas (p.e. pedreiras)	Longa imobilização dos terrenos
Processo de mais baixo custo	Necessidade de grandes áreas
Flexibilidade de operação	Necessidade de material de cobertura
Não requer um número elevado de pessoal especializado	Pode inibir as políticas de redução
--	Dependência das condições climáticas
--	Problemas de localização
--	Oposição pública

Visto ser um método de deposição mais simples e económico é o mais utilizado na maior parte dos países. Mas este facto tem tendência a inverter-se devido ao aumento dos preços dos terrenos, à existência de normas regulamentares e técnicas cada vez mais específicas e restritivas e a oposição pública á localização das instalações.

O conceito de AS como método de deposição final dos RU está também a alterar-se. Um AS não é um local onde os materiais são depositados e do qual nunca mais saem. O AS pode ser considerado um processo de tratamento de RU. Os RU e a energia necessária ao desenvolvimento do processo constituem as entradas de um AS. O processo em si envolve a decomposição de parte dos resíduos orgânicos. As saídas do processo são resíduos finais estabilizados, os gases (biogás) e os produtos aquosos (aguas lixiviantes) resultantes da decomposição. Como em qualquer outro processo a eficiência, a quantidade dos produtos finais dependem das entradas, e da forma como o processo decorre e é controlado.

O AS também pode ser considerado um processo de valorização se o biogás for recolhido e aproveitado para fins energéticos (produção de energia ou calor) e/ou quando contribui para a recuperação de áreas degradadas. Contudo estas não são as situações mais comuns. Na maioria dos países estas oportunidades não são aproveitadas e os AS são localizados em solos úteis para outros fins. (*Martinho e Gonçalves, 2000*)

8.1.2 Localização e concepção

O aterro sanitário é uma obra de engenharia multidisciplinar que tem de ser concebida, projectada e ponderada sobre todos os factores que condicionam o seu dimensionamento, procurando garantir o equilíbrio dos compromissos de índole técnica, estrutural, ambiental, económico, funcional, sanitário e social.

Dentro do leque de soluções de tratamento e valorização dos resíduos sólidos possíveis de viabilizar actualmente, o aterro sanitário é, será sempre, uma componente essencial de um Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

Mesmo tendo em conta a minimização que se pretende (hoje e no futuro) na deposição dos resíduos em destino final, o aterro sanitário será sempre uma solução omnipresente, quer no fim de linha, como complemento indispensável de outros processos de tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), quer como solução única de tratamento.

Neste contexto, torna-se claro o posicionamento dos aterros sanitários na cadeia de gestão de um sistema integrado de resíduos, quer como método de “tratamento”, “de eliminação”, de “destino final” ou de “confinamento”. (*Levy e Cabeças, 2006*)

8.1.3 Selecção de locais

Os aterros sanitários são fundamentalmente estruturas ambientais que na fase de selecção de locais e, em seguida, nas fases de concepção, construção, operação e monitorização, necessitam da intervenção de um conjunto alargado de diferentes especialidades. Com a conjugação destas intervenções pretende-se que seja garantido o funcionamento desta infra-estrutura sanitária, sem alterar as condições do quadro ambiental de referência.

Assim sendo, para se procurar e seleccionar a melhor localização desta infra-estrutura sanitária, deve ter-se em consideração:

- A dimensão da região e o universo populacional a servir;
- Os dados de base e a perspectiva de evolução;
- A aptidão dos terrenos passíveis de serem utilizados;
- As medidas mitigadoras a implementar.

As restrições a ter presente dizem respeito, fundamentalmente, a:

- Restrições legais e institucionais;
- P.D.M – restrições de ocupação de espaços;
- Reserva Agrícola Nacional (RAN);
- Reserva Ecológica Nacional (REN);
- Rede Natura, Parques Naturais, Património.
- Os locais passíveis de serem seleccionados para implantação do aterro tem de ser observados e criticados “in situ” em função de diversos factores.
- Factores de aptidão do terreno
- Topografia relevante em termos de modelação com implicações nos custos da obra;
- Morfologia envolvente para inserção;
- Ocupação do solo;
- Património arqueológico;
- Área disponível;
- Disponibilidade de terras de cobertura:
- Geologia, geotecnia e hidrogeologia;
- Nível freático, recursos hídricos, captações de água;
- Ripabilidade do solo de fundação,

- Existência de infra-estruturas na proximidade, nomeadamente: rede elétrica, rede de abastecimento de água, rede de drenagem e tratamento de águas residuais;
- Acessibilidades; distâncias a destino final,
- Cabeceiras e/ou linhas de água na envolvente ou na proximidade;

Envolvente arbórea.

Factores de impacto ambiental

C1- Impacte ambiental local

Nos solos, na qualidade do ar, nos níveis de ruído;

Na fauna e na flora, nos recursos hídricos;

Geologia, geotecnia e hidrogeologia;

Riscos ambientais associados.

C2- Impacte ambiental extra-local

No trânsito dos acessos de proximidade;

No atravessamento de povoações e zonas habitacionais;

Na qualidade do ar;

Nos níveis de ruído;

Nos recursos hídricos;

Riscos ambientais associados.

Factores de ordem sociológica

Análise sociológica;

Avaliação Custo-Benefícios Sociais (método ACBS).

Após estas análises avaliam-se de seguida:

As medidas mitigadoras a desenvolver;

Os factores de ordem estratégica de nível regional local;

Os objectivos da Política Nacional e Comunitária

É possível que o local ideal, resultante da análise multicritério, não seja o efectivamente escolhido para a implantação do aterro devido á contestação de populações directamente interessadas, pelo que se terá então que encontrar uma solução de compromisso, que tenha em conta aspectos sociológicos e políticos.

Assim, torna-se importante fazer participar uma Comissão de Acompanhamento composta por diferentes elementos que abranjam desde entidades directamente interessadas neste domínio, bem como elementos da sociedade social que venha a ser servida por esta infra-estrutura. Também a realização de sessões de informação e de educação ambiental são acções que podem e devem decorrer em paralelo. Só desta forma se conseguirá, senão o consenso, pelo menos a responsabilização democrática da decisão.

8.1.4 Conceção

A concepção de um aterro sanitário está intimamente ligada a um conjunto de factores determinantes e etapas sequenciais que importa ter presente, conforme se pode ver na Figura 34, já que é esta envolvente global que marca as opções e decisões a tomar ao nível do projecto.

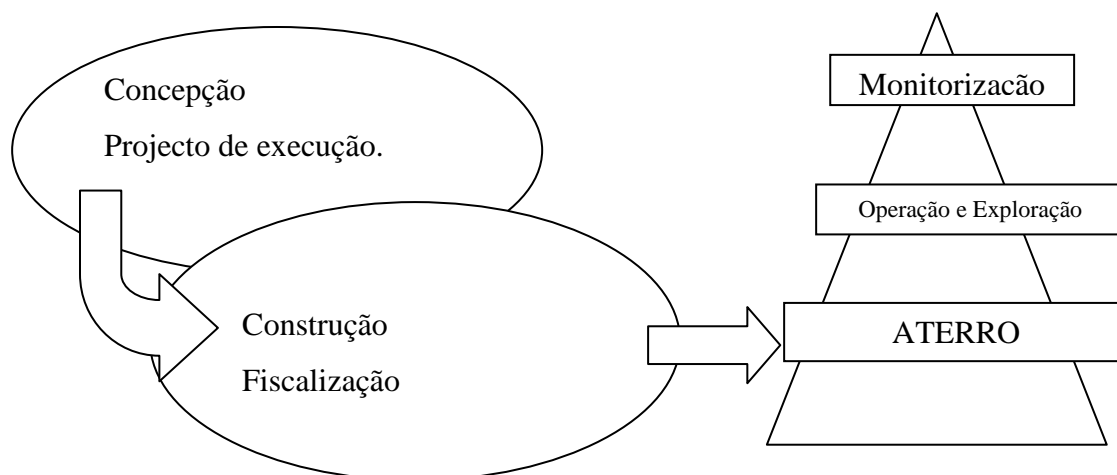


Figura 34 Etapas de concepção e operação de um aterro (Adaptada de Levy e Cabeças, 2006)

Admitindo que na fase de concepção todos os condicionalismos e restrições processuais são ultrapassados após estudo, avaliação e ponderação sobre o terreno disponível, torna-se importante que o projecto contenha todas as intervenções necessárias para mitigar os aspectos menos favoráveis.

A nível da concepção, o projecto de execução de um aterro sanitário deve dar cumprimento às disposições e exigências que constam no Decreto-Lei nº 152/2002 de 23 de Maio, relativa á deposição de resíduos em aterro.

De forma geral devem constar os seguintes elementos:

- Memória descritiva e justificativa;
- Dimensionamento e características principais dos elementos fundamentais da obra;
- Definição geral dos processos de construção e da natureza dos materiais e dos equipamentos;
- Avaliação das quantidades de trabalho a realizar e respectivos mapas;
- Medições e orçamento da obra;
- Estudo económico;
- Peças desenhadas e outros elementos gráficos elucidativos de cada uma das soluções propostas, sob a forma de plantas, alçados, perfis e outros desenhos, em escala apropriada, necessários á boa execução da obra.

Constituição do aterro sanitário

Um aterro pode ser considerado como um reactor bioquímico em que os resíduos e a água pluvial são as principais entradas, e os lixiviados e o biogás os principais efluentes, resultantes da decomposição dos componentes biodegradáveis dos RSU ou equiparados, como esquematizado na figura seguinte (Figura 35)

Aterro Sanitário

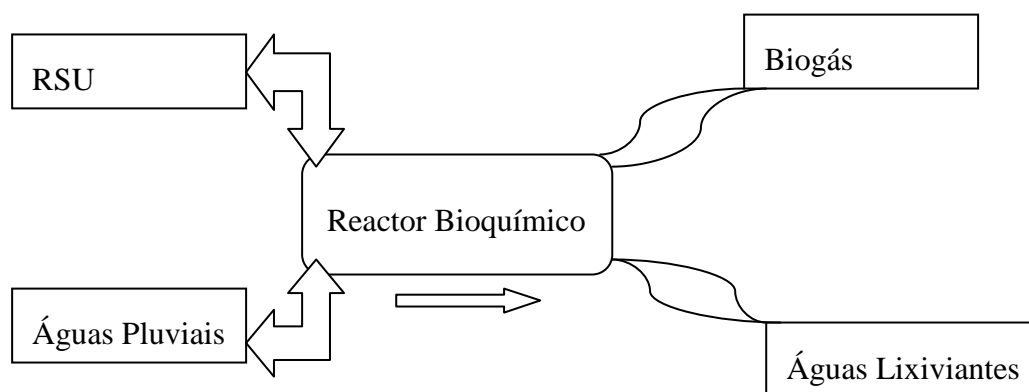


Figura 35 Entradas e saídas num aterro sanitário (Adaptada de Levy e Cabeças, 2006)

De acordo com a legislação, um aterro de resíduos tem de contemplar um sistema de impermeabilização constituído por uma barreira activa e uma barreira passiva, constituindo o isolamento estanque na interface com os terrenos em que está implantado e cuja função á confinar internamente os resíduos e todos os efluentes líquidos (aguas lixiviantes) e gasosos

(biogás), impedindo a sua migração para o exterior. O sistema de impermeabilização a efectuar num aterro sanitário estende-se pela zona da base e taludes, encerrando toda a geometria destinada a área de deposição de resíduos.

Barreira passiva – barreira geológica natural, ou artificialmente colocada, no cumprimento das exigências do Decreto-lei nº 152/2002 de 23 de Maio, de modo a garantir:

Um valor máximo do coeficiente de permeabilidade de $k < 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$ num substrato com uma espessura $> 1\text{m}$ se for conseguido por solo in situ;

Caso não seja possível, aquelas condições deverão ser conseguidas através de um revestimento artificial como qual se obtenha protecção equivalente, com espessura não inferior a 0,5m.

Barreira activa – barreira artificialmente colocada em todo o solo de fundação e taludes, constituída por geocompósitos e geosintéticos, convenientemente dimensionados para resistência às solicitações mecânicas ao Punçoamento, Rasgamento e Tracção.

O sistema de impermeabilização constitui a barreira activa tanto na zona basal como nos taludes, a partir da barreira passiva de base, deve ser constituído no sentido ascendente, por:

- Geocompósito bentonítico
- Geomenbrana
- Geotêxtil não tecido
- Camada drenante

Sobre a camada drenante pode ser colocado um novo geotêxtil não tecido, com funções de filtro, na interface entre a camada permeável e os RSU. Este geotêxtil poderá ser colocado apenas na fase de exploração e deverá ser igualmente estendido ao longo dos taludes até assegurar a sobreposição mínima de 0,50m.

Sistema de drenagem de fundo – com valas principais e secundárias incorporadas na camada drenante, possuindo colectores que permitam de forma estratégica captar e drenar todas as escorrências líquidas para um poço de captação e derivação interno ou externo.

A construção de um aterro sanitário inclui, ainda, os seguintes sistemas:

Sistema de captação e regularização;

Estação de tratamento de águas lixiviantes;

Sistema periférico de valetas;

Sistema de drenagem de biogás

Estação de queima de biogás

8.2 Tipos de aterros

Conforme a topografia do confinamento, altimetria e planimetria, podem-se classificar os aterros nos seguintes tipos:

Aterro em superfície – a operação inicia-se com a construção de um talude de encontro ao qual serão colocadas as primeiras camadas de resíduos, que se prolongam em seguida ao longo de uma faixa, cujo o comprimento é calculado de modo a que no final do dia se atinga uma altura desejada e se complete uma célula para que possa ser coberta.

Aterro em trincheira – é normalmente realizado em áreas planas ou em declives suaves onde o nível freático é suficientemente profundo para serem possíveis escavações. O solo retirado durante as escavações é empilhado ao longo da berma da trincheira, ficando disponível para as operações de cobertura diária dos resíduos e cobertura final, ao mesmo tempo, permite a protecção dos ventos e das águas de escorrência superficiais.

Aterro em depressão – pode ser construído em depressões naturais ou artificiais. As técnicas de deposição e compactação dos resíduos em depressões variam com a geometria do local, as características do material de cobertura disponível, a hidrogeologia e geologia do local, as medidas de controlo de gases e lixiviados a serem utilizadas e as condições de acesso ao local. (Martinho, Maria da Graça Madeira et al., 2000)

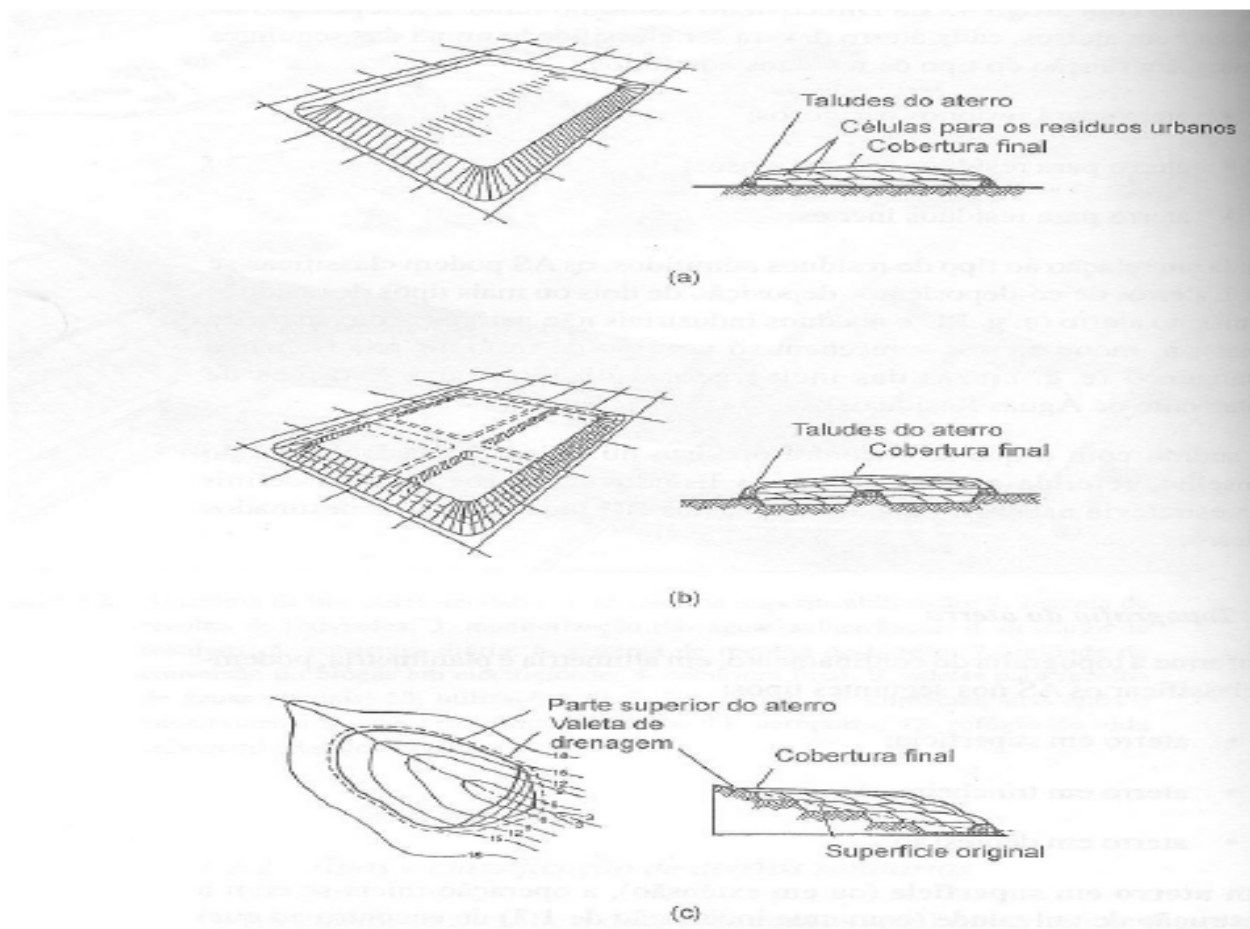


Figura 36 Tipos de aterros a) aterro em superfície; b) aterro em trincheira, c) aterro em depressão. (Tchobanoglous et al., 1993)

8.3 Infra estruturas e instalações de apoio

Em termos de instalações, espaços e equipamentos que, de acordo com a dimensão do aterro sanitário, se devem prever, como base de partida para a concepção do aterro, devem ser consideradas as seguintes:

Construção civil – vedação e instalações de apoio

Vedação metálica periférica e portão do aterro;
Portaria para receção, vigilância e controlo de entradas com sistema de vídeo e cancela;
Unidade de pesagem automática com báscula informatizada e leitura de cartões por sistema optico;
Edifício administrativo
Instalação coberta para armazém de materiais de consumo e peças de reserva;
Instalação para estacionamento de maquinas incluindo zona oficial;
Instalação coberta para estacionamento das viaturas de recolha selectiva;
Plataforma e instalação de um posto de abastecimento de combustível;
Plataforma específica para lavagem do equipamento mecânico;
Unidade de lavagem de rodados;
Centro de Triagem dos materiais da recolha selectiva e valorização de RSU;
Centro de enfardamento de RSU
Obras de contenção, drenagem pluvial e descarga em linha de agua;
ECOCENTRO interno com plataforma para depósito de objectos volumosos

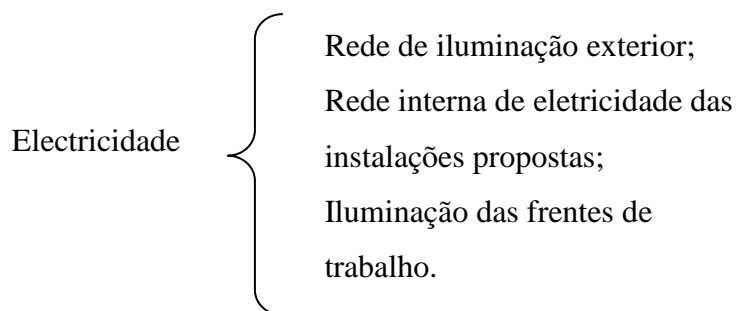
Construção civil – vias internas

- Vias internas de circulação, até a zona de descarga dos RSU, rampa interna de acesso;
- Vias de acesso e envolvente das instalações projectadas;
- Parque de estacionamento para viaturas ligeiras e autocarros;
- Via de acesso ao sistema de tratamento das águas lixiviantes

Abastecimento de água

- Rede interior das instalações projectadas
- Rede de abastecimento e distribuição de água, com toma específica junto das plataformas modeladas para instalação de unidades complementares de tratamento
- Rede de incêndio no interior do aterro sanitário

Sistema de drenagem e tratamento de águas residuais – Rede interior de drenagem de águas residuais domésticas das instalações propostas e respectivo sistema de tratamento. Esta rede não deve ligar à rede de drenagem das águas lixiviantes na sua fase final, pois existe o risco da entrada de biogás no interior dos edifícios.



8.4 Águas lixiviantes

“Água Lixivante ou lixiviado – Efluente líquido que percorre os RSU depositados num aterro e é resultante da água contida nos resíduos e da que é proveniente da precipitação meteorológica.” (Definição fonte: Valnor)

8.4.1 Composição

O processo de degradação da fracção orgânica dos RS produz efluentes residuais líquidos, constituídos essencialmente por matérias orgânicas provenientes dos resíduos mais putrescíveis e ácidos inorgânicos.

A degradação da matéria orgânica processa-se durante um curto período inicial em condições aeróbias e, posteriormente, em condições anaeróbias, com excepção de uma pequena camada superficial.

Os referidos efluentes em conjunto com as águas pluviais infiltradas constituem, as águas lixiviantes ou lixiviados, de cor escura com odor acentuado e elevada carga orgânica.

A composição típica dos lixiviados é a seguinte: CBO5, COT, CQO, sólidos totais em suspensão, azoto orgânico, azoto amoniacal, nitratos, fósforo, ortofostafos, cálcio, magnésio, potássio, sódio, cloretos, sulfatos e ferro.

Como principais factores que afectam a composição das águas lixiviantes temos:

- Natureza dos resíduos sólidos depositados;
- Condições de exploração do aterro;
- Características das origens de água exteriores ao aterro;
- Natureza do material de cobertura;
- Precipitação

A produção das águas lixiviantes deverá ser minimizada de forma a diminuir os custos de tratamento, bem como atenuar os seus efeitos negativos no domínio da exploração do aterro.

A minimização da produção de lixiviados pode conseguir-se através dos seguintes processos:

- Modelação da plataforma final do aterro impondo uma inclinação de 2% de forma parabólica de modo a evitar infiltração franca das águas externas;
- Impermeabilização temporária dos resíduos que não formatam a frente de trabalhos em curso;
- Nivelamento da cobertura com cotas mais altas que as dos terrenos adjacentes, para minimizar assim a infiltração;
- Plantação de gramíneas e de vegetação rasteira na cobertura final para favorecer a perda de água por evaporação e evapotranspiração.

8.5 Biogás

O biogás, surge através de processos biológicos, físicos e químicos. Este gás é maioritariamente composto por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e por uma diversidade de componentes em quantidades residuais. Os resíduos sólidos urbanos depositados em aterro, sofrem ao longo do tempo, um conjunto de transformações devidas a fenómenos físicos, químicos e biológicos, que, em resultado da elevada quantidade de materiais biodegradáveis depositados, originam efluentes residuais líquidos e gasosos que importa controlar.

8.5.1 Composição

O biogás é constituído, essencialmente, por dois componentes, metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), contendo ainda componentes vestigiais de outros gases que, quando presentes em elevadas concentrações, podem apresentar características de toxicidade.

O biogás é o responsável pela ocorrência de odores no aterro e na sua zona envolvente, devido aos componentes vestigiais do biogás. De referir ainda que quando o biogás é ventilado directamente para atmosfera não se promove qualquer risco de incêndio e explosão.

Assim, a instalação de um sistema de captação e drenagem do biogás diminui a possibilidade de acumulação de biogás em bolsa, pois desgaseificação que se processa em contínuo diminui essa situação.

9 Planeamento e gestão de sistemas de resíduos

Nos capítulos anteriores foram descritos os aspectos operacionais mais relevantes das várias opções possíveis para a recolha, transporte, valorização, tratamento e confinamento de RU. Como se referiu, também, a gestão dos tecnossistemas de resíduos deverá obedecer ao conceito de gestão integrada dos sistemas e de sustentabilidade, tendo como objectivo preferencial a prestação de um serviço de qualidade aos seus utilizadores com custos razoáveis e adequados (Lobato Faria et al.; 1997). Neste contexto, as actividades de planeamento e o modelo de gestão a adoptar são aspectos cruciais para atingir tais objectivos e requerem soluções criativas e bem coordenadas, desenvolvidas e apoiadas por equipas técnicas multidisciplinares.

9.1 Planeamento dos sistemas

O planeamento no campo dos RU pode ser entendido como o processo pelo qual as necessidades de uma comunidade, em relação à gestão dos RU, são medidas e avaliadas, além de serem desenvolvidas alternativas que possam apoiar a tomada de decisões mais correctas no domínio do sector dos RU (Tchobanoglous et al.; 1993).

Trata-se de desenvolver um conjunto de bases estratégicas orientadoras, susceptíveis de franquear, no futuro, a resolução dos problemas do sector, a vias conjugadas mais funcionais. Neste processo, as interrelações entre os factores técnicos, ambientais, económicos, jurídicos, sociais e políticos devem ser cuidadosamente avaliadas, não esquecendo que as soluções devem ser apoiadas, de forma estratégica, por outros programas relevantes tais como, por exemplo, a estrutura gestionária e financeira; a informação, sensibilização e participação das populações; a educação ambiental; as relações públicas e a formação profissional.

As actividades de planeamento podem ser associadas a três níveis de jurisdição: nacional, regional e local. Em qualquer dos casos, devem ser respeitados, num Plano de Gestão de RU, os seguintes princípios fundamentais: a sustentabilidade dos sistemas; o reforço e o respeito pela estratégia da UE; a correcção das disfunções intrínsecas e operativas dos tecnossistemas; a opção pelas melhores soluções técnicas, a responsabilidade partilhada e a integração dos interesses e expectativas dos vários parceiros da sociedade civil (cidadão/utentes do serviço, empresas-prestadoras, responsáveis institucionais, associações de cidadãos).

Em termos gerais, os planos e programas, representam peças fundamentais para atingir os objectivos da gestão dos RU. As diferenças fundamentais entre programas e planos encontram-se no tipo de actividades envolvidas.

Os programas incluem todas as actividades associadas à solução de um problema; os seus elementos estratégicos funcionais incluem as operações financeiras, as estruturas, a necessidade de mão-de-obra, entre outros.

No caso dos planos, o objectivo principal é estabelecer objectivos e políticas orientadoras.

Os procedimentos para a realização de um plano compreendem os seguintes passos fundamentais (Tchobanoglous et al.;1993; Bilietewsk et al.; 1994):

1. Definição e especificação do problema. Esta é a primeira e a mais crítica fase dum estudo de planeamento. As actividades de planeamento iniciam-se quando as necessidades duma comunidade são articuladas e o problema é reconhecido pelos decisores. Trata-se de obter uma definição clara do problema e correspondentes especificações para os responsáveis pela tomada de decisões acerca da gestão dos RU. Os problemas e especificações usualmente derivam das preocupações do público. As dificuldades resultam do facto dos sistemas de RU não serem normalmente bem compreendidos pelos diferentes níveis de poder de decisão e os interesses e expectativas dos diversos intervenientes nem sempre serem coincidentes. Consequentemente, o planeador pode necessitar de redefinir o problema que foi originalmente especificado pelo decisor.
2. Inventariação e acumulação de dados. Esta fase consiste na recolha e inventariação de todos os dados que irão formar as bases do Plano, abrangendo todos os factores especificados da comunidade em função das necessidades para atingir as especificações do problema. Este é um passo muito importante no planeamento porque as subsequentes recomendações para a acção serão baseadas na situação de diagnóstico. Desta forma é essencial que todos os elementos funcionais que integram um sistema de gestão de RU sejam considerados nos diferentes níveis de planeamento, nomeadamente, a identificação das quantidades e composição dos RU e tendências de evolução futura, os métodos e equipamentos de recolha e transporte existentes, as infraestruturas de valorização e tratamento, os métodos e infraestruturas de confinamento, as características dos produtores de RU e dos operadores que actuam nas diferentes componentes do sistema e as condicionantes gerais (geográficas e de

ordenamento do território, estrutura urbano-rural, compromissos já assumidos, condições sócio-económicas, institucionais, financeiras e gestionárias).

3. Desenvolvimento e avaliação de alternativas. Esta fase envolve uma avaliação detalhada e análise dos dados acumulados na fase anterior.

É nesta fase que o programa do plano é formado. Porque um problema pode ter mais do que uma solução, é vantajoso desenvolver, para apreciação dos decisores, propostas alternativas compostas por um ou mais programas. No desenvolvimento de alternativas é especialmente importante que todos os elementos funcionais sejam coordenados para assegurar um sistema integrado. Pela avaliação de programas coordenados o planeador estará apto a recomendar as opções estratégicas, as prioridades, as metas e sua justificação e as alternativas técnicas mais viáveis, face a critérios como a qualidade, flexibilidade, segurança, adequabilidade às circunstâncias regionais, aceitabilidade por parte dos utentes, custos e níveis de redução e valorização a atingir.

4. Selecção do plano e programas. Neste ponto, são seleccionadas um número limitado de alternativas a incluir no plano. As alternativas devem ser avaliadas e revistas pelo planeador, pelos decisores e pelos membros da comunidade. A acção final desta fase é seleccionar o conjunto preferido de programas que formam o plano. A selecção entre diferentes alternativas deverá apoiar-se em indicadores ambientais e económicos bem definidos e em estudos do impacte ambiental de cada alternativa.
5. Desenvolvimento e implementação do plano. O principal objectivo desta fase é estabelecer uma sequência temporal das acções, subdividindo-a em curto, médio e longo prazo, e uma estrutura organizacional para a acção. Outros elementos importantes para a implementação são: a definição do modelo de gestão fiscal e administrativo, os requisitos ou normas técnicas gerais aplicáveis, o tipo de regulamentação institucional e tecnológica necessária à implantação das acções concretas no terreno, a especificação de programas próprios para diferentes áreas de intervenção, os custos e investimentos necessários, as medidas de incentivo a adoptar.

Nesta fase é também muito importante prever revisões periódicas ao Plano devido às alterações que inevitavelmente ocorrerão ao nível da tecnologia, da legislação, dos recursos e das necessidades e expectativas da comunidade.

Para que a implementação dum Plano tenha sucesso é necessário não só vontade política mas, também, um esforço conjunto de todos os agentes intervenientes e a criação de mecanismos que garantam a sua continuidade no tempo e o acompanhamento periódico na avaliação e validação (económica, técnica, política e social) pelos agentes interessados.

Anteriormente foram referidos alguns dos factores importantes para a adesão dos cidadãos aos sistemas de recolha selectiva, factores essenciais para o sucesso dos planos e programas de redução e valorização de RU. Um aspecto também problemático, para a implementação e sucesso destes planos e programas, é o conhecido síndrome NIMBY (Not in MY Back Yard). Este conceito global foi desenvolvido para assegurar a protecção da saúde, da vida e do ambiente, frente aos riscos de comercialização, uso, armazenamento, transporte, manuseamento e descarte de substâncias químicas.

O síndrome NIMBY caracteriza-se pela percepção que as comunidades afectadas têm de uma solução não equilibrada, e, por isso, desfavorável para elas. Os potenciais benefícios resultantes da instalação de infraestruturas de RU, nomeadamente, a criação de emprego, aumento de receitas provenientes de impostos ou tarifas, não compensam os custos, nos quais se incluem os potenciais riscos para o ambiente e para a saúde pública, os incómodos de ruído, tráfego, desvalorização das propriedades e depreciação da auto-imagem da comunidade, conduzindo, este balanço negativo, à oposição pública à localização destas infraestruturas (Lober, 1995).

Políticos e técnicos têm atribuído às reacções negativas da população a falta de informação e educação das mesmas. Na realidade, é um pouco incompreensível que projectos e soluções tecnicamente bem concebidos, sob o ponto de vista das tecnologias utilizadas e medidas de minimização de impactos ambientais, sejam rejeitados pela população e que, inclusive, se chegue a preferir as soluções existentes.

O problema é que apesar da crescente consciencialização da população, sobre a necessidade de se acabarem com as lixeiras, as soluções alternativas não são vistas como isentas de riscos, as populações consideram-se as vítimas de um problema que é mais de outros do que seu, já que, por razões económicas e técnicas, estas unidades são concebidas para tratar também os resíduos de outras comunidades. Por outro lado, o quadro legislativo previsto para a participação e consulta dos cidadãos, os quais são chamados a pronunciar-se nas fases finais dos planos, programas ou projectos, causam frequentemente a sensação que as soluções já estão tomadas e que são irreversíveis (Vasconcelos e Martinho, 1997).

9.2 Sistemas de gestão e entidades gestoras

O modelo de gestão de RU que prevaleceu no País até há bem pouco tempo, assentava na gestão directa municipal, o que se traduzia em 305 entidades gestoras, 275 no Continente. Este modelo funcionou de forma eficaz em termos de protecção da saúde pública, pois promoveu o rápido afastamento dos resíduos das áreas urbanas, com a implementação, por quase todo o País, de sistemas de recolha hermética. No entanto, foi muito pouco eficiente em relação aos montantes investidos, dando origem a custos operacionais excessivos devido à pulverização dos sistemas municipais e à deficiente estrutura de gestão da generalidade das autarquias para o desempenho deste tipo de funções. Foi ainda pouco eficaz em termos de protecção do ambiente, porque originou a proliferação de lixeiras não controladas por todo o País, causando impactes negativos graves, de recuperação demorada e requerendo pesados investimentos (Almeida,1997). Esta situação resultou, em grande parte, da generalizada falta de técnicos qualificados e de este sector estar na total dependência financeira do município, uma vez que tem sido tradição o não pagamento da serviço de recolha e tratamento de resíduos.

A crescente complexidade e níveis de exigência atribuídos às actividades de gestão de RU, e a vontade política de assegurar a melhoria da qualidade e da eficiência dos serviços prestados, veio exigir uma reformulação da lei de delimitação de sectores. Com a introdução dos DL n.º 372/93, de 29 de Outubro, e n.º 379/93, de 5 de Novembro, estruturou-se as actividades de recolha e tratamento de RU com base na distinção entre sistemas multimunicipais e sistemas municipais, e permitiu-se a empresarialização destes sistemas e a abertura da sua gestão ao sector privado.

De acordo com a legislação em vigor, os sistemas multimunicipais caracterizam-se por terem importância estratégica, abrangendo a área de pelo menos dois municípios e exigindo um investimento predominante do Estado.

Os sistemas municipais incluem todos os demais, não abrangidos pelos critérios anteriores, bem como os sistemas geridos através de associações de municípios.

O modelo de gestão adoptado, multimunicipal ou municipal, deverá ter um carácter instrumental e servir, de forma adequada, a política definida para o sector, devendo o regime de exploração e gestão destes sistemas obedecer aos seguintes princípios fundamentais: prossecução do interesse público; carácter integrado dos sistemas; eficiência e prevalência da gestão empresarial.

Tem sido norma considerar os seguintes cinco tipos de modelos de gestão no âmbito do saneamento básico, designação na qual se tem vindo a integrar o sector dos resíduos, (Lobato Faria et al.; 1997):

- Gestão pública directa, o que respeita à gestão pública municipal;
- Gestão pública directa com recursos a estruturas intermunicipais ou regionais;
- Gestão pública delegada, a qual implica que um município, um grupo de municípios ou entidades locais previamente designadas, criem uma empresa de capitais municipais, ou municipais e de outras entidades públicas, e deleguem nessa empresa a gestão do sistema;
- Gestão delegada mista ou privada, situação semelhante à anterior, mas aqui a entidade que explora o sistema não é pública, mas sim privada ou mista;
- Gestão privada ou mista em que, quer a gestão, quer a propriedade dos sistemas, são privados ou mistos.

Há que distinguir os responsáveis directos pela gestão dos sistemas, denominadas entidades gestoras dos tecnossistemas, dos restantes agentes intervenientes no domínio dos RU. As entidades gestoras dos tecnossistemas são os Municípios (geralmente constituídos em Associações de Municípios) e as entidades multimunicipais cujos sistemas são geridos por empresas concessionárias de capitais maioritariamente públicos. Os sistemas de primeira categoria, sistemas municipais, podem ser concessionados a empresas com qualquer tipo de estrutura de capital.

A gestão integrada envolve outros agentes, cuja articulação deverá ser realizada no âmbito de programas específicos de gestão. É, contudo, de referir, pela sua importância na gestão global, os seguintes agentes (Lobato Faria et al., 1997):

- a) Responsáveis directos pela gestão das embalagens e resíduos de embalagens:
 - i. Produtores de embalagens, embaladores, primeiros importadores, fabricantes de materiais de embalagem (as fileiras de materiais), que podem delegar a sua responsabilidade numa ou mais entidade (s) gestora (s) especificamente formadas para aquele fim;
 - ii. Empresas privadas de capitais públicos para determinadas fileiras.
 - b) Responsáveis pelas recolhas indiferenciada e selectiva:
 - i. Municípios;
-

-
- ii. Empresas Multimunicipais, no caso da recolha selectiva;
 - iii. Empresas privadas quando aquele serviço é concessionado, ao abrigo da legislação em vigor.
 - c) Responsáveis pelo armazenamento/triagem dos materiais alvo da recolha selectiva:
 - i. Empresas privadas;
 - ii. Empresas Multimunicipais;
 - iii. Municípios;
 - iv. Empresas privadas, quando aquele serviço é concessionado.
 - d) Responsáveis pela transferência dos resíduos alvo de recolha (quando esta operação existir):
 - i. Municípios (directamente ou indirectamente quando existe uma prestação de serviços por uma empresa privada);
 - ii. Entidades Multimunicipais;
 - iii. Empresas privadas quando aquele serviço é concessionado.
 - e) Responsáveis pela valorização orgânica ou energética dos RU:
 - i. Municípios (Associações de Municípios), directamente ou indirectamente, quando existe uma prestação de serviços por uma empresa privada;
 - ii. Entidades Multimunicipais.
 - f) Responsáveis pela deposição final dos RU no solo (em aterro sanitário ou estações de confinamento técnico):
 - i. Municípios (directamente ou indirectamente, quando existe uma prestação de serviços por uma empresa privada);
 - ii. Entidades Multimunicipais;
 - iii. Empresas privadas quando aquele serviço é concessionado.
 - g) Responsáveis directos pela gestão dos diferentes fluxos de resíduos, no âmbito do princípio da responsabilidade partilhada, deverão ser considerados:
 - i. Produtores e/ou importadores para território nacional dos produtos e os responsáveis pela sua colocação no mercado;
 - ii. Autarquias ou entidades multimunicipais, sempre que esses produtos sejam consumidos pelo público em geral dando origem a resíduos domésticos. Ou empresas privadas, quando o serviço é concessionado pelas Autarquias.
-

No início de 2006, o número de SAMUT existentes era de 29:14 intermunicipais e 15 multimunicipais e 15 multimunicipais, de acordo com o mapa apresentado (figura 8.1).

Como referem Lobato Faria et al.; (1997), para o arranque do desenvolvimento das novas infraestruturas, é indispensável reformular as estratégias de gestão, não apenas adaptando-as à realidade próxima futura mas também apoiando-as em programas financeiros apropriados. Algumas disfunções aparecem de forma prioritária neste contexto, destacando-se a estagnação ou o fraco dinamismo em aspectos importantes como.

- Acompanhamento da gestão com base em indicadores de desempenho;
- Estabelecimento definitivo de programas de recolha selectiva com vista à valorização;
- Lançamento de políticas de preços a cobrar aos utentes do serviço, aos beneficiários da reciclagem e às empresas de valorização, por forma a cobrir os custos de exploração dos tecnossistemas e a dar lugar a reservas para futuros desenvolvimentos;
- Estudo cuidadoso de soluções integradas resíduos urbanos- resíduos industriais, por forma a obter benefícios financeiros sem trair os princípios de defesa do ambiente e de salvaguarda da saúde das populações;
- Realização de acções de formação visando um alargado leque de conhecimentos, destinados a vários níveis de gestão tendo em vista a inserção de todos os trabalhadores dos sistemas numa mesma óptica estratégica;
- Aumento de interesse pelo atendimento ao utente, realização de acções de sensibilização sempre que tal se proporcione, tudo isto com a finalidade de obter uma gestão interactiva em que o utente é parte primordial.

Considera-se de algum interesse salientar a publicação do DL n.º 239/97, de 9 de Setembro e da Portaria n.º 961/98, de 10 de Novembro, que criaram o suporte legislativo para que as unidades de tratamento de resíduos, independentemente da sua origem, sejam autorizadas pelo Ministério do Ambiente, dando assim garantias de que o seu funcionamento se processe no respeito da legislação ambiental em vigor.

Actualmente e de acordo com a nova Lei - Quadro dos Resíduos (Decreto-Lei 178/2006) a gestão de resíduos vêm definidas como: Gestão integrada de resíduos é a maneira de conceber, implementar e articular (de forma integrada e sistemática) diversos procedimentos que visam aspectos ambientais, socioeconómicos, tecnológicos e legais, de gestão de resíduos. Isto significa articular políticas e acções de várias áreas, envolvendo legislação e a

comunidade local, reunir recursos, dar continuidade às acções, identificar tecnologias e soluções adequadas à realidade local. Especificamente, em relação aos RU tendo em conta as linhas orientadoras estratégicas do PERSU II, as metas compreendem:

- A redução mínima da sua produção;
- Aumentar ao máximo a reutilização e reciclagem do que foi gerado;
- Contribuir para a diminuição de resíduos depositados em aterros.



Figura 37 Sistemas de gestão de RU, situação em Fevereiro 2006 (INR, 2006)

Em Dezembro de 2008 existem em Portugal Continental as seguintes Infra-estruturas de gestão de RU em exploração: Aterro – 34 unidades; Valorização orgânica – 9 unidades; Valorização energética (incineração) - 2 unidades; Estações de Transferência 77 unidades (APA, 2009). Para instalações e equipamento de recolha selectiva o mesmo organismo (APA, 2009) regista os números que se seguem: estações de triagem – 27; ecocentros 184; ecopontos

- 30 276. Relativamente aos sistemas integrados para a gestão de embalagens e resíduos de embalagens não utilizáveis, em Portugal existem constituídas, três entidades gestoras:

A SOCIEDADE PONTO VERDE – SPV, responsável pelo SIGRE, a VALORMED, responsável pela gestão do SIGREM e a SIGEREU, responsável pela gestão do sistema denominado VALORFITO (Martinho *et al.*, 2005).

9.3 Instrumentos de Gestão

Os instrumentos regulamentares têm sido os meios mais utilizados no controlo e na prevenção contra a poluição provocada pela incorrecta gestão de resíduos. Baseiam-se, essencialmente, no estabelecimento de valores de emissão para determinados poluentes ou de valores-guia da concentração de poluentes nos diversos compartimentos ambientais (ar, água, solo), ambos geralmente identificados segundo critérios de saúde pública, isto é, da toxicidade que a presença ou a emissão desses poluentes representam para o Homem. Há também imposição directa de normas construtivas e operativas dos vários tecnossistemas, da utilização de produtos (e.g. aplicação de lamas das ETAR ou de composto no solo) e de procedimentos de licenciamento.

A aplicação de instrumentos regulamentares ao sector dos resíduos provocou efeitos positivos no desenvolvimento e aperfeiçoamento das medidas de redução (das quantidades e perigosidade) e nas tecnologias de valorização, tratamento e confinamento. Contudo, estas medidas não têm sido suficientes para inverter a tendência do aumento da produção dos RU e da sua incorrecta gestão. Uma das justificações para a inércia à mudança necessária no sector dos resíduos, reside na dificuldade de pôr em prática, de uma forma eficiente, muitos dos mecanismos regulamentares, devido essencialmente às inter-relações económicas caóticas e aos conhecimentos incompletos sobre muitos aspectos, nomeadamente, os efeitos a curto e longo prazo nos ecossistemas (O'Riordan, 1997).

O problema mais significativo da aplicação destes instrumentos tem sido o facto de, só por acaso ou excepcionalmente, os valores regulamentados conduzirem a uma solução económica eficiente e, conseqüentemente, a um nível óptimo da externalidade. Além, disso, o estabelecimento de normas implica fiscalização do seu cumprimento por parte de uma entidade de monitorização e controlo. Esta situação é, na maioria dos casos, muito difícil de por em prática de forma extensiva.

A política comunitária de ambiente, posta em prática nas duas últimas décadas, através de centenas de instrumentos legais (e.g. regulamentos, directivas), tem revelado que a abordagem tradicional de “comando e controlo”, não é suficiente para o objectivo de desenvolvimento sustentável e para a desejada responsabilidade partilhada, reconhecendo o interesse da aplicação de instrumentos económicos.

Para além da sua elevada flexibilidade, que contrasta com a rigidez dos instrumentos regulamentares, os instrumentos económicos possuem a vantagem de constituírem um incentivo constante à redução da poluição, por serem um estímulo ao desenvolvimento de tecnologias menos poluentes, oferecerem uma maior eficácia relativamente a custos e uma melhor integração com outras políticas sectoriais (GEPAT, 1998).

A aplicação de instrumentos económicos envolve a modificação dos preços de mercado, quer de uma forma directa (e.g. através da aplicação de taxas de poluição, de sistemas de depósito e consignação, da acção directa sobre os preços ou de incentivos à conformidade), ou indirectamente, através da criação de novos mercados, da implementação de ajudas financeiras ou subsídios e de restrições quantitativas e qualitativas a determinados produtos (Pearce e Brisson, 1994).

No sector dos RU, os instrumentos económicos mais utilizados pelos diversos países comunitários têm sido as taxas por serviços prestados, as taxas de deposição em aterro ou de incineração, as taxas sobre produtos, os sistemas de depósitos e reembolso, os créditos à reciclagem e os apoios financeiros ou subsídios à criação de novos mercados para recicláveis e reciclados.

Taxas por serviços prestados

Até há bem pouco tempo, o serviço de resíduos era financiado pelo conjunto das taxas ou dos impostos locais ou pelas taxas de propriedade. Nos casos em que era cobrada aos utentes uma taxa de resíduos, esta não reflectia as quantidades produzidas e colocadas para recolha por cada família. Nesta situação, o custo marginal de colocar no contentor um saco de lixo extra é igual a zero, não havendo nenhum incentivo económico para a redução da quantidade de resíduos. Contudo, a utilização de tarifários, pagos pelos utentes dos serviços de recolha e tratamento dos resíduos, passou a ser uma prática relativamente comum em muitos países.

Em Portugal, em vários municípios, o cálculo do tarifário de RU baseia-se numa percentagem do consumo de água efectuado pelas famílias. Existe uma relação entre o consumo de água e número do agregado familiar, e, igualmente, entre a produção de RU e o número do agregado familiar. Desta forma, teoricamente, o tarifário será proporcional à quantidade de RU produzida por família.

Este sistema, no entanto, não é o mais justo e apresenta vários problemas, nomeadamente: as famílias que têm em prática medidas ou sistemas de poupança de água não produzem necessariamente menos resíduos; as famílias com jardim ou quintal consomem mais água mas podem produzir menos resíduos, porque utilizam, por exemplo, alguns resíduos orgânicos para alimentação animal ou para compostagem caseira; as famílias que reduzem e reciclam os seus resíduos também enviam menos RU para recolha, mas acabam por pagar o mesmo que as outras.

A necessidade de criação de um tarifário mais justo e que funcione como um incentivo para que os cidadãos encontrem formas alternativas que conduzam à redução das quantidades de resíduos que produzem, levou a que um grande número de comunidades locais introduzissem, nos últimos anos, esquemas de tarifas proporcionais à quantidade de resíduos produzidos por cada família, o que é conseguido através das seguintes modalidades:

- i. Sistema de pagamento prévio de recipientes para deposição, cujo preço será fixo ou variável em função da sua capacidade;
- ii. Sistema de pagamento de acordo com a frequência da recolha;
- iii. Sistema de pagamento em função das quantidades (em peso) produzidas por cada utente. Neste caso, cada recipiente tem um chip ou código de barras que identifica o seu proprietário. O veículo de recolha é equipado com um sistema de leitura e pesagem computadorizado, e os recipientes são identificados e pesados no momento em que as adufas os elevam para esvaziamento da sua carga.

Este sistema, já com larga implementação nos EUA e no Canadá, começou recentemente a ser utilizado em várias cidades europeias.

McAdams (1994) refere que em 1994 cerca de 1000 comunidades nos EUA tinham um sistema semelhante em funcionamento e que a redução registada na quantidade de RU chegava a ser superior a 40%. Este sistema para além de permitir um mecanismo automático de pesagem dos RU possibilita ainda a identificação dos contentores vazios, o tempo

dispendido no esvaziamento de cada recipiente e o tempo entre pontos de recolha, o que possibilita um melhor planeamento e produtividade dos sistemas de recolha.

As três modalidades descritas apresentam contudo algumas desvantagens. Por um lado, exigem elevados custos de investimento e, por outro lado, só são aplicáveis para sistemas de recolha individuais, ou nos casos em que o mesmo recipiente é compartilhado por poucas famílias.

Nos casos de sistemas de recolha colectiva têm-se desenvolvido também novos métodos. Uma opção é a utilização de recipientes fechados mas equipados com um sistema de abertura automática mediante a introdução de um cartão magnético ou de uma moeda (Bilitewski et al.; 1994).

Em resumo, as principais vantagens associadas à utilização de taxas por serviços prestados são as seguintes:

- As taxas podem ser calculadas de forma a cobrir total ou parcialmente os custos de recolha e valorização, tratamento ou confinamento;
- Podem constituir um incentivo à redução, estando as famílias ao corrente dos custos que pagam, podem ser induzidas a reduzir as quantidades produzidas, quer evitando o desperdício, quer desviando parte dos RU para sistemas alternativos, como a compostagem caseira e a deposição selectiva.

Taxas de deposição em aterro ou de incineração

Estas taxas, em funcionamento em alguns países europeus, têm-se revelado um bom mecanismo para incentivar a redução e promover a valorização.

Na França, esta taxa, entrou em vigor desde 1993, aplica-se a cerca de 6500 aterros de RU e de resíduos industriais e perigosos. As industriais que depositam os resíduos nos seus próprios aterros estão isentas. Os 20FF por toneladas podem sofrer um aumento de 50% se os resíduos a depositar forem oriundos de outras zonas. As receitas da taxa destinam-se a financiar o desenvolvimento e a instalação de tecnologias inovadoras de tratamento de resíduos, apoiar projectos locais, eliminar os depósitos ilegais e descontaminar solos poluídos (Fernandez e Tuddenham, 1995).

Na Dinamarca, a aplicação de taxas de deposição iniciou-se em 1987. Ao contrário dos outros países, a taxa é paga por todos os resíduos enviados para incineração ou para aterro. A única

isenção são os inertes, destinados a funcionar como material de cobertura em aterros. O objectivo é o de reduzir as quantidades que vão para aterro e também para incineração; no entanto, a taxa de encaminhamento para aterro é superior à correspondente taxa de envio para incineração (195 e 160 coroas, respectivamente), reflectindo a preferência pela incineração e a sua posição superior na hierarquia dos resíduos. As taxas aumentaram de 40 coroas em 1987 para 285 coroas em 1997. Segundo as entidades oficiais, este facto contribuiu para um aumento na redução e na reciclagem de 35% em 1985, para 50% em 1993, e a quantidade de resíduos de demolição reciclados aumentou de 12% para 82%, durante o mesmo período (Powell e Craighill, 1997).

Em Inglaterra, o Plano Estratégico para a Gestão dos Resíduos, publicado em 1995, previa a introdução de uma taxa em 1996. A taxa recai sobre os operadores dos aterros, que transferem este custo para os produtores de resíduos. A taxa é de 7 libras por tonelada, com uma redução de 5 libras para os resíduos inertes (DoE, 1995).

O conhecimento actual sobre os verdadeiros impactes da aplicação de uma taxa de deposição em aterro revela grandes incertezas, em virtude das próprias incertezas quanto ao comportamento dos operadores do sistema de gestão de resíduos e dos produtores dos mesmos, e à evolução das tecnologias de incineração e reciclagem.

Taxas sobre produtos

As taxas sobre produtos baseiam-se num princípio directamente relacionado com Princípio do Poluidor-Pagador, já que procuram internalizar no produto final os custos de recolha e tratamento ou de deposição final dos resíduos. Em termos genéricos, a aplicação de uma taxa deste tipo refere-se à obrigação de pagamento (ou acordo), por parte dos produtores ou importadores de determinado produto, de uma taxa adicional, como o objectivo de assegurar que um destino final seguro e não poluente seja equacionado para o mesmo, é o que se passa actualmente com o Sistema Integrado de Gestão das Embalagens.

Relativamente a este tipo de instrumento económico, levantam-se igualmente alguns problemas. Por um lado, há a possibilidade dos produtores transferirem a taxa para o consumidor, não sentindo, por isso, a necessidade de desenvolverem esforços para reduzir as quantidades de embalagens dos seus produtos. Por outro lado, uma vez que a utilização intensiva das embalagens pelos produtores e distribuidores corresponde geralmente a políticas

de diferenciação do produto, é razoável acreditar que a procura por esses produtos diferenciados não seja muito elástica. Por último, a taxa representa uma ínfima parcela do preço final, e taxas muito baixas não têm efeito nos comportamentos.

Sistemas de depósito e reembolso

Os sistemas de depósito e consignação apresentam, de certa forma, uma relação com o conceito de taxa sobre o produto. Trata-se, efectivamente, de uma sobretaxa ao preço o produto sobre o qual se quer actuar, diferindo todavia nos seguintes aspectos:

- O depósito não se baseia no peso ou no volume do produto em questão;
- O depósito é devolvido quando o produto é entregue aos agentes de recolha.

Este instrumento actua como um incentivo económico, conseguindo-se, através dele, não só reduzir a quantidade de resíduos, como também, de forma indirecta, preservar e recuperar recursos e energia, devido ao incentivo induzido à reutilização e à reciclagem.

Para além da sua aplicação generalizada às embalagens de bebidas (Sistema de Consignação para as embalagens reutilizáveis), verifica-se a aplicação deste tipo de instrumento a outros produtos, como, por exemplo, electrodomésticos, pilhas e baterias, automóveis e pneus.

Créditos à reciclagem

Este instrumento, em vigor em muitos países, consiste em passar os custos evitados da deposição em aterro para as empresas que fazem a recolha selectiva. A intenção desta medida é a de deslocar o destino dos resíduos para as primeiras posições da hierarquia dos resíduos e tornar financeiramente mais viável a recolha selectiva e a reciclagem dos materiais (Turner e Brisson, 1995).

Como principais conclusões sobre a aplicação de instrumentos regulamentares e económicos ao sector dos resíduos, pode referir-se o seguinte (Martinho, 1998):

- Primeiro, os agentes económicos e institucionais envolvidos no processo de produção, transporte, valorização e eliminação dos RU são em grande número e, mais importante que isso, muito heterogéneos, o que cria maiores dificuldades na eficiência das políticas de “comando e controlo”, comparativamente a outros sectores, como o da água ou do ar;

- Segundo, os instrumentos económicos parecem ter um efeito mais eficiente, verificando-se uma afirmação gradual na sua aplicação à gestão dos RU. Este facto tem associado algumas dificuldades e problemas específicos, por motivos relacionados, por um lado com o facto das análises sobre a aplicação de instrumentos económicos pertinentes para os RU estarem pouco aprofundadas e verificar-se a ausência de uma investigação extensiva a todos os níveis; por outro lado, por ainda não terem sido avaliadas as vantagens da aplicação simultânea de um conjunto de instrumentos económicos. Se o objectivo é o de reduzir as quantidades de RU produzidos na fonte e aumentar as quantidades recicladas (reduzindo ao mínimo os custos económicos e ambientais) então vários grupos de instrumentos económicos devem ser aplicados de uma forma complementar e integrada.

Indicadores de desempenho dos sistemas

A medição do desempenho dos sistemas de gestão, recorrendo a um conjunto de índices e indicadores, é essencial quer para os técnicos e políticos envolvidos na gestão dos R, quer para os utentes dos sistemas.

Os indicadores devem contribuir para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de gestão, o que significa que deverão contemplar os princípios de intergeracionalidade, de equidade, de participação pública e de minimização de impactes ambientais negativos e optimização de recursos económicos.

Para os utentes, o conhecimento de determinados indicadores de desempenho dos sistemas de gestão de RU, tem um duplo significado. Por um lado, servem de elementos de avaliação das políticas e programas implementados na sua zona de residência para a gestão dos resíduos (e.g. para uns, será importante conhecer de que forma os fundos públicos estão a ser geridos; para outros, interessará se a reciclagem está a contribuir para atingir os objectivos de conservação dos recursos e de desvio dos resíduos dos aterros); por outro lado, servem como elementos de auto-avaliação dos seus próprios comportamentos, podendo actuar como um incentivo para a manutenção ou o melhoramento das suas actividades de reciclagem.

Para além dos factores referidos, a utilização de indicadores para as actividades de gestão apresenta ainda como possibilidades permitir: identificar necessidades de informação; simular e avaliar o efeito de diferentes alternativas; identificar tendências; ajudar os processos de decisão e monitorizar e desenvolver políticas e programas específicos.

No entanto, os indicadores devem ser flexíveis para poderem ser aplicáveis a diferentes áreas geográficas, a diversas escalas e a diferentes situações gestionárias, devendo ser adaptados a diferentes cenários de gestão, e referenciados às normas, aos regulamentos e às políticas locais prevaletentes em cada caso.

Em relação à reciclagem, cujos objectivos são valorizar determinados resíduos, por forma a evitar a sua deposição em aterro, e poupar recursos naturais, a avaliação do sucesso de qualquer esquema de reciclagem deverá ser traduzida pela quantidade de resíduos desviados da deposição final, o aterro, e transformados em produtos reciclados. Isto pressupõe uma eficiência nos métodos e tecnologias utilizados para a recuperação dos RU, com o objectivo último de recolher a máxima quantidade, com a melhor qualidade, e processar os materiais recolhidos da forma tecnologicamente mais eficiente, ou seja, evitar que ao longo do circuito da reciclagem parte dos resíduos recolhidos sejam rejeitados e enviados para aterro.

O termo **taxa de reciclagem** é usualmente utilizado para expressar essa medida de eficiência, em termos de política, será necessário reciclar (ou valorizar) determinadas componentes dos RU, por forma a atingir uma determinada taxa de reciclagem.

Teoricamente, a taxa de reciclagem de determinado fluxo ou fileira dos RU, por exemplo, o fluxo das embalagens, deve ser determinada em relação ao conjunto total de embalagens produzidas pelos residentes servidos por um dado sistema de recolha selectiva, sendo calculada pela razão entre a quantidade de embalagens recolhidas e efectivamente recicladas e a quantidade total de embalagens disponíveis na corrente dos resíduos produzidos pelos residentes servidos. Esse cálculo pressupõe seguir todo o ciclo de reciclagem dum determinado material e fazer um balanço de massa, identificando todas as entradas e saídas do sistema.

Indicadores específicos de uma determinada área

Nesta primeira categoria incluem-se os indicadores que se aplicam a uma área geográfica ou de jurisdição nacional, regional ou local. A taxa de desvio é o indicador mais correcto e seguro para a avaliação de um sistema de gestão integrada de RU. É determinada pela razão entre a quantidade total de RU recolhidos e enviados para a valorização e efectivamente valorizados e a quantidade total de RU produzidos pelos residentes na área servida pelo sistema de gestão em análise.

Compreendendo a valorização, a reciclagem material, a compostagem e a valorização energética, a taxa de desvio terá que contabilizar todas estas situações, se elas coexistirem na área analisada. Quando todas as formas de valorização são contabilizadas na taxa, é comum a designação de taxa de desvio de aterro, já que a mesma traduz a quantidade de resíduos que foram desviados da deposição em aterro.

Se se conhecer a quantidade total dos materiais alvo a recolher selectivamente para reciclagem (material ou orgânica), existentes no conjunto dos RU, pode-se definir a taxa potencial de desvio para reciclagem, obtida pela razão entre a quantidade total dos resíduos potencialmente recicláveis existentes nos RU e a quantidade total de RU.

A taxa potencial de desvio é sempre maior que a taxa de desvio real. Por exemplo, no caso de uma recolha indiferenciada em que a totalidade dos RU é conduzida para incineração (com recuperação de energia) a taxa potencial de desvio é de 100%, mas a taxa real é menor, porque nem todos os materiais encaminhados para incineração são combustíveis (metais, vidro), resultando num resíduo que tem que ser depositado em aterro (cinzas/escórias de fundo e cinzas volantes).

No caso de uma recolha selectiva em que as fileiras a valorizar são o vidro e o papel, os quais representam a título exemplificativo 30% do peso total dos RU, a taxa potencial de desvio será de 30%, mas a taxa de desvio real será igualmente menor, já que nem todo o vidro ou o papel são separados selectivamente e podem possuir determinados contaminantes, pelo que são rejeitados nos processos de triagem.

A razão entre a taxa de desvio real e a taxa de desvio potencial fornece uma medida da eficiência do desvio de um determinado material reciclável, ou conjunto de materiais, do fluxo dos RU. Quanto mais próximo da unidade estiver o valor da eficiência do desvio, mais eficiente é o sistema implementado, o que poderá ser devido não só aos factores operacionais e tecnológicos utilizados, mas também à quantidade e à qualidade da participação dos residentes, ou seja, à eficiência da participação.

Na primeira categoria de indicadores incluem-se, também, os que se relacionam com um fluxo específico dos RU. Neste caso têm especial interesse os que se reportam aos resíduos de embalagens. Prevendo a legislação comunitária e nacional, metas específicas para a valorização dos resíduos de embalagens, um indicador importante é a taxa de valorização de embalagens.

Indicadores específicos do processo

Na segunda categoria de indicadores incluem-se os que servem como ferramentas de gestão para avaliar a eficiência dos programas em funcionamento. Estes indicadores podem aplicar-se à avaliação da participação dos consumidores/produtores de RU (indicadores comportamentais), ou ao processamento dos RU, ou seja, após a sua passagem pelas estações de triagem (White et al., 1995).

Na maior parte dos países os sistemas de reciclagem são voluntários. Por essa razão, medir a adesão/participação das populações ao esquema implementado é fundamental para aferir se o sistema é conveniente e se as acções de promoção estão a ser eficientes.

Para o caso da recolha porta-a-porta, um indicador que fornece uma medida do número de participantes no programa, é a taxa de colocação dos recipientes à porta para serem recolhidos. Num determinado dia, em que se realiza a recolha selectiva, regista-se quantas residências colocam nesse dia à porta os recipientes destinados à recolha selectiva; dividindo este número pelo número total de residências servidas pelo programa de recolha selectiva, obtém-se a referida taxa.

Para alguns sistemas de recolha porta-a-porta, os residentes podem participar mas não em todos os dias da recolha (por ausência, por quantidade insuficiente de resíduos ou, simplesmente, por esquecimento). Para haver a certeza que estão a ser consideradas todas as residências que participam numa base de frequência aceitável e comum, o indicador mais eficiente para medir a participação é a taxa de participação, a qual é determinada pela razão entre o número de residências que colocam os recipientes à porta pelo menos uma vez em quatro semanas, e o número total de residências servidas pelo sistema nesse mesmo período.

Tão importante como medir os níveis de participação dos residentes é medir a qualidade dessa participação. Por exemplo, no caso de uma recolha selectiva de vidro, todos os residentes podem colocar regularmente as garrafas de vidro nos vidrões, mas não colocarem frascos ou outras embalagens de vidro, ao quais fazem igualmente parte do fluxo das embalagens de vidro. O indicador que traduz esta medida é a eficiência da recolha ou taxa de recolha selectiva e representa a razão entre a quantidade de material alvo recolhido de todos os residentes por um programa de recolha selectiva e a quantidade total desse material existente nos RU produzidos pelos residentes servidos pelo programa. Esta taxa é muitas vezes incorrectamente designada por taxa de reciclagem.

A razão entre a eficiência da recolha e a taxa de participação, dá uma medida da qualidade da participação, a qual é designada por taxa de captura.

A taxa de valorização e a taxa de reciclagem, como referido anteriormente, são calculadas com base na razão entre a quantidade dos materiais alvo valorizados, ou reciclados, produzidos pelos residentes servidos por um determinado programa, e a quantidade total desses materiais alvos disponíveis no fluxo dos RU produzidos por esses residentes. São aplicadas no final do processamento e significam aquilo que foi aproveitado após recolha e processamento.

Os materiais provenientes das infraestruturas de processamento dos RU podem ser oferecidos ou vendidos no mercado. Neste último caso, pode ser determinada a taxa de mercado para um determinado material, calculada pela razão entre a quantidade de um material específico vendido, proveniente das estações de triagem ou de outra unidade de processamento, e a quantidade total desse material que foi valorizado nessas estações.

A qualidade dos materiais conduzidos para as estações de triagem e a eficiência dos processos e das tecnologias utilizados nessas estações determinam a eficiência destas infraestruturas. Uma medida dessa eficiência é a taxa de resíduo, a qual consiste na razão entre a quantidade de materiais enviados para deposição final, ou seja, rejeitados pelas estações de triagem, e a quantidade de materiais que foram recebidos nessas estações. O primeiro problema consiste em definir a área de influência dos pontos colectivos de deposição selectiva, equipamentos (contentores isolados ou ecopontos) ou infraestruturas (ecocentros). A densidade de um ponto de recolha selectiva é definida com base na razão entre o número de residentes que vivem numa determinada área e o número de pontos colectivos de deposição selectiva disponíveis nessa área para a recolha dos materiais alvo (Waite, 1995). Este indicador traduz-se por expressões do tipo 1000 habitantes/vidrão ou 10000 habitantes/ecocentro e tem que ser reportado a uma área geográfica específica: país, região, concelho ou bairro.

O mesmo indicador coloca o problema de conhecer o raio de influência de um ecoponto ou ecocentro, dado que, não sendo uma recolha porta-a-porta, nem todos os residentes numa determinada área terão acesso a esses equipamentos, ou porque efectivamente estão muito distantes das suas habitações ou porque a percepção dessa distância é superior à distância física e a motivação para se deslocarem a esses equipamentos é mais “curta” que a distância real.

O raio de influência de um determinado centro de reciclagem ou ecoponto é muito variável. Dependerá da motivação da população, dos estilos e hábitos de vida quotidianos, das acessibilidades a esses pontos e da forma como os mesmos são sinalizados ou anunciados, pelo que o raio de influência de um determinado equipamento varia de situação para situação. A única forma de obter um indicador deste tipo, válido, consiste em proceder à realização de inquéritos periódicos por forma a determinar a distância percorrida pelos residentes para depositar os seus recicláveis. Os inquéritos poder-se-ão realizar junto aos pontos de deposição, perguntando aos seus utilizadores a que distância se encontram as suas habitações ou inquirindo os residentes de uma determinada área sobre o equipamento de deposição que utilizam para colocar os seus recicláveis. Posteriormente com o auxílio de mapas, são determinadas as distâncias entre as habitações e os equipamentos referidos.

Só após a determinação do raio de influência dos equipamentos ou infraestruturas de recolha selectiva colectiva, se poderá calcular a taxa de participação relativa aos sistemas por transporte. Neste caso, tal como se procede para a recolha selectiva porta-a-porta, a taxa de participação será dada pela razão entre o número de residentes na área de influência desses equipamentos que utilizam o sistema pelo menos uma vez em quatro semanas, e o número total de residentes nessa área de influência.

Se na área analisada existir mais do que um local de deposição selectiva para um determinado material, pode calcular-se o rendimento do sistema de recolha por transporte implementado nessa área, dividindo a quantidade total de cada material alvo recolhido de todos os locais de deposição pelo número de residentes que usufruem desses equipamentos.

Os indicadores de custo devem ser associados aos indicadores técnicos, de forma a fornecerem uma análise completa de um esquema de reciclagem.

Por exemplo, supondo que num esquema A o custo líquido era de 10 000\$00/t de recicláveis recolhidos e processados e a taxa de desvio de aterro era de 23%, e num esquema B esses indicadores eram, respectivamente de 9 000\$00/t e 19%, como saber, neste exemplo, qual o esquema que tem o melhor desempenho técnico e económico?

Waite (1995) propõe para este efeito um indicador compósito, baseado na razão entre o custo por tonelada e a percentagem de desvio. No esquema A, o valor deste indicador é de 435\$00/t e no esquema B é de 474\$00/t. O esquema A apresenta assim um valor mais favorável. Este facto reflecte a eficiência de custo de um esquema de reciclagem no desvio dos resíduos do aterro, ou seja, é a medida chave do desempenho técnico de qualquer esquema de reciclagem.

Outro conjunto de indicadores muito importantes são os relativos à avaliação da qualidade do serviço, percebida pelos seus utentes.

O sector dos resíduos, apesar de ser um serviço público, nunca (ou raramente) contou nas suas metodologias de avaliação, à semelhança de outros serviços, com medidas de avaliação da satisfação do consumidor/utente dos serviços.

Tal como Lobato Faria e Alegre (1996) propõem para os serviços de abastecimento de água, também para os resíduos poderia ser introduzida um metodologia de avaliação da satisfação do consumidor que incluísse os “impulsos fisiológicos percebidos pelos sentidos dos utentes (visão, cheiro, ruído), assim como os aspectos psicossociais apreendidos pelas suas mentes nas condições sociais e económicas dominantes”.

A segurança do desempenho, a aceitabilidade, a justiça e a transparência do preço, a disponibilidade do serviço, a correspondência entre a realidade e as suas expectativas, constituem indicadores aos quais os consumidores directos são sensíveis. Os consumidores indirectos podem reagir a outras condições, tais como resultados ambientais negativos, consequências de acidentes nas operações de tratamento, esgotamento dos aterros, perda de valor das propriedades ou percepção de risco para a saúde. A satisfação dos consumidores proactivos é revelada através de outras características como, por exemplo, avaliação das políticas, capacidade dos recursos humanos, qualificação profissional, relações públicas, suficiência e adequação dos recursos financeiros.



Figura 38 Infra-estruturas de resíduos urbanos no ano 2006 (Fonte APA)



Figura 39 Situação e evolução das infra-estruturas em Portugal (Fonte APA)

Evolução e situação actual no continente

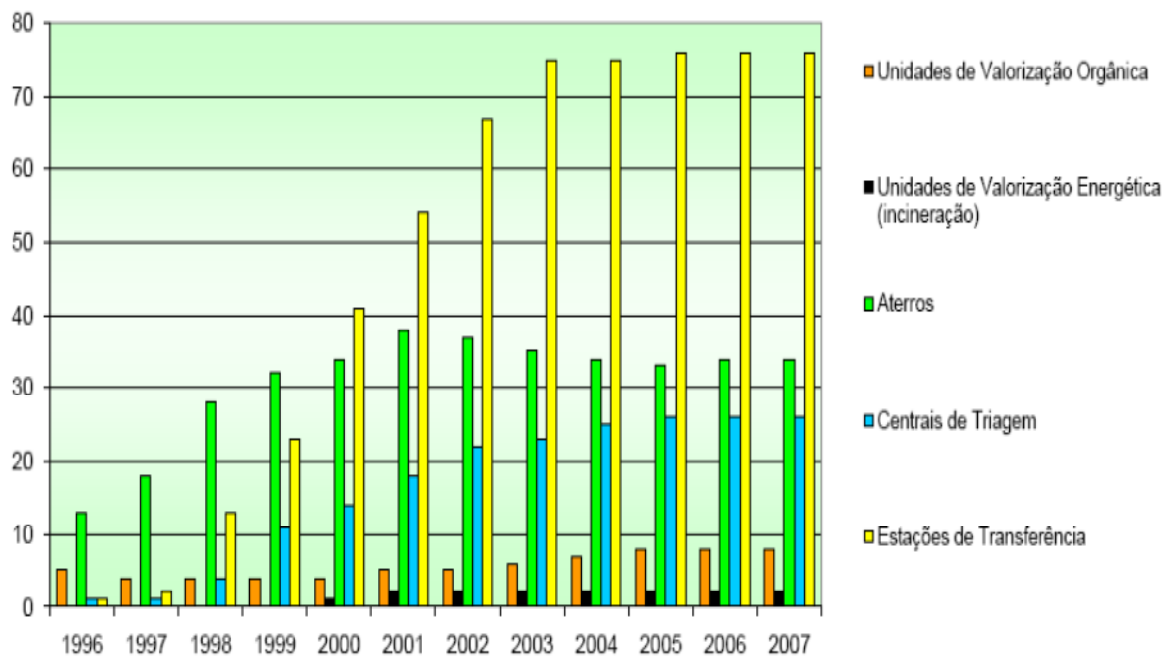


Figura 40 Evolução da situação actual em Portugal Continental (*Fonte APA*)

10 Conclusão

Este projecto foi-nos muito útil, visto que nos deu a conhecer de maneira diferente todos os processos de gestão e tratamento de resíduos.

Em cada um dos capítulos tentamos referir os aspectos que consideramos mais relevantes para o conhecimento do sector.

Apesar de não terem sido dados muitos exemplos actuais da situação nacional, verificamos que Portugal evoluiu ao longo do tempo neste sector. Contudo, em alguns aspectos ainda poderá haver melhorias, como por exemplo no que diz respeito a reciclagem e reutilização de alguns resíduos, bem como nos processos de valorização energética.

Ao realizarmos a totalidade deste projecto podemos constatar as dificuldades inerentes, tais como atrasos, situações imprevistas, e sendo este um projecto muito teórico com muita informação a sua triagem tornou-se um processo moroso.

11 Bibliografia

ACR- Guia da reciclagem dos resíduos de embalagens domésticas. GIR – Grupo Intersectorial da Reciclagem 1997

Cruz Maria Leonor Ferreira Rodrigues – Tese de Mestrado “Caracterização de Resíduos Sólidos no Âmbito da sua Gestão Integrada”, Outubro 2005)

Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de Setembro

Decreto-Lei nº 310/95, de 20 de Novembro

Decreto-Lei nº 488/85, de 25 de Novembro

Decreto-Lei nº 239/97, de 9 de Setembro

Decreto-Lei nº 152/2002, de 23 de Maio

Decisão nº 1600/2002/ CEE de 22 de Julho

Directiva 75/442/CEE, de 15 de Julho

Diaz, L. F.; Savage, G. M.; Eggerth, L. L.; Golueke, C. G. Composting and Recycling Municipal Solid Waste. Lewis Publishers. 1993

Dorfmann, R. Les Résidus Urbains. Collecte des Résidus Urbains, Nettoyement des Voies Publiques. Volume I. Association Générale des Hygienistes et Techniciens Municipaux. Paris. 1985

Doe “ Making waste work. A Strategy for Sustainable Waste Management in England and Wales”. Departement of the Environment. Waste Technical Division , HMSO, London

DGQA; Documento Técnico nº 1- Resíduos Sólidos Urbanos. Quantificação e caracterização. Metodologia. Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente. Lisboa; 1989

Dossier de Prevenção (redução) de Resíduos (APA 2008)

Ferreira, J.P.; Cunha, P. ; Avaliação técnico-económica da aplicação em Portugal da Proposta de Directiva Comunitária sobre Deposição de Resíduos em Aterros. Relatório do Departamento de Hidráulica, Núcleo de Hidráulica Sanitária do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, no âmbito do Protocolo de Cooperação DGA-LNEC Nº 67/91; 1992

Gonçalves, M.G.; Factores de sensibilização e mudança na promoção do comportamento de reciclagem de papel numa população escolar. Tese de Mestrado em Sociologia Aprofundada e Realidade Portuguesa, UNL/FCSH; 1997

Gonçalves, Maria da Graça Pereira e Martinho M. G. Madeira “Gestão de Resíduos” Universidade Aberta 2002).

Gama, P. P “ Recolha selectiva e reciclagem de resíduos sólidos urbanos”. Curso sobre Valorização e Tratamento de Resíduos. Prevenção, Recolha Selectiva, Compostagem e Confinamento em Aterro. LNEC/APESB; Lisboa 10-12 de Dezembro.1996

Gepat “ Os instrumentos económicos na gestão dos resíduos sólidos” In: Estudos de Política do Ambiente e Recursos Naturais. GEPAT, Lisboa 1988.

Lobato Faria; A., Alegre,H.; O caminho da excelência na distribuição de água e a avaliação da qualidade do serviço prestado aos consumidores. Parte I- Modelo de um sistema de avaliação de níveis de serviço com base em indicadores de satisfação dos consumidores. Revista” Águas e Resíduos”, Ano I, 2, 11-16; 1996

Leroy, D., Giovannoni, J.M., Maystre,L.Y.; Sampling method to determine a household waste stream variance. Waste Management & Research, 10, 3-12; 1992

Levy, João de Quinhones; Cabeças, Artur João “Resíduos Sólidos Urbanos (Princípios e Processos)” “ Associação das Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente 2006

Lei nº 11/87, de 7 de Abril

Martinho, M.G.; Factores determinants para os comportamentos de recoclagem. Tese de Doutoramento apresentada à UNL/FCT; 1998

Martinho, Maria da Graça Madeira; Gonçalves, Maria Graça Pereira “Gestão de Resíduos” Universidade Aberta 2000

Mayster, L.Y.; Duflon, V.; Diserens, T.; Leroy, D. ; Simos, J.; Viret, F. “Déchets Urbains. Nature et Caractérisation. Presses Polytechniques et Universitaires Romendes”, 1994.

McMillen, M. V. “Separation and collection systems performance monitoring”. In: Lund, H. (ed.), The McGraw – Hill Recycling Handbook. McGraw – Hill, Inc.

Morais, J.B “ Processos Biologicos de Tratamentos. Noções Básicas sobre compostagem”. Curso Técnico de Gestão de Estações de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Instituto dos Resíduos. Novembro 1997

Neto, J.T.P.; Mesquita, M.M.; Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos. Aspectos Teóricos, Operacionais e Epidemiológicos. Informação Técnica, Hidráulica Sanitária, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa; 1992

Oliveira, António de Almeida; “ Sistemas de gestão integrada de resíduos urbanos – um estudo de caso realizado no concelho de Sátão; Universidade Aberta; Lisboa; 2010

Pferdehirt, W., O’Leary, P., Walsh, P.; Developing an integrated collection strategy; Waste Age, 24 (1), 25-38; 1993

Porter, B.E.; Leeming, F.C., DWYER,W.O.; Solid waste recovery. A review of behavioral programs to increase recycling. *Environment and Behavior*, 27 (2),122-152; 1995

Portaria nº 209/2004, de 3 de Março

Portaria nº 29-B/ 98, de 15 de Janeiro

Portaria nº 335/ 97, de 16 de Maio.

Rhyner, C., Schwartz,L., Wenger, R., Kohrell, M.; *Waste Management and Resource Recovery*. Lewis Publishers; 1995

Rogoff, M.J.; Williams, J.F.; *Approaches to Implementig Solid Waste Recycling Facilities*. Noyes Publications; 1994

Tchobanoglous,G., Theisen, H., Vigil, S.A., *Integrated Solid Waste Management. Engineerig Principles and Management Issues*. McGraw-Hill International Editions; 1993

Vieira, P.; Pires, A.; Ferreira, F.; Silva, J.; Palma-Oliveira, J.; Correia,S. ; *Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos e Inventariação dos Locais de Deposição em Portugal*. Gabinete Técnico de Lisboa da Quercus- Associação Nacional de Conservação da Natureza, Lisboa, Outubro, 1995

Waite, R.; *Household Waste Recycling*. Earthscan Publications Ltd, London. 1995

White,P.; Frank,M.; Hindle,P. *Integrated Solid Waste Management. A Lifecycle Inventory*. Blackie Academic & Professional.London; 1995

http://pt.wikipedia.org/wiki/Gest%C3%A3o_integrada_de_res%C3%ADduos_s%C3%B3lidos
(Consultado em 6 de Março 2011)

<http://www.valnor.pt/Reciclar/Gloss%C3%A1rio/tabid/83/language/pt-PT/Default.aspx#c>
(Consultado em 17 de Abril de 2011)

http://campus.fct.unl.pt/afri/ipa_0102/grupo0179_resolidos/residuos%20urbanos.htm
(Consultado em 25 de Maio de 2011)

<http://www.endseurope.com/docs/90608a.pdf> (Consultado em 20 de Março de 2011)

<http://europe-direct-aveiro.aeva.eu/debatereuropa/images/xara.pdf> (Consultado em 22 Julho de 2011)

https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/323221/1/Margarida_MonteiroEstrategia%20Nacional%20de%20Residuos.pdf (Consultado em 24 de Maio de 2011)

http://www.apambiente.pt/politicasambiente/Residuos/gestaoresiduos/RU/Documents/Caracterização%20da%20situação%20actual%2010_11.pdf (Consultado em 25 de Agosto de 2011)

<http://www.interfileiras.org/conteudos/File/Estatisticas/Boletim%20Estat%C3%83%C2%ADstico%20202.pdf> (Consultado em 3 de Setembro de 2011)

https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/323221/1/Margarida_Monteiro-Estrategia%20Nacional%20de%20Residuos.pdf (Consultado em 3 de Setembro de 2011)

<http://www.afcal.pt/recolha/RelatorioSinaletica07.pdf> (Consultado em 18 de Outubro de 2011)

http://www.rbciamb.com.br/images/online/05_artigo_3_artigos95.pdf (Consultado em 3 de Novembro de 2011)

12 Anexos


Anexo 1

Comparação entre os códigos atribuídos aos resíduos urbanos e equiparados, do CER e da LER

CER – Catálogo Europeu de Resíduos (Portaria n.º 818/97, de 05-09-1997, ANEXO I)		LER – Lista Europeia de Resíduos (Portaria n.º 209/2004, de 03-03-2004, ANEXO I)	
Código	Designação	Código	Designação
20 00 00	Resíduos urbanos e resíduos similares do comércio, indústria e serviços incluindo as fracções recolhidas selectivamente:	20	Resíduos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, indústria e serviços), incluindo as fracções recolhidas selectivamente:
20 01 00	Fracções recolhidas selectivamente:	20 01	Fracções recolhidas selectivamente (excepto 15 01):
20 01 01	Papel e cartão.	20 01 01	Papel e cartão.
20 01 02	Vidro.	20 01 02	Vidro.
20 01 03	Plásticos de pequena dimensão.		
20 01 04	Outros plásticos.		
20 01 05	Metais de pequena dimensão (latas, etc.).		
20 01 06	Outros metais.		
20 01 07	Madeira.		
20 01 08	Resíduos orgânicos compostáveis da preparação de refeições (incluindo óleos de fritura e resíduos das cozinhas de cantinas e restaurantes).	20 01 08	Resíduos biodegradáveis de cozinhas e cantinas.
20 01 09	Óleos e Gorduras.		
20 01 10	Roupas.	20 01 10	Roupas.
20 01 11	Têxteis.	20 01 11	Têxteis.
20 01 12	Tintas, colas e resinas.		
20 01 13	Solventes.	20 01 13 (*)	Solventes.
20 01 14	Ácidos.	20 01 14 (*)	Ácidos.
20 01 15	Resíduos alcalinos.	20 01 15 (*)	Resíduos alcalinos.
20 01 16	Detergentes.		
20 01 17	Produtos químicos de fotografia.	20 01 17 (*)	Produtos químicos para fotografia.
20 01 18	Medicamentos.		
20 01 19	Pesticidas.	20 01 19 (*)	Pesticidas.
20 01 20	Pilhas e acumuladores.		
20 01 21	Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio.	20 01 21 (*)	Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio.
20 01 22	Aerossóis.		
20 01 23	Equipamento contendo clorofluorcarbonos.	20 01 23 (*)	Equipamento fora de uso contendo clorofluorcarbonetos.
20 01 24	Equipamento electrónico (incluindo placas electrónicas).		
		20 01 25	Óleos e gorduras alimentares.
		20 01 26 (*)	Óleos e gorduras não abrangidos em 20 01 25.
		20 01 27 (*)	Tintas, produtos adesivos, colas e resinas contendo substâncias perigosas.
		20 01 28	Tintas, produtos adesivos, colas e resinas não abrangidos em 20 01 27.
		20 01 29 (*)	Detergentes contendo substâncias

			perigosas.
		20 01 30	Detergentes não abrangidos em 20 01 29.
		20 01 31 (*)	Medicamentos citotóxicos e citostáticos.
		20 01 32	Medicamentos não abrangidos em 20 01 31.
		20 01 33 (*)	Pilhas e acumuladores abrangidos em 16 06 01, 16 06 02 ou 16 06 03 e pilhas e acumuladores não triados contendo essas pilhas ou acumuladores.
		20 01 34	Pilhas e acumuladores não abrangidos em 20 01 33.
		20 01 35 (*)	Equipamento eléctrico e electrónico fora de uso não abrangido em 20 01 21 ou 20 01 23 contendo componentes perigosos.
		20 01 36	Equipamento eléctrico e electrónico fora de uso não abrangido em 20 01 21, 20 01 23 ou 20 01 35.
		20 01 37 (*)	Madeira contendo substâncias perigosas.
		20 01 38	Madeira não abrangida em 20 01 37.
		20 01 39	Plásticos.
		20 01 40	Metais.
		20 01 41	Resíduos da limpeza de chaminés.
		20 01 99	Outras fracções não anteriormente especificadas.
20 02 00	resíduos de jardins e parques (incluindo resíduos de cemitérios):	20 02	Resíduos de jardins e parques (incluindo cemitérios):
20 02 01	resíduos compostáveis.	20 02 01	Resíduos biodegradáveis.
20 02 02	Terras e pedras.	20 02 02	Terras e pedras.
20 02 03	Outros resíduos não compostáveis.	20 02 03	Outros resíduos não biodegradáveis.
20 03 00	Resíduos urbanos:	20 03	Outros resíduos urbanos e equiparados:
20 03 01	Resíduos urbanos mistos.	20 03 01	Outros resíduos urbanos e equiparados, incluindo misturas de resíduos.
20 03 02	Resíduos de mercados.	20 03 02	Resíduos de mercados.
20 03 03	Resíduos da limpeza de ruas.	20 03 03	Resíduos da limpeza de ruas.
20 03 04	Lamas de fossas sépticas.	20 03 04	Lamas de fossas sépticas.
20 03 05	Veículos abandonados.		
		20 03 06	Resíduos da limpeza de esgotos.
		20 03 07	Monstros.
		20 03 99	Resíduos urbanos e equiparados não anteriormente especificados.
Lista de resíduos perigosos (Portaria n.º 818/97, de 05-09-1997, ANEXO II)			
20 00 00	Resíduos urbanos e resíduos similares do comércio, indústria e serviços, incluindo as fracções recolhidas selectivamente:		
20 01 00	Fracções recolhidas selectivamente:		
20 01 12	Tintas, colas e resinas.		
20 01 13	Solventes.		
20 01 17	Produtos químicos de fotografia.		
20 01 19	Pesticidas.		
20 01 21	Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio.		

Anexo 2




FOLHETO INFORMATIVO Nº9

ABRIL 2009

SIRAPA - Preenchimento dos formulários MIRR

23 de Março até 31 de Maio de 2009



Após entrada no site do APA
Seleccionar a Opção em Serviços:
Sistema Integrado da APA
(SIRAPA)
Introduzir o Utilizador e Senha já criado para acesso ao SIRAPA

SIRAPA - Portal

Utilizador

Senha

Relembrar Login

Esqueceu Senha

Recomenda-se a leitura do Guia para o Preenchimento do MIRR disponível na Página Inicial logo após entrada no SIRAPA

✓ É conveniente entrar através do Estabelecimento para garantir que está a preencher o Mapa do Estabelecimento correcto.

Início
Organizações
Estabelecimentos
Formulários
Pagamentos

Bem-vindo ao SIRAPA,

Início
Organizações
Estabelecimentos
Formulários
Pagamentos

Consultar | Criar Estabelecimento | Sabe se tem o registo em dia? Bem-vindo ao SIRAPA,

✓ Deve entrar no Registo e verificar se tem os pagamentos regularizados, caso contrário não vai conseguir Concluir o Formulário após o seu preenchimento.

Gestão de Estabelecimentos

[Exportar Excel](#)

Nome do Estabelecimento: Estado: (Todos)

Origem	Organização	Estabelecimento	Morada	Frequencia	Responsável	Última Actualização	Estado	Registo	
SIRER							Activo	✓	Editar

Nº de registos encontrados: 1

✓ Através do **EDITAR** - Pode consultar todos os dados registados relativos ao Estabelecimento, incluindo o seu histórico de todos os registos e alterações efectuadas.

✓ Em seguida a partir desta Página (Estabelecimentos) pode então entrar em **Formulários**. Formulários (no verso)

É também nesta área **Gestão de Estabelecimentos** que está a definição do **Perfil** para o acesso ao Mapa Integrado de Registo de Resíduos – MIRR.

A escolha do perfil é que irá dar acesso aos Formulários específicos para cada estabelecimento:

Perfil MIRR	Formulário						
	A	B	C1	C2	D1	D2	E
Produtor de resíduos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>

Formulário A – Ficha sobre produção/importação de produtos ou serviços


Formulário B – Ficha sobre produção de resíduos

Safetykleen Portugal
Solventes e Gestão de Resíduos S.A.
Contribuinte nº 502006994
www.safetykleeneurope.com

Dep.Admin./Técnico
OºBassaqueira, E.N.10
Apartado 44
2926-901 Azeitão
Tef. 212199920/Fax 212199921
skportugal@sk-europe.com

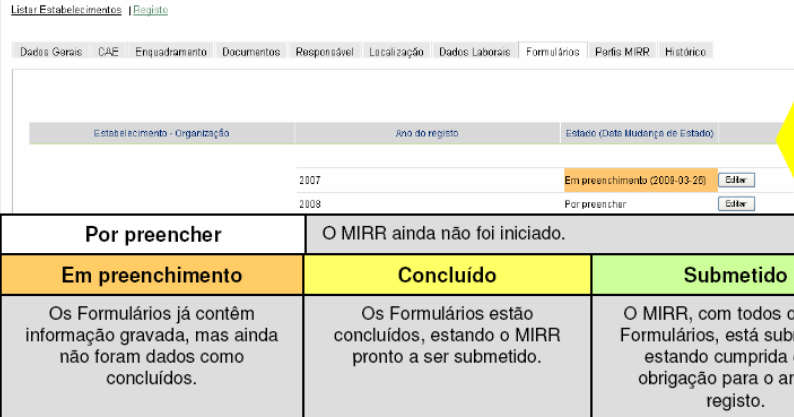
Sucursal Sul
Vila Amélia, lote 594
Cabanas – Palmela
2950-805 Cta do Anjo
Telef. 212880300/Fax 212871292
palmela@sk-europe.com

Sucursal/Norte
Zona Industrial Varziela
Rua da Rotunda nº285
4480-093 Vila Conde
Tef. 252248270/Fax 252643095
vconde@sk-europe.com



FOLHETO INFORMATIVO Nº9
ABRIL 2009

Preenchimento dos formulários MIRR



Por preencher | O MIRR ainda não foi iniciado.

Em preenchimento | Os Formulários já contêm informação gravada, mas ainda não foram dados como concluídos.

Concluído | Os Formulários estão concluídos, estando o MIRR pronto a ser submetido.

Submetido | O MIRR, com todos os seus Formulários, está submetido, estando cumprida esta obrigação para o ano do registo.

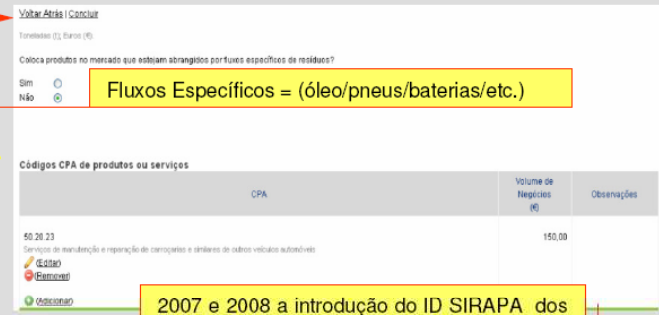
Não submetido | O MIRR não foi submetido até ao termo do período de preenchimento, não tendo sido cumprida esta obrigação para o ano do registo.

✓ Mesmo que o 2007 tenha sido já introduzido, este novo sistema obriga ao Preenchimento dos dados relativo ao Transportador.

✓ Neste ecrã é possível aceder aos anos de registo (2007, 2008), e a cada ano está associado um código de cores indicativo do seu estado, conforme tabela a seguir.

Formulário A

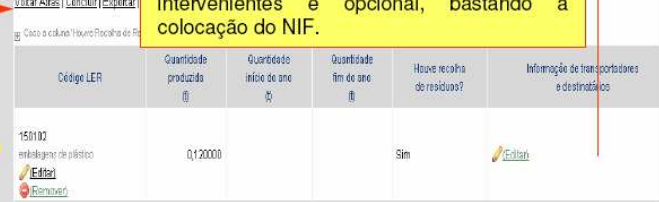
- ✓ Informação relativa aos produtos colocados no mercado ou serviços prestados.
- ✓ Opção "SIM ou NÃO" consoante os produtos colocados no mercado estão ou não abrangidos por sistemas de fluxos específicos.
- ✓ Terão de ser adicionados códigos CPA que caracterizem os produtos fabricados ou serviços colocados no mercado e respectivo volume de negócios em euros. "Observações" é opcional.



Fluxos Específicos = (óleo/pneus/baterias/etc.)

Formulário B

- ✓ Informação de todos os resíduos produzidos no estabelecimento, respectivos transportadores e destinatários.
- ✓ A informação é declarada de acordo com a classificação dos códigos LER.
- ✓ As quantidades são declaradas em toneladas.



2007 e 2008 a introdução do ID SIRAPA dos intervenientes é opcional, bastando a colocação do NIF.

Campo	Descrição	Campo	Descrição
Código LER	Identificação do resíduo produzido	Qtd.armazenada no início do ano (t)	Produzido em anos anteriores e que se encontrava armazenado.
Quantidade (toneladas)	Quantidade do resíduo produzido no ano do registo.	Qtd.armazenada no fim do ano (t)	Produzido no ano ou de anos anteriores e que ficou armazenado.
Houve recolha de resíduos?	Seleccionar se tiverem ocorrido recolhas ou entregas de resíduos a um operador de gestão de resíduos. A selecção desta opção dará acesso ao preenchimento da informação de transportadores e destinatários.		

✓ O mesmo estabelecimento pode produzir vários resíduos, com um ou mais destinatários, para isso existem botões "Adicionar" permitindo o registo das várias combinações possíveis.

A introdução da informação em cada formulário não é feita directamente nas tabelas que são visíveis no ecrã, mas em caixas que o sistema abre ao clicar em cada uma das seguintes opções:

(Editar)
(Remover)
(Adicionar)

É necessário gravar para que os dados introduzidos passem para a tabela. A informação é gravada sempre que uma linha é adicionada, alterada ou removida.

Gravar
Cancelar

Depois de introduzidos os dados nos Formulários, este tem que ser Concluído para que o MIRR possa ser submetido. A Conclusão é feita através do link "Concluir" localizado no topo da página. Esta acção irá verificar se a informação introduzida é coerente.

Para cumprir a obrigação de registo é necessário submeter o MIRR

- ✓ O MIRR só pode ser submetido após todos os Formulários obrigatórios, se encontrem Concluídos.
- ✓ Mesmo após a submissão do MIRR, até 31 de Maio, podem ser feitas alterações.

Ângela Pinharanda Afonso

Daniela Filipa Ribeiro Cardoso Tomás

197