

Margarida Maria da Costa Alves Veríssimo

ESTUDO DE CASO:

**ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE RSU DA
RESITEJO**

Monografia apresentada à Universidade
Fernando Pessoa como parte dos
requisitos para obtenção do grau de
licenciada em Engenharia Civil

Resumo

Esta monografia trata especialmente o caso do Sistema de Gestão de Resíduos da Resitejo, começando por introduzir alguns conceitos gerais sobre a complexa temática dos resíduos, preparando o terreno com a delimitação do conceito de RSU, e considerações que se pretendem clarificadoras sobre as origens, a composição e a gestão integrada dos resíduos, tendo em conta a imperatividade da legislação nacional e a sua estreita ligação de subsidiariedade com as metas da União Europeia que, a montante, lhe servem de farol.

Desce depois a um nível de maior pormenorização enquadrando demográfica, geográfica e economicamente a região servida pelo sistema, apontando aquelas que parecem ser as grandes tendências de evolução, adentrando-se então no sistema em si.

Neste particular, trata com o pormenor possível o modo como é feita a recolha na região, e as responsabilidades que cabem à Resitejo tanto na recolha indiferenciada como na selectiva, apontando também algumas das mais notórias ineficiências do sistema.

É também necessário descrever as infra-estruturas, referindo os factores que levaram às escolhas dos locais, enfocando as potencialidades, enfatizando as fraquezas, sugerindo algumas soluções e métodos alternativos para lidar com os problemas que, em abstracto e em concreto, condicionam num ou noutro sentido as decisões dos responsáveis nestas matérias.

Não sendo objectivo específico deste trabalho, importa também compreender, ainda que a “voo de pássaro”, os fluxos financeiros que ancoram o sistema mantendo um equilíbrio de mercado essencial ao seu funcionamento sustentado.

Caminhando para o final são sumarizados e analisados dados quantitativos sobre produção e reciclagem de resíduos, com recurso a comparações de médias simples, sendo naturalmente extraídas algumas conclusões.

Agradecimentos

Há muitas pessoas a quem tenho de agradecer.

A começar pelos docentes da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa. Tive a sorte de beneficiar dos seus profundos conhecimentos e agradeço-lhes, não só os ensinamentos que me transmitiram durante a formação académica, mas também, e sobretudo, a disponibilidade e a atitude positiva e de incentivo que perpassou todos os actos pedagógicos.

Todos, sem excepção, me permitiram que os incomodasse para pedir conselhos e ajuda, tanto no curso como na preparação e investigação deste trabalho.

Nunca lhes agradecerei o suficiente pelo que significaram para mim.

Relevo especialmente a Professora Mestre Maria Alzira Dinis. Na verdade ninguém fez mais para tornar este trabalho possível do que ela, com o seu estímulo, e o transbordante e contagioso entusiasmo que lhe marca a personalidade. Na verdade os seus incisivos, cirúrgicos, exigentes mas sempre divertidos comentários, essenciais para a elaboração deste trabalho, foram apenas uma pequena parte do seu contributo.

Agradeço também à Câmara Municipal de Vila Nova da Barquinha, na pessoa do seu Presidente, que foi de uma magnanimidade inexcusável e me facilitou o prosseguimento dos estudos, autorizando as deslocações às aulas e exames, sempre que necessário.

A todos os colaboradores da empresa HLC Tejo.

À Resitejo, Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo.

Aos meus colegas e amigos.

À minha família, em especial à minha filha e ao meu marido, por todo o apoio, paciência, confiança e incentivo manifestados ao longo de todo este período.

Índice

Índice de Figuras	iii
Índice de Tabelas	v
Glossário	vi
I. Introdução	1
II. Conceitos gerais sobre Resíduos	6
II.1. Definição de RSU	6
II.2. Origem dos RSU	8
II.3. Composição física dos RSU	10
II.4. A Gestão Integrada de Resíduos	12
II.4.1. O conceito de Gestão de Resíduos	12
II.4.2. Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos em Portugal	13
II.4.3. Medidas para uma boa gestão dos RSU e metas comunitárias a atingir	15
III. O Sistema de Gestão de RSU da Resitejo	18
III.1. Tipo, enquadramento e localização geográfica	18
III.2. Retrato Demográfico da Região	19
III.3. Estrutura económica da Região	20
III.4. Acessibilidades	21
III.5. Caracterização do sistema	23
IV. A Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos na região integrada no Sistema de Gestão de Resíduos da Resitejo	24
IV.1. Recolha indiferenciada, regular ou normal.	24
IV.2. Recolha selectiva	25

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo	27
V.1. Métodos de Localização	27
V.1.1. Conceitos gerais sobre localização de infra-estruturas	27
V.1.2. Localização de infra-estruturas utilizando Sistemas de Informação Geográfica	31
V.2. Estações de Transferência de Resíduos e Centros de Transferência Municipal	38
V.3. Ecocentros	41
V.4. Ecopontos	42
V.5. Estação de Triagem	44
V.6. Aterro Sanitário	46
V.6.1. Instalações complementares	48
V.6.2. Definição da forma de exploração do AS	49
V.7. Aspectos administrativos do sistema	51
VI. Fluxos financeiros	52
VII. Análise quantitativa	54
VII.1. RSU indiferenciados	54
VII.1.1. Evolução anual da tonelage de RSU depositada em AS	54
VII.1.2. Distribuição mensal dos RSU depositados no AS entre 2000 e 2004	55
VII.1.3. Evolução da produção de RSU por utilizador	55
VII.1.4. Capitação da produção de RSU	56
VII.2. Resíduos Recicláveis	57
VIII. Conclusões	60
Bibliografia	64

Índice de Figuras

Figura I.1.	Produto MOD08_E3, <i>Modis Atmosphere eight-day global</i> . _____	3
Figura II.1.	Principais fontes de RSU. _____	10
Figura II.2.	Gestão dos RSU. _____	12
Figura II.3.	Sistemas de Gestão de RU em Portugal Continental. _____	14
Figura III.1.	Localização geográfica da região integrada no sistema da Resitejo e concelhos que a constituem. _____	18
Figura III.2.	População residente por concelhos. _____	19
Figura III.3.	Densidade populacional por freguesias. _____	19
Figura III.4.	Densidade Populacional dos concelhos, da Região e do País. _____	20
Figura III.5.	Emprego por sector de actividade, na região e no País, em percentagem da população empregada. _____	20
Figura III.6.	Rendimento <i>per capita</i> , em percentagem de cada Concelho, relativamente à média nacional de 100 %. _____	21
Figura III.7.	Mapa das acessibilidades principais. _____	22
Figura III.8.	Infra-estruturas do SGRR. _____	23
Figura IV.1.	Esquema que resume os fluxos e responsabilidades de recolha na região integrada no SGRR. _____	24
Figura IV.2.	Viatura de transferência de RSU. _____	25
Figura IV.3.	Viatura de recolha selectiva da Resitejo. _____	25
Figura V.1.	Diagrama do fluxo processual de selecção de locais para AS. _____	28
Figura V.2.	Fluxograma simplificado com as operações de análise espacial necessárias à delimitação de zonas propícias à implantação de um AS, na região que integra o sistema da Resitejo. _____	34
Figura V.3.	Mapa que resume os condicionantes relativos à implantação do AS. _____	35
Figura V.4.	Mapa final contendo, a vermelho, a zona que responde a todos os critérios. _____	36
Figura V.5.	O conceito de <i>Map Algebra</i> . _____	37

Figura V.6.	Uma operação de descarga na ETR de Santarém. _____	40
Figura V.7.	Plano geral de uma ETR do sistema, que partilha o espaço com um EC. _____	40
Figura V.8.	EC de Ferreira do Zêzere. _____	41
Figura V.9.	EP em V.N. da Barquinha. _____	42
Figura V.10.	ET da Resitejo, que se encontra adjacente ao AS. _____	44
Figura V.11.	Um aspecto da operação do triturador de madeira. _____	45
Figura V.12.	Triagem manual dos resíduos provenientes dos EC e EP. _____	45
Figura V.13.	Localização precisa do AS da Resitejo e da Estação de Triagem. ____	46
Figura V.14.	Edifício da portaria do AS, onde se situam os escritórios e funciona a pesagem automática. _____	48
Figura V.15.	Estação de Tratamento de Águas Lixiviadas adjacente ao AS da Resitejo. _____	48
Figura V.16.	Vista do AS, ainda na fase de construção. _____	49
Figura V.17.	Um aspecto do AS, em plena exploração. _____	49
Figura V.18.	Esquema simplificado do tratamento a que são submetidos os RSU no AS. _____	50
Figura VII.1.	Evolução da tonelagem de RSU anualmente depositada no AS. _____	54
Figura VII.2.	Distribuição mensal dos RSU depositados no AS. _____	55
Figura VII.3.	Capitação de RSU nos municípios pertencentes ao sistema em 2004. _	56
Figura VII.4.	Evolução anual dos materiais enviados para reciclagem. _____	57
Figura VII.5.	Percentagem de recicláveis, relativamente aos RSU recolhidos na região. _____	57

Índice de Tabelas

Tabela I.1. Produção de RSU e sua tipologia, em países asiáticos, segundo o estágio de desenvolvimento.	2
Tabela II.1. Composição Física Média dos RSU a nível nacional e nos municípios integrados no sistema da Resitejo.	11
Tabela II.2. Metas de valorização e reciclagem da UE	16
Tabela V.1. Tabela de critérios e ponderações a considerar na decisão de localização de um AS.	32
Tabela V.2. Dados gerais sobre as ETR e CTM do sistema da Resitejo.	39
Tabela V.3. Dados gerais sobre os EP do sistema da Resitejo.	43
Tabela V.4. RSU depositados no AS entre 2001 e 2004.	47
Tabela V.5. Horário de funcionamento do AS, ET, CTM e EC.	51
Tabela VII.1. Evolução anual da percentagem da quantidade de RSU produzida por cada município em relação ao total da região.	55
Tabela VII.2. Capitação de resíduos enviados para reciclagem.	58

Glossário

AS	Aterro Sanitário
BANANA	Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anyone
CCE	Comissão das Comunidades Europeias
CFC	Clorofluorcarbonetos
CIA	<i>Central Inteligency Agency</i>
CTM	Centro de Transferência Municipal
DGQA	Direcção Geral da Qualidade do Ambiente
DL	Decreto-Lei
DP	Densidade Populacional
DRAOTLVT	Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território de Lisboa e Vale do Tejo
EC	Ecocentro
ECTRU	Estações de Confinamento Técnico de RSU
EP	Ecoponto
EP	Estradas de Portugal
EPS	Poliestireno expandido
ERRA	<i>European Recovery and Recycling Association</i>
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
ET	Estação de Triagem
ETAL	Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes

ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
ETR	Estação de Transferência de Resíduos
EVOR	Estação de Valorização Orgânica de Resíduos
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IA	Instituto do Ambiente
INE	Instituto Nacional de Estatística
INR	Instituto de Resíduos
LER	Lista Europeia de Resíduos
MODIS	<i>Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer</i>
NIMBY	<i>Not in my backyard</i>
NIMET	<i>Not In My Elected Term</i>
NOPE	<i>Note on Planet Earth</i>
NUT	Notação de Unidade Territorial
PARSU	Plano de Acção para os RSU
PERLVT	Plano Estratégico da Região de Lisboa e Vale do Tejo
PERSU	Plano Estratégico Sectorial de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbano
PET	Politereftalato de etileno
PVC	Cloreto de Polivinilo
RAN	Reserva Agrícola Nacional
REA	Relatório do Estado do Ambiente
REN	Reserva Ecológica Nacional
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

RU	Resíduos Urbanos
SGIR	Sistema de Gestão de Informação sobre Resíduos
SGRR	Sistema de Gestão de Resíduos da Resitejo
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SQL	<i>Standard Query Language</i>
SWOT	<i>Strength-Weakness-Oportunities-Treaths</i>
UE	União Europeia
UHP	Unidade Homogénea de Paisagem
UTM	Universal Transversa de Mercator

I. Introdução

O *Homo Sapiens* surgiu na Terra há cerca de 400 000 anos, mas só há perto de 10 000 anos a sua acção começou a ter impactes significativos e deliberados no meio ambiente com a domesticação de animais selvagens, o cultivo da terra, a construção de habitações, etc. De então para cá, muitas alterações de origem antrópica se fizeram sentir no meio ambiente, mas foi principalmente a partir da Revolução Industrial, no final do século XVIII, que a acção do homem começou verdadeiramente a provocar impactes ambientais desequilibradores (Lund, 1992); com o aparecimento de centros urbanos cada vez maiores e com o evoluir da tecnologia, a produção dos então denominados “lixos” aumentou de tal forma que a sua deposição e arrumação em espaços afastados das populações não tardou a constituir um sério problema. Paralelamente, foi-se desenvolvendo, a princípio empiricamente, a consciência de que a saúde e bem estar públicos eram bens comuns que os resíduos urbanos (RU) ameaçavam e foi naturalmente emergindo a necessidade de proteger o ambiente, principalmente a partir do momento em que a ciência começou a estabelecer claras relações de causa-efeito entre a higiene e a saúde, salientando os riscos associados aos resíduos sólidos urbanos (RSU) (Martinho *et al.*, 1999). Uma das mais conhecidas e dramáticas consequências do deficiente tratamento dos RU foi a Peste Negra, responsável pela morte de metade da população de Europa no séc XIV (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

A marcante e acelerada revolução científica e tecnológica em todos os campos do saber, propiciou condições de bem-estar sem precedentes na História, contribuindo para reduzir as taxas de mortalidade e aumentar a esperança de vida das pessoas. A população mundial disparou e atinge hoje mais de 6 mil milhões de habitantes (CIA, 2005). Este crescimento da população global coloca uma crescente pressão sobre o ambiente, quer seja na vertente de exploração dos recursos (estimando-se, por exemplo, que apenas para satisfazer a crescente procura asiática, o mundo irá necessitar de mais 500 milhões de toneladas de recursos em 2025 (Hoornweg *et al.*, 1999)), quer nos milhões de toneladas de resíduos que actualmente se produzem em todo o mundo. Para que se tenha uma noção da dimensão do problema, só Portugal, um pequeno país com uma população de cerca de dez milhões de habitantes, produziu, em 2003, 4,4 milhões de toneladas de RSU, uma capitação de 1,2 Kg/hab/dia (IA, 2003), e só em 1997, os EUA produziram 207 milhões de toneladas (Kikuchi, 2004).

A composição e a quantidade de resíduos produzidos estão directamente relacionadas, entre outros factores, com o estágio de desenvolvimento e o modo de vida dos povos (Dorfmann, 1985). A título ilustrativo, a Tabela I.1., relativa à Ásia (Hoornweg *et al.*, 1999), revela-nos claras diferenças na produção e tipologia genérica dos RSU produzidos, tendo como pano de fundo o estágio de desenvolvimento dos países, medido em função do Produto Nacional Bruto, *per capita*. Estabelece-se um padrão genérico, que se reproduz noutros lugares do mundo, segundo o qual os países ricos tendem a produzir mais RSU que os países mais pobres.

Tabela I.1. Produção de RSU e sua tipologia, em países asiáticos, segundo o estágio de desenvolvimento. (Hoornweg *et al.*, 1999¹)

Países (GNP <i>per capita</i> .US\$)	Produção (Kg/hab/dia)	Orgânico %	Papel %	Plástico %	Vidro %	Metal %	Outros %
Ricos (30 990)	1,64	28	36	9	7	8	12
Médios (1 410)	0,73	58	15	11	2	3	11
Pobres (490)	0,64	41	5	4	2	1	47

Todos os cenários futuros apontam para taxas crescentes de produção de resíduos *per capita* (Martinho *et al.*, 1999) e, se bem que os países desenvolvidos tendam a enveredar por práticas sofisticadas de gestão dos resíduos, com ênfase na reciclagem, a verdade é que a queima a céu aberto, nas lixeiras, ou a eliminação pura e simples nos oceanos, continua ainda a ser, em muitos países, um método corrente. A queima é, em si, um problema ambiental, entre outras coisas pela massiva produção de aerossóis que, por exemplo, nas zonas densamente povoadas da Índia, atinge espessuras ópticas elevadíssimas.

Na imagem da Figura I.1., um produto estatístico de 8 dias obtido pelo tratamento de imagens obtidas pelo sensor *MODIS*, a bordo do satélite americano *Terra*, pode constatar-se a elevada espessura óptica dos aerossóis sobre as regiões densamente povoadas da Ásia. Trata-se evidentemente de aerossóis de origem antrópica, provocados, entre outras coisas, pela queima de biomassa (Carmo, 2005). Paradoxalmente, enquanto nos países desenvolvidos se gastam somas consideráveis para processar os RSU (MacFarlane, 1998)

¹ Entre os ricos incluem-se países como o Japão e a Coreia do Sul. No grupo dos médios, encontramos a Malásia e Indonésia e, no grupo dos pobres, países como a Índia, China, Nepal, Bangladesh, etc.

revela, por exemplo, que em 1991, a autarquia de New York gastou 88 € *per capita*, a preços

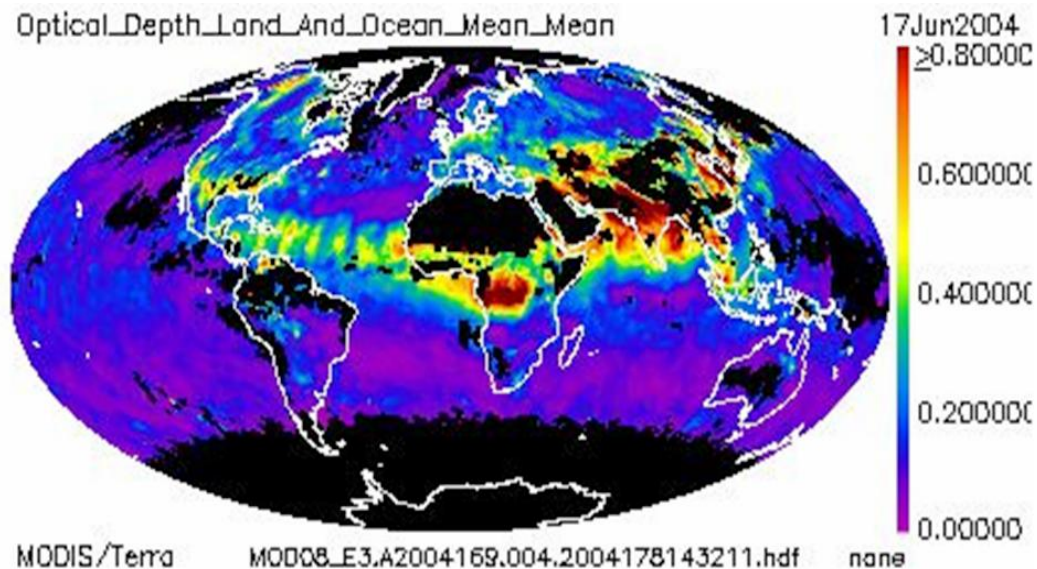


Figura I.1. Produto MOD08_E3, *Modis Atmosphere eight-day global* (Carmo, 2005).

correntes, enquanto a de Acra, no Gana, gastou apenas 0.55 €, também a preços correntes) em cidades de países em vias de desenvolvimento, como a cidade do México, ou Cairo, os “peneradores” e os “zabalines” conseguem “reciclar” nas suas lixeiras quantidades que, segundo Martinho *et al.* (1999), ultrapassam as de qualquer sistema de reciclagem mais sofisticado. Tudo isto revela que a gestão dos resíduos deixou de ser um mero assunto técnico interno. As relações com a pobreza, o mercado internacional, o ambiente global, os movimentos sociais, a política, a economia, a tecnologia, etc., conferem aos resíduos uma complexidade estrutural e multidisciplinar que ultrapassa as fronteiras de cada país. Apesar da História nos mostrar que o problema dos resíduos tem naturalmente acompanhado o desenvolvimento, o assunto ganhou, neste início do séc XXI, a dimensão de um fenómeno social global que verte consequências económicas, psicossociais, científicas, tecnológicas, políticas, ambientais e jurídicas sobre as sociedades contemporâneas (Martinho *et al.*, 1999). Os resíduos colocam ainda às nossas sociedades um duplo desafio ambiental: todos os resíduos devem ser recolhidos ou eliminados através de operações que têm inevitavelmente impactes ambientais e custos económicos. Podem também reflectir modelos de consumo e de produção ineficientes, em que os materiais sejam utilizados desnecessariamente. Esses materiais não só geram resíduos mas também produzem diferentes impactes durante as fases de produção e de utilização.

No caso português, foram essencialmente as obrigações decorrentes da integração no espaço político, económico e social alargado da União Europeia (UE), que levaram, na última década, à inescapável necessidade de definir e prosseguir políticas que alteraram completamente o quadro de tratamento dos resíduos. As autoridades centrais e regionais foram obrigadas a encarar a gestão dos resíduos gerados nos seus espaços geográficos, pressionadas a montante pelas políticas europeias e a juzante por populações crescentemente exigentes em questões relacionadas com o ambiente e a qualidade de vida. Foi este contexto multidisciplinar que enquadrou, na última década, a alteração de paradigma, e assistiu ao lançamento de novas estruturas e processos.

O presente trabalho focaliza-se sobre uma dessas estruturas e resulta da participação directa da autora em todas as fases de lançamento da Resitejo, Associação de Gestão e Tratamento dos Lixos do Médio Tejo, desde 1997, como responsável técnica, e por vezes administrativa, daquela entidade. Nessa dupla qualidade teve responsabilidades na elaboração dos processos conducentes ao lançamento dos Concursos Públicos Internacionais, na elaboração das candidaturas aos financiamentos comunitários e acompanhou a execução de todo o sistema e das suas infra-estruturas, desde o Aterro Sanitário (AS) aos Ecopontos (EP), passando pelas Estações de Transferência de Resíduos (ETR), Ecocentros (EC), etc. Subsequentemente, manteve durante algum tempo responsabilidades na interface de gestão com os operadores privados a quem foram concessionadas algumas tarefas.

Assim sendo, o trabalho debruça-se essencialmente sobre a gestão de um sistema intermunicipal de RSU em concreto, desde as infra-estruturas até aos processos, entre os quais a recolha (indiferenciada e selectiva), passando pela deposição em AS, tratamento quantitativo dos dados reais, apresentação de sugestões de optimização, análise de fluxos financeiros e extração de conclusões e ensinamentos susceptíveis de conduzir a melhorias neste e em futuros sistemas. A metodologia utilizada durante a prossecução deste trabalho consistiu na análise da extensa bibliografia existente e disponível relativa ao tema, passando também pelo recurso a fontes estatísticas oficiais, legislação nacional e comunitária, peças extraídas do projecto enformador do Sistema de Gestão de Resíduos da Resitejo (SGRR) e a própria experiência da autora. Ao longo do trabalho surgirão constantes referências à Resitejo, como fonte de dados e figuras, importando precisar que se trata de dados em bruto,

recolhidos *in loco* pela autora e trabalhados por ela. As figuras que não têm referência a fontes, foram elaboradas directamente pela autora.

Salvaguardando uma natural e sensata reserva de modéstia quanto ao alcance do trabalho, importa salientar que ele pretende ser, não apenas o corolário do curso de engenharia civil, mas igualmente um pequeno contributo para acrescentar conhecimento que permita mais solidamente sustentar futuros projectos nesta área dos RSU, na certeza de que se trata de um assunto que nos irá sempre acompanhar enquanto seres civilizados, vivendo em sociedades civilizadas.

II. Conceitos gerais sobre Resíduos

Neste capítulo procura-se clarificar e sistematizar o enquadramento conceptual do mundo dos resíduos.

II.1. Definição de RSU

De acordo com Maystre *et al.*, (1994), podemos abordar a definição de resíduo segundo várias perspectivas entre as quais:

- Uma perspectiva económica, segundo a qual um resíduo é uma matéria ou um objecto com valor económico nulo ou negativo, para o seu detentor, num determinado momento e lugar. Há aqui alguma ambivalência de ordem subjectiva porque, por exemplo, uma pilha de jornais pode ser um resíduo para um particular que dela se quer desfazer, mas uma matéria-prima secundária, para uma fábrica de papel.
- Uma perspectiva jurídica, que olha para o conceito de resíduo de um ponto de vista subjectivo, segundo o qual um bem só se torna resíduo se o seu proprietário se quiser desembaraçar dele, e de um ponto de vista objectivo, de acordo com o qual um resíduo é um bem cuja gestão deve ser controlada em função de valores superiores ao seu detentor (salv guarda da saúde pública, e do ambiente, por exemplo), independentes da vontade do proprietário e do valor económico intrínseco do bem em questão. Os bens recicláveis (matérias primas secundárias) entram nesta definição objectiva de resíduo que exige naturalmente a elaboração de uma classificação em função da sua natureza e características.

A legislação deve portanto considerar as duas concepções, porque a mera vontade de se desfazer do bem não é suficiente, uma vez que o seu detentor poderia furtar-se ao cumprimento das normas, pretextando apenas o pequeno valor económico do bem.

- Uma perspectiva ambiental e sistémica que considera a cadeia “matérias-primas-bens-resíduos-matérias primas secundárias”. Do ponto de vista ambiental, os resíduos resultam de bens e os bens derivam de matérias-primas.

II. Conceitos gerais sobre Resíduos

Se bem que as ideias de Maystre *et al.*, (1994), tenham lançado pontes para o conceito de resíduo, importa agora ancorá-lo solidamente na textura jurídica da República, uma vez que do conceito resultam evidentemente diferentes responsabilidades de recolha e destino final. Assim sendo, classificam-se como resíduos quaisquer substâncias ou objectos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou obrigação de se desfazer (...) (DL nº 239/97, de 09 de Setembro, também conhecido por Lei Quadro dos Resíduos). Esta definição contém não apenas a caracterização técnica lata, mas também as componentes subjectivas e jurídicas relevantes. Importa todavia relevar que, em matéria de resíduos, não existe uma classificação internacionalmente sistematizada. Os resíduos podem classificar-se segundo múltiplos critérios, desde as fontes que os produzem, ao grau de perigosidade, passando pelo tipo de materiais, a composição química, etc. (Faria *et al.*, 1999).

Em Portugal é enfatizada a identificação segundo a origem, sendo os resíduos classificados, de acordo com o DL nº 239/97, em RU, resíduos industriais, resíduos hospitalares e outros tipos de resíduos. Todavia o mesmo diploma introduz classificações transversais, classificando, por exemplo, como “perigosos”, alguns dos resíduos já anteriormente catalogados quanto à origem. Por exemplo, alguns RU, são perigosos (medicamentos, electrodomésticos com Clorofluorcarbonetos (CFC), pilhas, etc.). Ainda segundo o mesmo normativo legal, definem-se como RU “os resíduos domésticos ou outros resíduos semelhantes, em razão da sua natureza ou composição, nomeadamente os provenientes do sector de serviços ou de estabelecimentos comerciais ou industriais e de unidades prestadoras de cuidados de saúde, desde que, em qualquer dos casos, a produção diária não exceda 1100 litros por produtor”. Os RU são pormenorizadamente descritos e catalogados na Lista Europeia de Resíduos (LER), que substituiu o Catálogo Europeu de Resíduos, no subcódigo 15 01 (Embalagens) e no código 20 (RU e equiparados) e respectivos subcódigos. A LER encontra-se vertida para a legislação nacional através da Portaria nº 209/2004, de 03 de Março. Mas, como acontece demasiadas vezes em Portugal, a já proverbial incontinência legislativa, que no nosso país, e relativamente a qualquer assunto, se traduz habitualmente na produção de inúmeros e dispersos diplomas legais, leva amíude à produção de legislação incoerente que muitas vezes trata os mesmos assuntos de forma contraditória. Neste particular dos RU, o DL nº 152/2002, de 23 de Maio, que trata das normas aplicáveis em matéria de instalação, exploração, encerramento e manutenção pós-encerramento de aterros, define RU como sendo “resíduos provenientes das habitações bem como outros resíduos que, pela sua natureza ou composição, sejam semelhantes aos resíduos provenientes das

habitações”. É claramente uma definição bem menos precisa e operativa do que a que consta na Lei-quadro.

Pesem embora os aspectos estritamente legais, o Plano Estratégico Sectorial de Gestão dos RSU (PERSU), já em 1999, considerando com pragmatismo a complexidade e diversidade dos resíduos, sugeria uma abordagem não exclusivamente ligada à origem de produção, introduzindo os conceitos de fileira e fluxo de resíduos. As fileiras corresponderiam aos materiais componentes dos resíduos (vidro, papel e cartão, plásticos, metais e matéria orgânica) e por fluxos entendiam-se os tipos específicos de produtos usados (embalagens, pilhas e acumuladores, resíduos de jardins, óleos usados, pneus usados, resíduos de construção e demolição, veículos usados, lamas de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), etc.). Como resulta da consulta da LER, e do próprio senso comum, nem todos os RU são sólidos. Há-os também líquidos e gasosos, mas essa amálgama não nos encaminha para uma definição operativa. Todavia o DL 239/97 não distingue claramente RU de RSU, assumindo por omissão uma equivalência à qual a realidade frequentemente se não adequa. Para decantar uma definição operativa de RSU, é necessário fazer uma sintonia fina do conceito de RU, retirando-lhe os resíduos sólidos, líquidos e gasosos que se podem diluir num fluido destinado a ser evacuado (águas residuais, fumos, gases, etc.), e os líquidos cujo tratamento exige o seu confinamento em recipientes (óleos usados, solventes, etc.) (Maystre *et al.*, (1994).

Não se avançará aqui com uma proposta de definição de RSU, mas parece evidente que tal definição, a existir, deverá incluir o conceito de resíduo e o conceito de RU, excluindo aqueles cujas características foram, de forma lata, expostas no parágrafo anterior.

II.2. Origem dos RSU

Identificar as origens dos resíduos é importante porque só conhecendo-as será possível pensar as medidas de prevenção, reutilização ou valorização mais adequadas e mais facilmente aplicáveis. No sector do comércio e serviços, isto é particularmente importante, porque se trata de um campo no qual é possível implementar programas de prevenção da produção de resíduos, muitas vezes ligados apenas a uma gestão racional dos produtos, sem implicar acréscimo de custos (Faria *et al.*, 1999). A prática demonstra que neste sector existe

II. Conceitos gerais sobre Resíduos

uma maior facilidade de separação dos resíduos na origem dada a menor diversidade de actividades exercidas em cada empresa, em comparação com uma habitação.

A quantificação e caracterização por origem é também importante quando se pensa na empresarialização das actividades de gestão de resíduos, sendo que as origens não domésticas podem estar (e têm estado) na origem da criação de negócios de prestação de serviços nas áreas da recolha e triagem de resíduos para valorização. Mas, mais importante que o aspecto da empresarialização, a definição das origens dos resíduos prende-se com a imputação de responsabilidades e competências na sua gestão. Neste aspecto não é indiferente considerar como RSU apenas os resíduos de origem doméstica, os comerciais ou dos serviços ou ainda resíduos de origem industrial, dado que o DL nº 239/97 de 9 de Setembro, reafirma com clareza o princípio da responsabilidade do produtor pelos resíduos que produz, estabelecendo no seu Artº 6º, que “os custos de gestão dos resíduos são suportados pelo respectivo produtor”. A aplicação do princípio da responsabilidade do produtor, significa que, embora os sistemas devam ser dimensionados levando em conta a quantidade previsível de tais resíduos, as Autarquias poderão deixar de ter qualquer obrigação legal de os recolher ou tratar sem adequada cobertura financeira (Faria *et al.*, 1999). Trata-se de uma posição inatacável no plano dos princípios, mas um pouco desligada da realidade. A verdade é que em 1999 as autoridades políticas introduziam alguma suavidade neste princípio, considerando que “a classificação como RSU da parte dos resíduos comerciais, industriais, hospitalares ou dos serviços que possuam características semelhantes aos resíduos domésticos e não apresente riscos que a classifiquem como perigosa, será, no incipiente estado actual do desenvolvimento dos tecnossistemas, a posição mais pragmática a nível nacional.” (Faria *et al.*, 1999).

Uma vez que não se pretende aprofundar mais esta temática, importa agora resumir e concretizar a ideia de que no interior de qualquer espaço urbano as principais fontes de resíduos são as áreas residenciais, o comércio e serviços e a indústria, embora esta última venha sendo consistente e deliberadamente empurrada para as periferias das cidades modernas (Faria *et al.*, 1999).

II. Conceitos gerais sobre Resíduos

Para além destas fontes de primeira grandeza, podem ainda identificar-se muitas outras, como a limpeza dos espaços públicos, que recolhe resíduos provenientes quer da actividade humana típica dos espaços densamente urbanizados (derrames de veículos ou contentores, objectos rejeitados directamente para a via pública, tratamento de áreas verdes, etc.), quer de eventos naturais (folhas de árvores, ramos, excrementos de animais, etc.). Hickman (1999), sistematizava os RSU em residenciais, comerciais, industriais e institucionais, ponderando-os de acordo com o tipo de sociedade que os produzia. O gráfico da

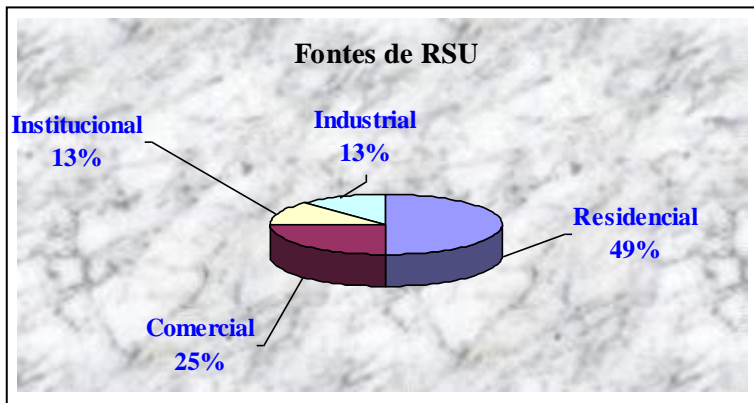


Figura II.1. Principais fontes de RSU (Hickman, 1999).

Figura II.1., independentemente da vetustez dos dados, é um exemplo dessa sistematização.

II.3. Composição física dos RSU

Como já ficou expresso na Introdução, os RSU têm uma determinada composição em termos dos tipos de materiais que os constituem e do peso relativo de cada uma dessas tipologias, que variam conforme o estágio de desenvolvimento da sociedade que os produz e das idiossincrasias culturais e civilizacionais. Numa determinada comunidade a composição dos RSU varia com a situação sócioeconómica e cultural das populações, com a estação do ano, o clima, a situação geográfica, a evolução tecnológica, etc. (Dorfmann, 1985). Constatam-se todavia nas zonas urbanas uma certa uniformização dos produtos de consumo, responsável pela diminuição das variações sazonais e geográficas.

A nível nacional, a Portaria nº 768/88, de 30 de Novembro estabelece que devem ser consideradas nove categorias de RSU: papel e cartão, vidro, plásticos, metais ferrosos, metais não ferrosos, materiais fermentáveis, têxteis, finos e outros. Martinho *et al.*, (1999), consideram que a classificação nestas categorias é algo limitativa face às novas estratégias de gestão, e sugerem adaptações do sistema hierárquico da ERRA (*European Recovery and Recycling Association*), que considera, não só os tipos de materiais, mas também a sua forma (*e.g.* garrafas, latas, etc.). Importa salientar que a Lei (DL nº 239/97) estabelece com

II. Conceitos gerais sobre Resíduos

meridiana clareza a obrigação de registo da quantidade e tipo de resíduos recolhidos, armazenados, transportados, valorizados ou eliminados, o que abre caminho à constituição de uma valiosa base de dados susceptível de exploração por métodos estatísticos, geoestatísticos, *data mining*, etc. Os dados sobre estes temas provêm de fontes diversas, com diferente grau de actualização. Na Tabela II.1., os dados nacionais são disponibilizados pelo Instituto de Resíduos (INR), e resultam do estudo “RSU - Concepção, Construção e Exploração de Tecnossistemas”, que caracterizava a situação nacional entre 1996 e 2001. Relativamente aos municípios integrados no sistema da Resitejo, os dados consolidados oficiais mais recentes são de 2002, constam também da Tabela II.1. e resultam de um estudo adjudicado pela Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território de Lisboa e Vale do Tejo (DRAOTLVT) à empresa TRATOLIXO S.A.

Tabela II.1. Composição Física Média dos RSU a nível nacional e nos municípios integrados no sistema da Resitejo (INR, 2002 e DRAOTLVT, 2002).

Componentes	Nacional %	Resitejo %
Papel / Cartão	26,4	24,18
Vidro	7,4	4,43
Plástico	11,1	11,81
Metais	2,75	2,85
Têxteis	2,6	2,76
Madeira/ Embalagens	0,5	0,16
Materiais Fermentáveis	26,5	31,35
Verdes	3,15	2,43
Finos	14,25	14,83
Outros Resíduos	5,35	5,2

Numa análise rápida e simplificada aos valores da Tabela II.1., podemos logo notar as assinaláveis diferenças nas componentes vidro e materiais fermentáveis. As explicações podem ser várias, desde a admissão de incorrecções nas leituras, ou a decantação de especificidades regionais. Por exemplo, em relação ao vidro, uma hipótese explicativa razoável é a prévia existência de circuitos informais de recolha (supermercados, etc.). Em relação aos fermentáveis, o carácter predominantemente rural de alguns concelhos pode robustecer a percentagem de produção de resíduos orgânicos. A análise suscita abordagens a soluções exploratórias uma das quais pode ser, por exemplo, a necessidade/ conveniência de instalar uma Estação de Valorização Orgânica de Resíduos (EVOR). No mesmo racional, a constatação de que os componentes papel/cartão e fermentáveis, representam na Resitejo

mais de metade do total de RSU, pode também indicar a necessidade de dar maior prioridade à reciclagem. O que importa salientar, é que o tratamento dos dados em bases cujos registos e variáveis sejam normalizados permite, com alguma facilidade, isolar padrões, encontrar conhecimento escondido e suscitar interrogações que permitem melhorar o conhecimento do fenómeno e sugerir vias de acção.

II.4. A Gestão Integrada de Resíduos

O conceito de gestão integrada de resíduos deriva do entendimento do seu tratamento numa sequência do tipo cadeia de valor. Importa aprofundar esta filosofia.

II.4.1. O conceito de Gestão de Resíduos

O esquema da Figura II.2., que sumariza a Gestão dos RSU desde a fonte até ao destino

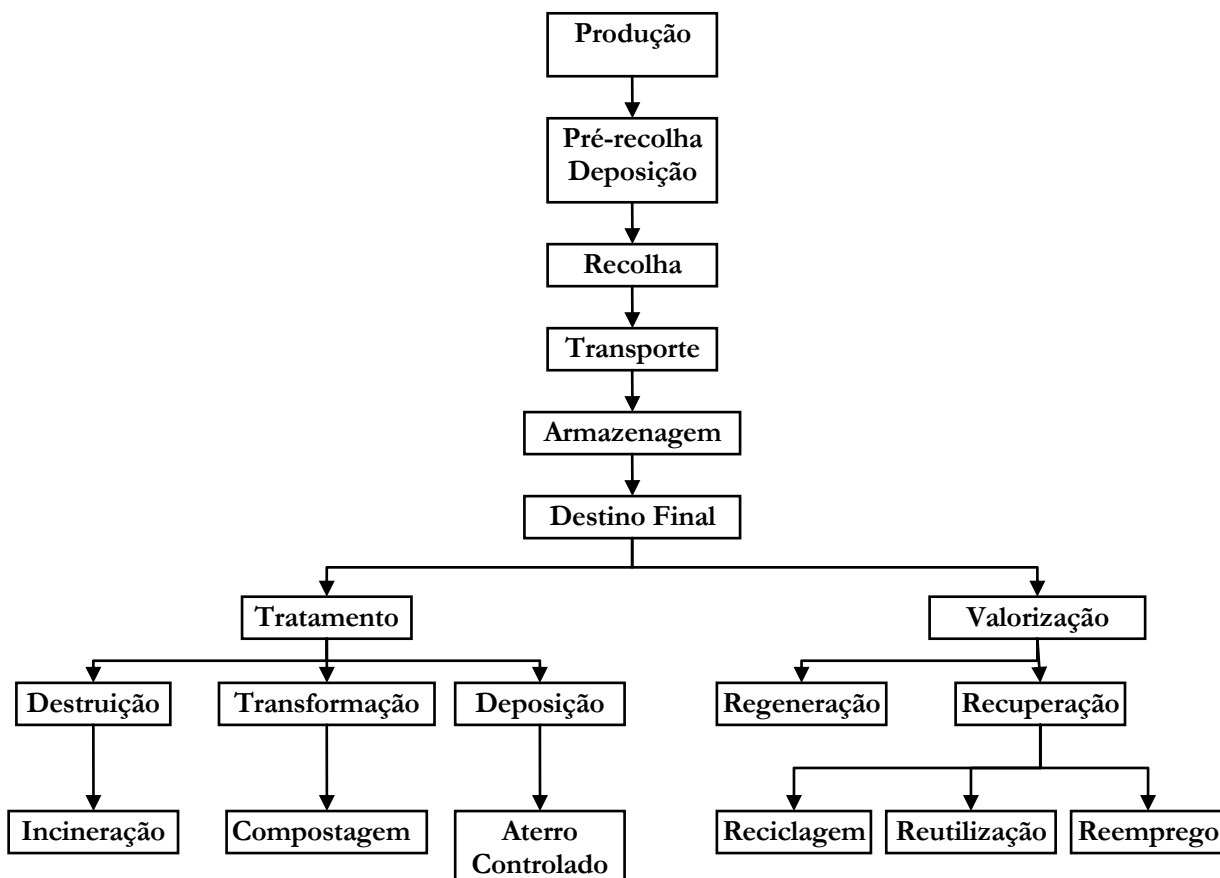


Figura II.2. Gestão dos RSU (adaptado de Queirós, 1992).

II. Conceitos gerais sobre Resíduos

final, denota a evidente complexidade inerente à gestão e a necessidade de integração de todos os momentos da gestão. Sintetizando, pode dizer-se que por gestão de resíduos se entende o conjunto de operações de recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, incluindo a monitorização dos locais de descarga após o encerramento das respectivas instalações, bem como o planeamento dessas operações, e visa preferencialmente a prevenção ou 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 (DL nº 239/97, de 9 de Setembro).

Embora haja diversas perspectivas sobre o conceito de “gestão integrada”, defendendo vários autores que não existe aquilo a que se possa chamar uma solução óptima universal, em razão das especificidades sócioeconómicas, geográficas, culturais, políticas e psicossociais (White *et al.*, 1995; Brisson, 1996), a redução da quantidade e perigosidade dos resíduos é consensual, apesar de extremamente difícil de levar à prática pelo facto de os RU serem tão diversificados quanto aos tipos e quanto às origens (Martinho *et al.*, 1999). A preocupação em gerir os RSU de forma ambientalmente correcta tem suscitado abordagens inovadoras como a actividade extrativa em aterros, referida por White *et al.*, (1995), que já se realiza de forma organizada em alguns países, de forma a recuperar materiais aí depositados,

II.4.2. Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos em Portugal

Portugal, segundo o Relatório do Estado do Ambiente (REA) de 2003 (IA, 2003), apresentou na última década um incremento de quase 50% na capitação de RU e a sua gestão é um domínio onde se têm registado assinaláveis progressos resultantes do planeamento e aplicação de um conjunto de estratégias coerentes. Na área dos RSU foi aprovado, em 1997, o PERSU, (depois actualizado em 1999) e, já em 2000, o Plano de Acção para os RSU (PARSU) (INR, 2000), com o objectivo de avaliar a situação nesse ano e definir objectivos para o período 2000-2006. O PERSU introduziu metas de gestão de curto e médio prazo, visando, numa primeira fase, o encerramento e recuperação das lixeiras inventariadas, seguida da criação das infra-estruturas necessárias à gestão ambientalmente correcta dos RU e da promoção da recolha selectiva e da reciclagem. Este Plano encorajou o envolvimento dos municípios em soluções conjuntas e integradas através da criação de Sistemas de Gestão

II. Conceitos gerais sobre Resíduos

de RU municipais, intermunicipais ou multimunicipais, vocacionadas sobretudo para consubstanciar a aplicação dos princípios de hierarquia de gestão de resíduos, preconizados tanto na legislação comunitária como na nacional. Em complemento (DL n.º 152/2002, de 23 de Maio) foi definida uma estratégia nacional para a redução dos RU biodegradáveis destinados aos aterros, com metas quantitativas a alcançar faseadamente em 2006, 2009 e 2016. Como já foi anteriormente referido, a produção de RU em Portugal Continental atingiu, em 2003, 4,4 milhões de toneladas de resíduos (1,2 Kg/pessoa/dia), valor dentro da meta que o PERSU estabelecia para 2005 (4,5 milhões de ton/ano). Relativamente aos sistemas, e como se pode ver na Figura II.3., em 2005 existem no território

SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS

(MULTIMUNICIPAIS e Intermunicipais)
#Abril 2005

- 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 - Planalto Beirão
- 16 - ÁGUAS ZÉZERE E COA
- 17 - Raia / Pinhal
- 18 - RESIOESTE
- 19 - Resiurb
- 20 - Resitejo
- 21 - Amres / Tratalixo
- 22 - VALORSUL
- 23 - AMARSUL
- 24 - Amde / Gesamb
- 25 - Amagra / Ambalital
- 26 - Amcal
- 27 - VALNOR
- 28 - Resialentejo
- 29 - ALGAR

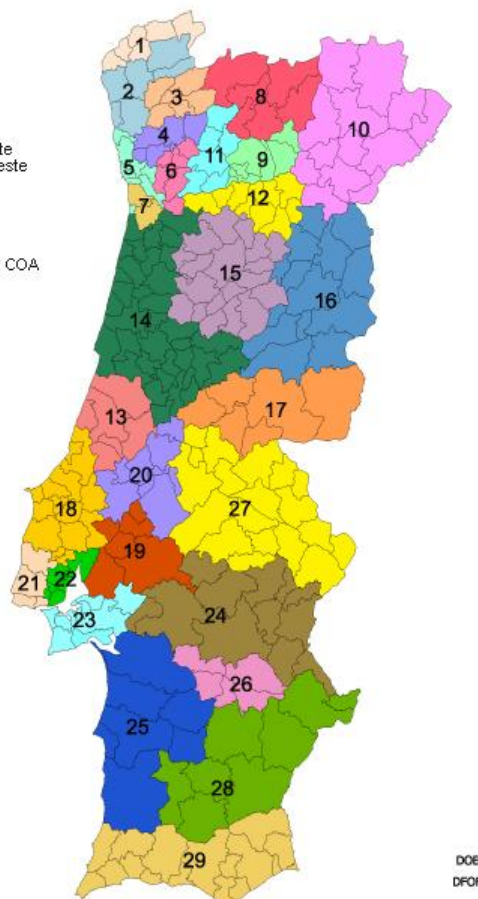


Figura II.3. Sistemas de Gestão de RU em Portugal Continental (INR, 2005).

continental 29 Sistemas de Gestão de RU, todos do tipo inter e multimunicipal, que cobrem todo o país (<http://www.inresiduos.pt/portal/>). Na sua maioria (com a excepção da VALORSUL e da LIPOR) os sistemas determinam o envio dos RU para AS, complementados por esquemas de recolha selectiva de materiais, com base em EP. A solução de envio dos RU para aterros, foi importante numa fase inicial mas, tendo em vista o prolongamento da sua vida útil e a aposta na valorização e reutilização dos próprios resíduos, foi apresentada à Comissão Europeia, em 2003, a Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Biodegradáveis Destinados aos Aterros que enfatiza a recolha selectiva e triagem da fracção orgânica dos RU, perspectivando o seu encaminhamento para tratamentos alternativos aos aterros, tais como a reciclagem, a compostagem, a digestão anaeróbia e, residualmente, a incineração. Esta estratégia apoia-se, entre outras medidas, na construção de 13 novas unidades de valorização orgânica, por compostagem ou digestão anaeróbia, bem

como na reconversão/ adaptação e ampliação de unidades de compostagem existentes e, ainda, na construção de uma nova central de incineração com aproveitamento energético (IA, 2003).

II.4.3. Medidas para uma boa gestão dos RSU e metas comunitárias a atingir

Em matéria de gestão de resíduos, a UE orienta a sua estratégia pelas grandes linhas da redução da produção e da nocividade, priorizando depois a reutilização, a reciclagem, a valorização, a destruição e colocação em aterro, por esta ordem, na perspectiva da auto-suficiência, isto é, cada Estado-Membro deve adoptar políticas que lhe permitam gerir os seus resíduos, sem embargo da livre circulação no interior do espaço da União (Barros *et al.*, 2000). Em Portugal, as orientações estratégicas preconizadas por Faria *et al.* (1999), para o período 2000 a 2005 apoiavam-se em:

- Consolidar a tendência para a redução da produção de RSU, enfatizando a reutilização, apostando na lógica do poluidor-pagador e incentivando produtos e tecnologias mais *limpas*;
- Apostar de forma reforçada na recolha selectiva e na reciclagem multimaterial, através da implantação de infra-estruturas e equipamentos e sistemas, como os EP, EC, recolha porta-a-porta, etc.
- Reforçar a valorização orgânica, por compostagem e/ou digestão anaeróbia, ampliando as capacidades instaladas e incentivar soluções que progressivamente libertem os AS deste tipo de resíduos.
- Manter a capacidade de incineração dos sistemas tipo LIPOR e VALORSUL, durante o seu tempo de vida o que, na prática, corresponde a uma diminuição percentual deste tipo de tratamento por valorização energética, procurando explorar outros métodos de valorização, como a reciclagem multimaterial ou a valorização orgânica.
- Por último, confinar tecnicamente em aterros os resíduos inertes insusceptíveis de valorização com as tecnologias disponíveis

Uma estratégia ideal de gestão de resíduos destinada a minimizar os impactos ambientais deve portanto combinar a prevenção de produção de resíduos, a reciclagem de materiais, a valorização energética e opções de eliminação (CCE, 2003).

Em matéria de prevenção de produção de resíduos, a UE considera insatisfatória a abordagem de metas centradas no peso ou volume dos resíduos gerados, mas assume que não parece existir, actualmente, qualquer alternativa prática à utilização do peso ou do volume para exprimir metas em matéria de prevenção de resíduos. Entende, outrossim, que não existem dados estatísticos fiáveis e previsões sólidas da produção de resíduos no futuro, pelo que preconiza o reforço da recolha de dados, de acordo com o disposto no Regulamento (CE) nº 2150/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Novembro de 2002, relativo às estatísticas sobre resíduos, de modo a que, já em 2006, o primeiro conjunto de dados estatísticos esteja à disposição da Comissão, embora só em 2008 haja dados suficientes para se poderem desenhar tendências. Na questão da reciclagem a fixação de metas é menos complexa e a Directiva 2004/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro de 2004, estabelece os objectivos concretos que constam da Tabela II.2.

Tabela II.2. Metas de valorização e reciclagem da UE
(http://europa.eu.int/eur.lex/pt/com/cnc/2003/com2003_0301pt01.pdf).

	Directiva 2004/12/CE
Prazo	2008
Meta de valorização	Mínimo – 60 %
Meta de reciclagem	Mínimo – 55 % Máximo – 80 %
Meta de reciclagem por material (mínimos)	Vidro – 60 % Papel/Cartão – 60 % Metal – 50 % Plástico – 22,5 % Madeira – 15 %

Mas, preparando-se para ir mais longe, em 18 Março de 2004, a Comissão do Meio Ambiente, da Saúde Pública e da Política do Consumidor, do Parlamento Europeu, projectava instar a Comissão Europeia (Reporte A5.0176/2004, de 18 de Março) a apresentar um plano com as seguintes fases:

- A partir de 2010, proibição de colocação em aterro de resíduos sem pré-tratamento e com elementos biodegradáveis;

II. Conceitos gerais sobre Resíduos

- A partir de 2015, proibição de colocação em aterro de papel, pasta, cartão, vidro, têxteis, madeira, matérias plásticas, metais, borracha, cortiça, cerâmica, betão, tijolos e ladrilhos;
- A partir de 2020, proibição de colocação em aterro de todos os resíduos ainda susceptíveis de valorização;
- A partir de 2025, proibição de colocação em aterro de quaisquer lixos residuais, a menos que sejam inevitáveis ou perigosos (por exemplo, cinzas de filtração);

Estas metas, prioridades e potenciais desenvolvimentos terão óbvias implicações na gestão dos resíduos no nosso país, e algumas delas serão abordadas durante o presente trabalho, particularizando a região integrada no sistema da Resitejo.

III. O Sistema de Gestão de RSU da Resitejo

Neste capítulo far-se-á o enquadramento geográfico, demográfico e sócioeconómico da região integrada no SGRR.

III.1. Tipo, enquadramento e localização geográfica

A Resitejo é uma Associação constituída por dez Municípios e desempenha o papel de dono de obra do sistema de gestão de RSU que serve dez Municípios da sub-região do Médio Tejo e parte da sub-região da Lezíria do Tejo a saber, Alcanena, Chamusca, Constância, Entroncamento, Ferreira do Zêzere, Golegã, Santarém, Tomar, Torres Novas e Vila Nova da Barquinha.

A Resitejo foi constituída em 1996 e está sediada no lugar do Arripiado, freguesia da Carregueira, concelho da Chamusca. O SGRR é do tipo Intermunicipal, e a gestão de algumas infra-estruturas e processos foi concessionada, pelo período de dez anos, à empresa de direito privado HLC Tejo. A área de influência da Resitejo está indicada na Figura III.1. e estende-se por 2 466 Km², distribuídos por 97 freguesias.



Figura III.1. Localização geográfica da região integrada no sistema da Resitejo e concelhos que a constituem (IA, 2005).

III.2. Retrato Demográfico da Região

A análise dos indicadores demográficos é fundamental para o equacionamento de soluções a nível dos sistemas de RSU.

Em 2003, a população residente na região e em cada um dos Municípios, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) (2004), é

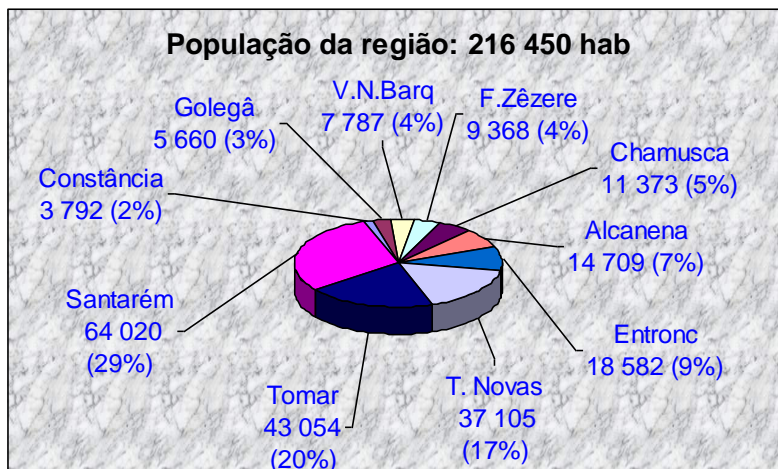


Figura III.2. População residente por concelhos (INE, 2004).

a que consta do gráfico da Figura III.2. Segundo uma estimacão por regressão linear, feita a partir dos dados populacionais das últimas duas décadas, em 2010 a população da região deve aumentar em 2 880 habitantes, aumentando no Entroncamento, Santarém e Barquinha, e diminuindo nas restantes autarquias, facto que se poderá explicar pela adjacência daqueles municípios, principalmente Entroncamento e Barquinha, relativamente aos grandes eixos ferroviários e rodoviários que atravessam a região e a aproximam da Grande Lisboa. Pese embora a diversidade dos deslocamentos internos, de um modo geral pode dizer-se que a população da região, como um todo, se tem mantido estável nas últimas duas décadas e prevê-se que assim irá continuar na próxima década.



Figura III.3. DP por freguesias (INE, 2004).

A densidade populacional (DP), neste caso uma relação linear entre o número de habitantes de cada freguesia e a respectiva área (em Km²), mostra (Figura III.3.) que as freguesias de maior DP são aquelas onde estão implantadas zonas urbanas importantes, que normalmente coincidem com sedes de concelho. Na Figura III.4., cuja escala é logarítmica, para permitir acomodar a elevada variabilidade dos valores da DP, revelam-se particularmente significativas, por extremas, as DP do Entroncamento (1 426,22 hab/Km²), concelho com apenas uma freguesia, e da Chamusca (15,25 hab/Km²), uma das mais baixas do País, facto que não terá sido alheio à tranquilidade social que acompanhou a instalação do AS.

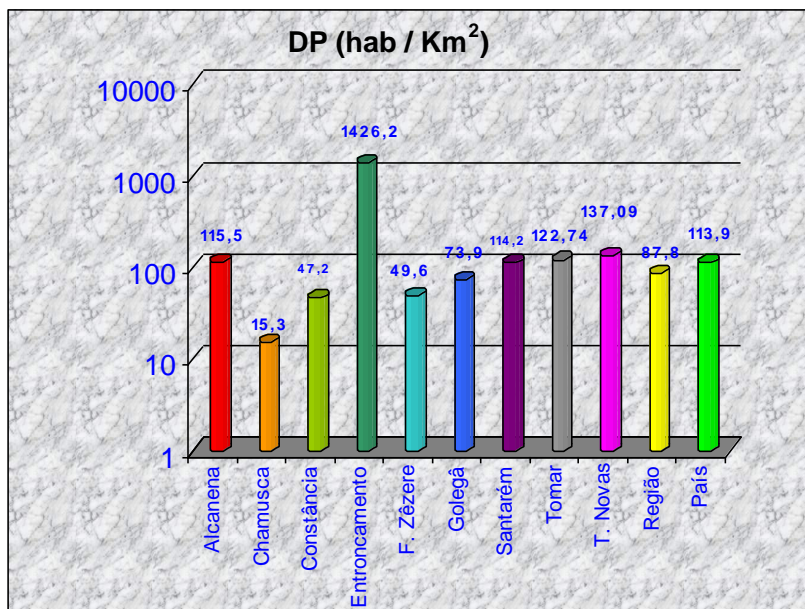


Figura III.4. DP dos concelhos, da Região e do País (INE, 2004).

III.3. Estrutura económica da Região

O gráfico da Figura III.5., mostra os indicadores percentuais da região em 2001 (últimos dados disponíveis), relativamente à população activa e da que estava empregada nos tradicionais sectores de actividade, comparando-os com os mesmos indicadores relativos ao resto do País. Este tipo de análise é importante,

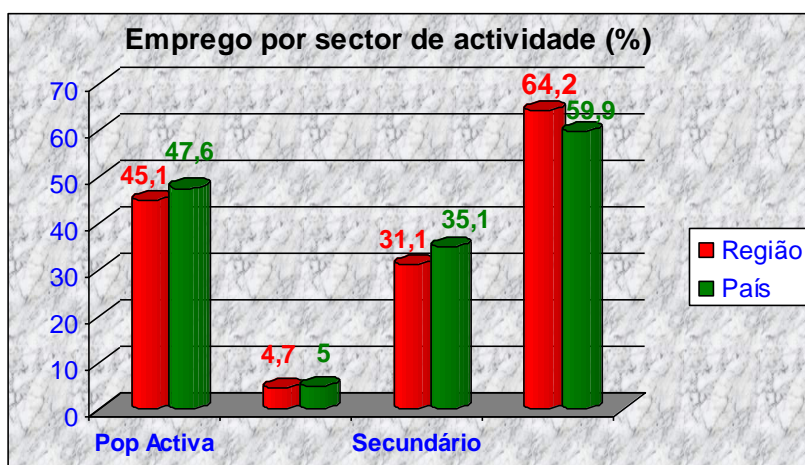


Figura III.5. Emprego por sector de actividade, na região e no País, em percentagem da população empregada (INE, 2004)

porque, como já foi referido na Introdução, a composição e a quantidade de resíduos produzidos estão directamente relacionados com o estágio de desenvolvimento e o modo de vida dos povos. Os dados revelam que a estrutura económica da região tem uma forte predominância do sector terciário (serviços) ainda longe dos níveis de Lisboa (83 %), mas traduzindo uma crescente tendência para as chamadas sociedades de “terceira vaga” (Toffler, 1984). Todavia este quadro “macro” esconde realidades bastante díspares ao nível das diferentes autarquias. Por exemplo, num dos extremos, a Chamusca revela uma altíssima actividade no sector primário, 18,16 %, predominando as actividades agro-florestais, enquanto no Entroncamento 82,38 % da população empregada trabalha no sector terciário, níveis semelhantes aos de Lisboa, fruto justamente da ligação à Área Metropolitana de Lisboa, em função das excelentes acessibilidades (CCRLVT, 1999).

Um outro factor que interessa analisar é o rendimento disponível *per capita* (Figura III.6.) porque o rendimento reflecte-se no consumo e logo no tipo e quantidades dos RSU produzidos. Verifica-se que o rendimento médio da região (87 %) é bastante inferior ao valor nacional de referência, mas

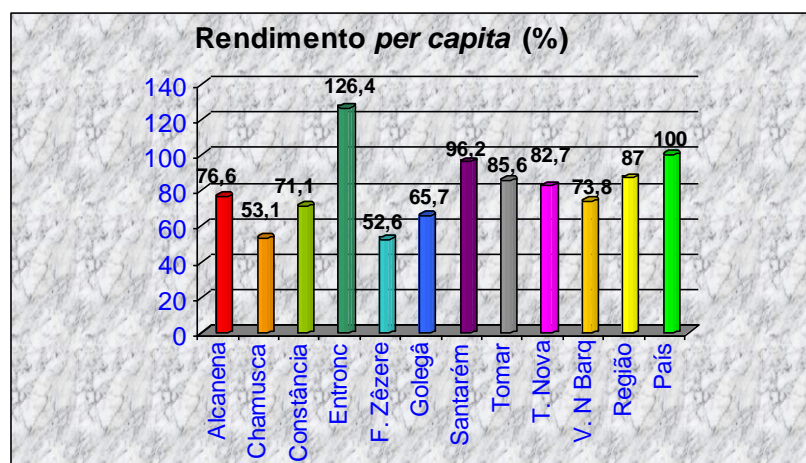


Figura III.6. Rendimento *per capita*, em percentagem de cada concelho, relativamente à média nacional de 100 % (INE, 2004)

no interior da região varia entre o Entroncamento (126,4 %), o único concelho cujo rendimento *per capita* é superior à média nacional, e Ferreira do Zêzere, cujo rendimento *per capita* (52,6 %) é cerca de metade da média nacional.

III.4. Acessibilidades

As acessibilidades são infra-estruturas fundamentais ao desenvolvimento económico de uma região e determinam o tipo e modo de execução da maioria das actividades. Do ponto de vista deste trabalho, interessa sobretudo analisar o modo como a estrutura viária pode influenciar, não só o transporte dos RSU entre os fontes e os locais de destino final, mas

também as dinâmicas regionais, que poderão conduzir a alterações nos tipos e quantidades de RSU produzidos.

A região apresenta uma notável centralidade a nível nacional, e é por isso percorrida por importantes eixos viários e ferroviários longitudinais e transversais, como se pode ver na Figura III.7. Há contudo que assinalar as significativas diferenças entre a região a Norte do Rio Tejo, mais fortemente urbanizada e servida por uma malha apertada de auto-estradas, itinerários principais e estradas secundárias, e a região a Sul do Rio Tejo, cuja malha viária é bastante mais esparsa, se bem que se trate de uma zona de relevo pouco acentuado.



Figura III.7. Mapa das acessibilidades principais (EP, 2005)

De um modo geral, a malha viária permite percursos de recolha e transporte que em nenhum caso excedem os 30 min, sendo que o principal estrangulamento se verifica nos percursos que unem a região a Norte do Tejo ao AS, e que obrigatoriamente têm de atravessar ou a ponte de via única de Constância, ou a ponte entre a Golegã e a Chamusca, que tem algumas limitações no trânsito de pesados e implica itinerários mais longos para alguns circuitos. Em termos de dinâmicas regionais, a evolução demográfica dos Concelhos atravessados pelos eixos rodoviários e ferroviários estruturantes, desenha uma tendência de complementaridade e interdependência com a Área Metropolitana de Lisboa e que é em boa medida determinada pelas boas acessibilidades.

III.5. Caracterização do sistema

O SGRR entrou em funcionamento em Maio de 1999, sendo constituído pelas seguintes infra-estruturas ambientais: 1 AS, com as suas instalações complementares, 3 ETR, 4 Centros de Transferência Municipal de Resíduos (CTM), 7 EC, 447 EP e 306 vidrões isolados. Em Dezembro de 2004 veio juntar-se a todas estas infra-estruturas uma Estação de Triagem (ET). As localizações das infra-estruturas principais são apresentadas no mapa da Figura III.8, salientando-se que os vidrões e EP não estão graficados nas quantidades reais. A construção de todas estas infra-estruturas que constituem o SGRR permitiu encerrar e recuperar ambientalmente 16 lixeiras a céu aberto, porque introduziu um sistema alternativo viável e funcional.

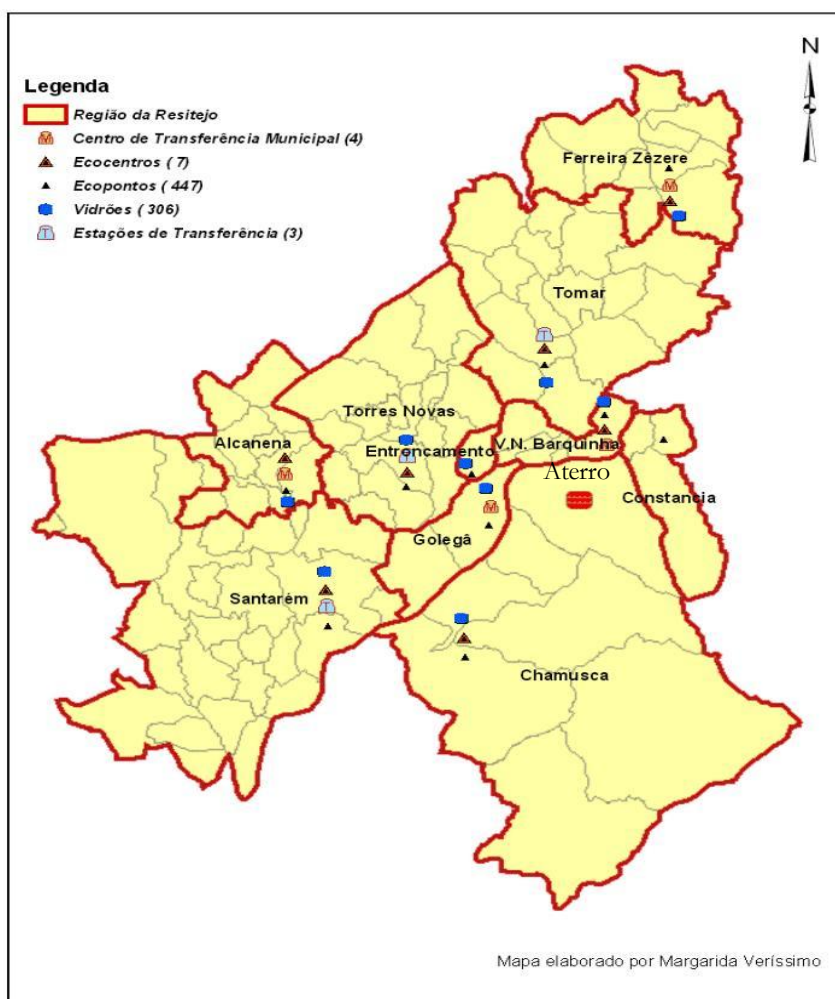


Figura III.8. Infra-estruturas do SGRR.

IV. A Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos na região integrada no Sistema de Gestão de Resíduos da Resitejo

A recolha compreende o conjunto de operações de carga, transporte e descarga de resíduos, desde o ponto onde foram depositados, até à ETR ou ao tratamento (Levy *et al.*, 2002). Os sistemas de recolha de RSU são de fundamental importância na gestão integrada de resíduos (Martinho *et al.*, 1999) e costuma representar 40 a 70 % dos custos totais da gestão. Na região integrada no SGRR, 98 % da população é servida por sistemas de recolha de RSU (INE, 2004). Relativamente ao tipo e local de recolha, esta pode ser:

IV.1. Recolha indiferenciada, regular ou normal

A recolha indiferenciada recolhe os RSU todos misturados. Tem como principal vantagem o pequeno grau de esforço exigido aos produtores e como grandes inconvenientes a contaminação dos recicláveis e a necessidade de mais caras tecnologias de processamento. (McMillen, 1993). No SGRR, esquematizado na Figura IV.1., a Resitejo apenas executa a

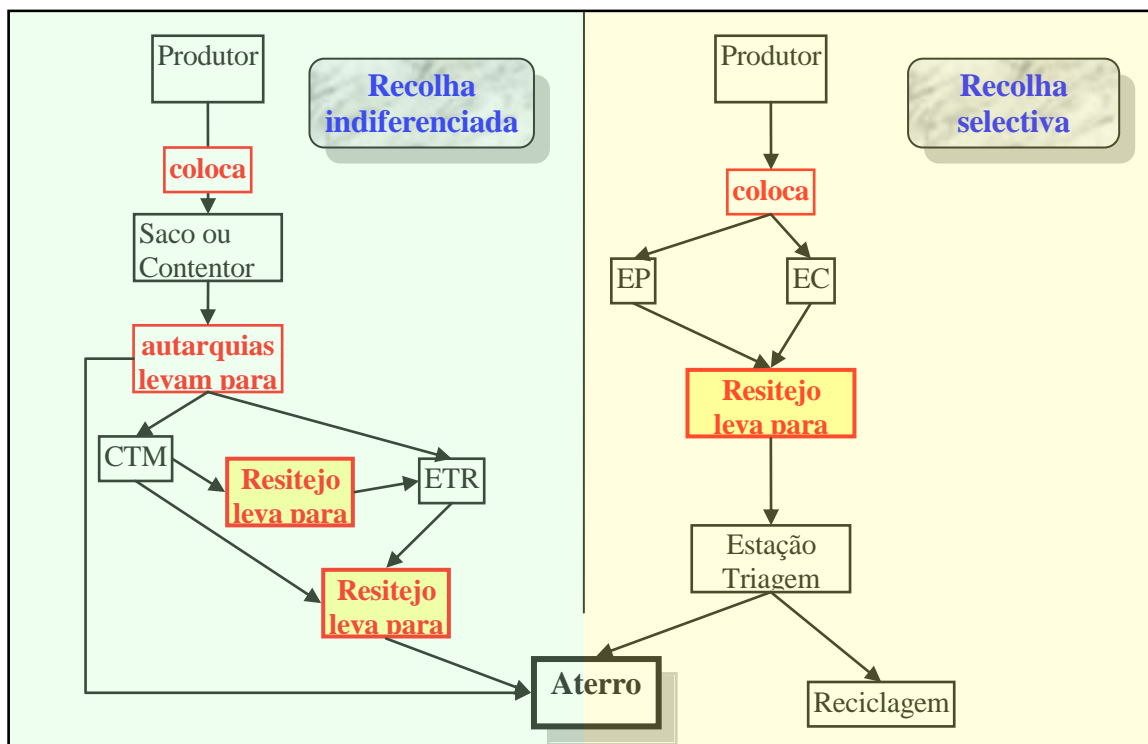


Figura IV.1. Esquema que resume os fluxos e responsabilidades de recolha na região integrada no SGRR.

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

recolha a partir dos CTM e das ETR. Para montante dessas estruturas a responsabilidade é das autarquias, algumas das quais concessionaram a tarefa a empresas privadas, e dos produtores, caindo fora do âmbito deste trabalho. As autarquias de Constância e Chamusca fazem a recolha directamente para o AS, dada a proximidade. As autarquias servidas por CTM e ETR depositam os RSU nessas infra-estruturas, e a Resitejo encaminha-os a partir daí, ou directamente para o AS, ou dos CTM para as ET e daí para o AS, consoante a capacidade disponível nas ETR. Para o efeito, a Resitejo opera sete viaturas de transferência de RSU, uma das quais se pode ver na Figura IV.2., a descarregar RSU no AS da Resitejo, e duas de recolha selectiva. A Figura IV.3. mostra justamente uma destas viaturas a recolher material de um EP.



Figura IV.2. Viatura de transferência de RSU (Resitejo, 1999).



Figura IV.3. Viatura de recolha selectiva da Resitejo (Resitejo, 2005).

IV.2. Recolha selectiva

A recolha selectiva visa separar na fonte uma ou mais categorias de resíduos, complementando ou não este processo com nova separação em ET. Pode realizar-se, em simultâneo ou não, com a recolha indiferenciada, segundo duas estratégias distintas: recolha porta-a-porta e recolha por transporte voluntário. A recolha porta-a-porta, exige uma gestão conveniente e a devida publicitação do sistema e, se realizada no mesmo dia da recolha indiferenciada, obtém resultados muito significativos (Martinho *et al.*, 1999). A colaboração do produtor é essencial, e concretiza-se através da colocação dos diversos materiais em sacos de plástico de cores diferentes. Este sistema não é (ainda) praticado na Resitejo que, como se pode ver no esquema da Figura IV.1., apenas se limita a recolher os recicláveis nos EP e EC

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

encaminhando-os para a ET. A montante existe a chamada recolha por transporte voluntário, um sistema colectivo de deposição que exige aos produtores a separação na fonte e o transporte para os pontos de deposição, os quais podem ser simples contentores isolados, EP e EC (Gama, 1996). A opção por uma ou outra estratégia depende de factores conjunturais, como, por exemplo, a dispersão da população, ou as características urbanísticas. Por exemplo, em zonas de baixa concentração urbana, a malha de EP será necessariamente mais esparsa, pelo que a distância torna pouco prático o transporte voluntário, sendo necessário considerar a implementação do sistema de recolha porta-a-porta, numa perspectiva de cumprimento das metas já definidas, mas não esquecendo a necessidade de racionalizar economicamente o sistema, o que não se afigura fácil em regiões de grande dispersão populacional, que é o caso de alguns municípios integrados no SGRR.

Seja como for, a grande vantagem da recolha selectiva é permitir separar na origem os diferentes materiais propiciando um aproveitamento mais “limpo”. Isto não só permite registar a composição dos resíduos, quantidades e possíveis variações e tendências evolutivas em diferentes áreas geográficas, tornando assim possível obter conhecimento a partir da interrogação das bases de dados, como concentra os produtos de forma quase directa ou depois de submetidos a alguns processos de reciclagem e transformação, racionalizando a sua reciclagem e/ou valorização (Waite, 1995). Em matéria de gestão dos circuitos de recolha existem já no mercado métodos de optimização integrando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e geolocalização por *Global Positioning System* (GPS), um sistema norte-americano baseado em 24 satélites em órbitas de 26 560 Km, organizados em 6 planos orbitais que garantem a visibilidade de pelo menos 4 satélites em qualquer parte do globo. Se bem que o Departamento de Defesa norte-americano tenha implementado um modo de acesso selectivo que danifica aleatoriamente o sinal em aplicações civis, salvaguardando a precisão para as aplicações militares (Neves, 2001), neste particular os erros são despidiosos, face à precisão exigida por um sistema de gestão de transportes. Um dos bons pacotes de *software* para tratar este assunto é o ArcGis[®] Network Analyst (Vowles, 2005).

No SGRR, os circuitos de recolha não estão optimizados, sendo geridos de forma empírica, com recurso a heurísticas simples, sendo naturalmente um campo onde muito há ainda a fazer, dado o peso da recolha na estrutura de custos.

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

Neste capítulo serão descritas com algum pormenor as principais infra-estruturas que suportam o funcionamento do SGRR, bem como alguns conceitos teóricos e práticos relativos às opções de localização.

V.1. Métodos de Localização

Escolher os locais para instalar as estruturas dos sistemas de tratamento de RSU, nomeadamente os AS tem sido um dos principais problemas que se colocam aos decisores. Por um lado existe uma cultura de “sim, mas não à minha porta” muito radicada na ignorância e facilmente instrumentalizada por interesses de toda a ordem, e por outro, uma incontornável e muito latina desconfiança nos poderes públicos, e no modo como “eles” tomam as decisões (Russo, 2003). Trata-se aqui de questões não exclusivamente técnico-científicas, operando em contextos complexos do tipo sociocultural e político, e que não podem ser ignoradas ou excluídas dos processos de planeamento e gestão dos sistemas de RSU (Martinho *et al.*, 1999). Para além desse factor de decisão, a verdade é que a normalização das condições político-institucionais tem possibilitado que os responsáveis autárquicos e da Administração Central possam crescentemente tomar este tipo de decisões em obediência mais rigorosa a considerandos técnicos. Neste particular, uma selecção de locais deste tipo pode começar pela adopção de critérios apriorísticos que delimitem as áreas a estudar, uma vez que não se pode analisar e estudar criteriosamente todo o território, até porque, à partida, muitos locais não servem por razões topográficas, de acessibilidades, legais, etc.

V.1.1. Conceitos gerais sobre localização de infra-estruturas

De um modo geral, em termos exclusivamente técnico-económicos, têm-se adoptado dois critérios prévios de selecção de áreas a serem estudadas:

- Cálculo de uma área através de uma operação de vizinhança (*buffer*)
- Áreas pré-definidas

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

No primeiro caso determina-se um centróide, da região produtora de resíduos (função de distâncias e produção de RSU) e em seu redor delimita-se uma área a ser analisada em maior pormenor (raio de 5, 10 ou 15 Km) como área de pesquisa dos locais candidatos à implementação do AS. No segundo caso são definidas áreas que se reconhece terem potencialidades, e que serão acrescentadas ao estudo, caso não estejam incluídas nas zonas de *buffer* atrás referidas (Russo, 2003). O cálculo das coordenadas do centróide é feito usando geometria de massas. A selecção fina faz-se por peneiramento no interior da área *buffer*, sendo eliminados sucessivamente os locais que impossibilitam a implantação e ponderados os que restam. O processo é basicamente o seguinte:

- Avaliação inicial;
- Selecção de locais com maiores potencialidades;
- Escolha final.

A Figura V.1. apresenta um diagrama representativo dos passos na selecção de um local para aterro. A pesquisa de locais específicos adequados no interior dos *buffers*, é feita aplicando-se critérios apontados em doutrina nacional e internacional e que normalmente se baseiam em aspectos técnicos, económicos, sociais e ecológicos. Russo (2003) apresenta

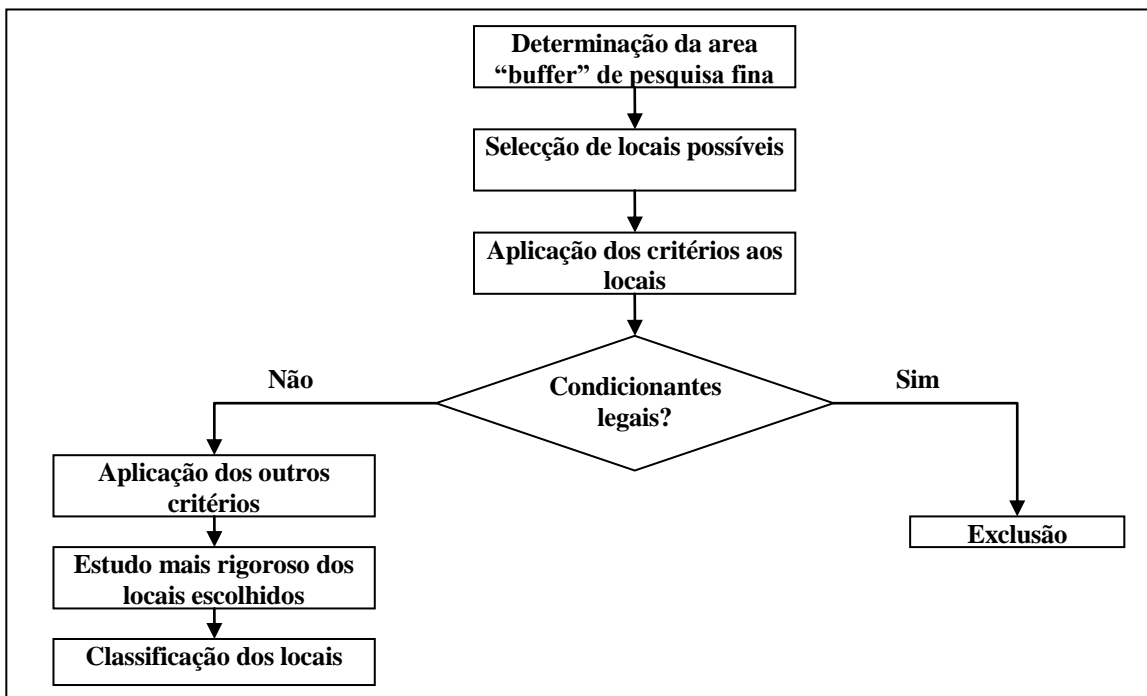


Figura V.1. Diagrama do fluxo processual de selecção de locais para AS (Russo, 2003).

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

4 níveis de controlo a que devem responder os critérios de implantação de um AS. O 1º nível é exclusivo, eliminando liminarmente da análise locais como espaços urbanos, industriais, culturais, espaços incluídos na Reserva Agrícola Nacional (RAN) e na Reserva Ecológica Nacional (REN), etc. O 2º nível não é eliminatório e limita-se a listar e a ponderar considerando que se relacionam com a permeabilidade, aquíferos e tipos de solos. Por exemplo, um terreno de natureza argilosa ou xistosa, com características de maior impermeabilidade, deve ser melhor classificado que um do tipo granítico. Já no 3º nível de controlo, considera-se a hidrologia e as diversas distâncias de protecção a linhas de água, povoações, vias estruturantes, etc. O 4º nível de controlo tem a ver com exigências de exploração e custos associados (dimensão dos terrenos, topografia do local, acessibilidades, etc.).

Segundo o DL nº 152/2002, de 23 de Maio, o local de implantação de um AS deve atender aos seguintes aspectos:

- Estar distanciado em relação a áreas residenciais e recreativas, cursos de água, massas de água e outras zonas agrícolas e urbanas;
- Considerar a existência de águas subterrâneas ou costeiras, ou de áreas protegidas;
- Ponderar as condições geológicas e hidro geológicas;
- Riscos de cheias, de aluimento, de desabamento de terras ou de avalanches;
- Protecção do património natural ou cultural.

Mas já em 1991, de acordo com Russo (2003), a DGQA referia aspectos mais precisos, nomeadamente que o Aterro devia:

- Situar-se de modo a conjugar os melhores acessos com os menores percursos ;
- Não afectar locais relativamente ao arrastamento de cheiros e materiais pelo vento, devendo preferencialmente encontrar-se afastado um mínimo de 250 metros de qualquer habitação isolada, e de 400 metros de qualquer aglomerado populacional;
- Garantir a existência de grandes quantidades de solo apropriado para cobertura diária e recobrimento final dos resíduos;

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

- Estar afastado, no mínimo 100 metros, de captações de água subterrânea;
- Não constituir risco de incêndio (ou outros) para as zonas envolventes;
- Possibilitar a fácil instalação de electricidade e água;
- Não ocupar terrenos afectos à RAN ou à REN;
- Permitir uma boa inserção na paisagem tanto durante a exploração como após o encerramento.

Estes critérios não são universais e os valores quantitativos e recomendações variam consoante o país ou organismo internacional, sendo esta latitude de critérios apoiada em conhecimentos em permanente evolução, e adaptações que resultam de novos tipos de materiais e tecnologias de minimização de impactos ambientais (Russo, 2003). Exemplificando, este autor refere que em França foi aprovada legislação que estabelece critérios de exclusão e de hierarquia:

- De exclusão: sismicidade, áreas expostas a inundações, geologia desfavorável e reservas naturais, sendo eliminados terrenos sem condições geológicas adequadas, independentemente das outras considerações. Nesta óptica são apenas aceitáveis terrenos argilosos, que têm um comportamento plástico e não apresentam fracturas ou rupturas, contrariamente a outras formações rochosas.
- De hierarquia: protecção de fontes de abastecimento de água, características do subsolo, densidade populacional, protecção de áreas ecológicas sensíveis, protecção de áreas de reserva agrícola, protecção de edifícios históricos, proximidade das zonas produtoras de resíduos, proximidade de vias de comunicação, incómodos devidos ao tráfego, protecção da paisagem e protecção de recursos florestais.

Os critérios de hierarquia têm características conjunturais e são ponderados a nível local, por comissões mistas, podendo variar dentro de limites definidos por lei.

V.1.2. Localização de infra-estruturas utilizando Sistemas de Informação Geográfica

O problema da localização de um ou mais equipamentos que visam satisfazer uma procura discreta espacialmente distribuída, associada a um conjunto de áreas que poderão ser representadas pelos seus pontos centrais, de modo a que sejam minimizados os custos de transporte entre estes pontos de procura e os referidos pontos de oferta do serviço, tem sido habitualmente resolvido de forma analítica, sendo conhecidas algumas variantes deste tipo de problema, embora a que se reveste de interesse para o nosso caso seja a que associa os custos de transporte à distância total percorrida desde os centros de produção de RSU até aos centros de processamento e deposição, por intermédio de uma função de custos de transporte.

Há vários métodos de resolução do problema, desde os estritamente analíticos e exactos, a métodos heurísticos, de aprofundamento iterativo, de gradiente, etc. (Bação, 2002). Descrivê-los não cabe no âmbito deste trabalho mas, de um modo geral, todos estes métodos pressupõem o uso de conhecimento prévio para redução do espaço de soluções, porque, por exemplo, o uso de um simples algoritmo *P-median*, para minimizar as distâncias (custos) entre infra-estruturas, num caso abstracto em que os pontos de instalação são simultaneamente locais potenciais, tem uma complexidade de:

$$\frac{N}{P} = \frac{N!}{P!(N-P)!} \quad (\text{V.1.})$$

sendo N o número de possíveis localizações e P o número de estruturas a localizar. Se existissem, suponha-se, 150 localizações possíveis e apenas 3 estruturas para localizar, ter-se-iam cerca de meio milhão de possíveis soluções. O conhecimento necessário para reduzir o espaço de soluções, pode ser empírico ou, por exemplo, derivado da aplicação de métodos baseados em SIG, os quais, para além disso, permitem, na fase terminal do processo de selecção, localizar com precisão as estruturas tendo por base superfícies de

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

custo construídas de acordo com as ponderações consideradas adequadas, para cada um dos factores de decisão.

Relativamente a ponderações, Russo (2003) propõe, na Tabela V.1., um conjunto de critérios baseados em recomendações internacionais e nacionais sendo a ponderação genérica de cada critério, uma proposta técnica do autor, baseada na parametrização de dados empíricos.

Tabela V.1. Tabela de critérios e ponderações a considerar na decisão de localização de um AS (Russo, 2003).

Parâmetro/Critério	Peso (%)
Águas superficiais e subterrâneas	17
Área disponível e vida útil do aterro	14
Topografia e litologia do aterro	14
Custos totais de localização	13
Ordenamento (RAN, REN)	10
Acessos e instalação de infra-estruturas	8
Património Histórico e arqueológico	5
Valor ecológico do local	5
Distâncias mínimas de protecção	5
Avaliação da degradação do local	5
Cobertura vegetal	4

Da observação desta tabela, salienta-se a importância atribuída aos aspectos relacionados com as possibilidades de contaminação de aquíferos. Este tipo de ponderações, parametrizadas ou exactamente determinadas, é essencial na modelação baseada em SIG, de forma a assegurar um *output* fiável. A utilização de SIG constitui, entre outras potencialidades, uma forma avançada de apoio à decisão, em que se utilizam critérios como os que se apresentaram, considerando operações sobre mapas, desde simples sobreposições e vizinhanças, até ao uso de álgebra de mapas, sendo especialmente interessante a possibilidade de parametrização que permite expressar relações assumidas entre variáveis, sem que se conheçam ou compreendam pormenorizadamente os processos envolvidos (Hugget, 1980).

Na verdade, os problema de localização, bem como os que relevam da determinação de caminhos de menor custo, são claramente problemas espaciais, e resolúveis de forma simplificada com a utilização de ferramentas SIG (Lober, 1995), dado que, por vezes, é uma complicação desnecessária tentar resolver um problema espacial com rotinas de elevada complexidade matemática. A informação existente pode ser filtrada em vez de se calcular nova informação (Seixas, 2000). Em SIG isto é feito questionando a informação

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

(*queries*) e extraindo, desse modo, nova informação dos níveis (*layers* ou temas) existentes.

No exemplo académico seguinte, dar-se-á conta do tipo de progresso realizável na localização de um Aterro na região servida pelos sistema da Resitejo, sem os pressupostos políticos e sociais que na prática foram determinantes, limitando a análise real aos dados cartográficos e alfanuméricos disponíveis. Os passos reais são executados com o software *ArcGis™ Desktop*, designação colectiva referente a três produtos da ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), a saber: *ArcView® 8x3*, *ArcEditor™ 8x3* e *ArcInfo™ 8x3*, que permitem aos utilizadores interagir com mapas, dados e ferramentas. Uma das aplicações disponível nos três produtos é o *ArcMap*, ferramenta que permite criar, visualizar, interrogar, editar, compor e imprimir mapas. A maior parte deste pequeno exemplo foi realizada com esta aplicação, mas também foi utilizado o *ArcToolbox*, que permite, entre outras coisas, fazer conversão de dados geográficos e alterar os sistemas de projecção. Os dados utilizados são os disponibilizados de forma gratuita pelo Instituto do Ambiente e cujo *download* se pode efectuar a partir do Atlas do Ambiente. Sublinhe-se que a limitação deste tipo de métodos prende-se unicamente com os dados disponíveis, sendo que os dados em formato *raster* (nível de informação que compreende *pixeis* contíguos) são muito “pesados” e normalmente têm de ser encomendados ou produzidos expressamente, para uma dada região. Os dados *macro*, isto é, aqueles que se referem a grandes áreas, são trabalháveis de forma satisfatória com formatos vectoriais, mas nos últimos níveis de análise, nomeadamente na elaboração de superfícies de custo para localização otimizada, é necessária a conversão para *raster* e a existência de cartografia digital com informação incorporada nos píxeis, o que aliás começa a tornar-se comum, com a explosão dos SIG e a sua interligação ao universo da detecção remota, que permite elaborar mapas de uso do solo de forma simples e imediata, a partir de dados de imagem (Painho, 2002). No caso vertente, como se pode verificar no fluxograma da Figura V.2., inicia-se o trabalho com os *layers* indicados na coluna de “caixas” mais à esquerda. Eram os que estavam disponíveis mas, como é evidente, num estudo não meramente académico, será possível adquirir os dados que se entendam necessários em função dos critérios relevantes, como, por exemplo, a localização de habitações, ventos dominantes, mapas de uso do solo com condicionamentos de REN, RAN, etc.

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

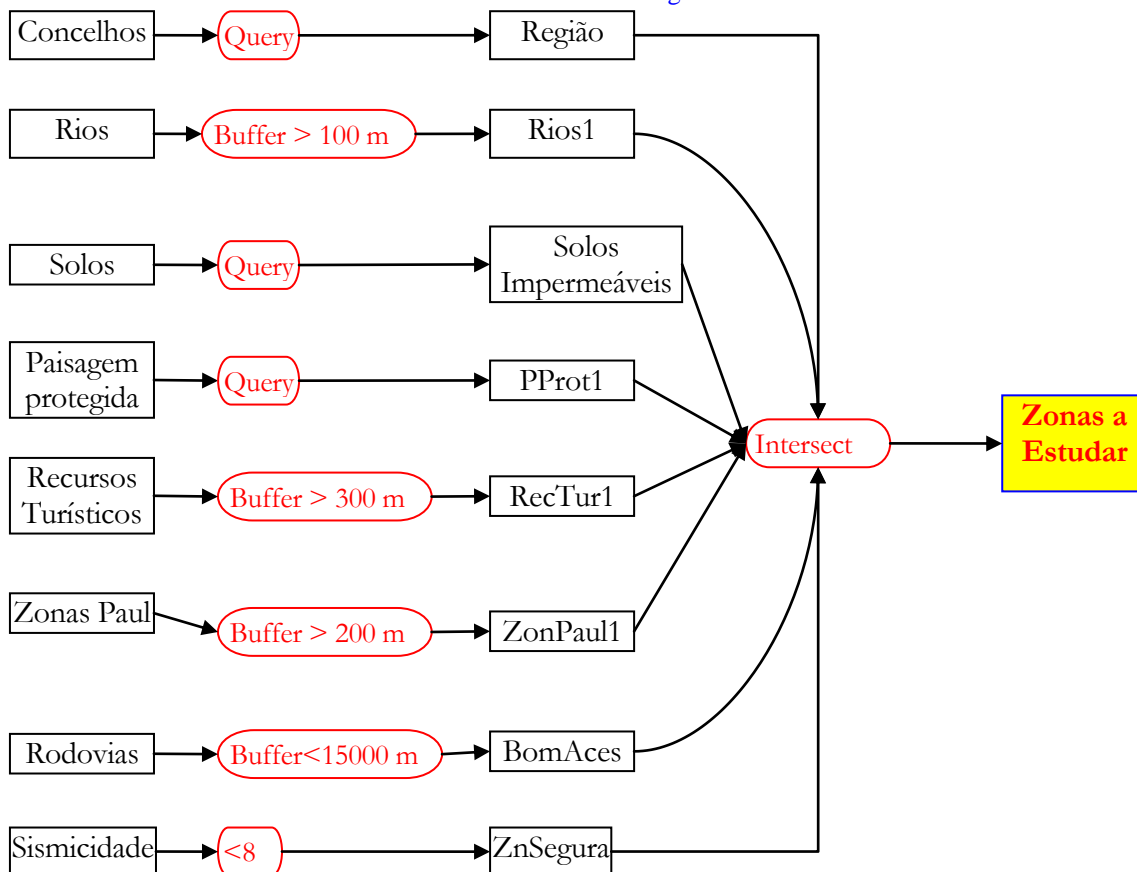


Figura V.2. Fluxograma simplificado com as operações de análise espacial necessárias à delimitação de zonas propícias à implantação de um AS, na região que integra o sistema da Resitejo.

Aplicando sucessivas e simples operações espaciais sobre os dados que subjazem aos mapas, obtêm-se outros mapas que vão reduzindo paulatinamente o espaço de soluções. Por exemplo, o mapa onde constam os concelhos da região integrada no SGRR, é obtido por um simples *query*, em SQL (*Standard Query Language*), que selecciona, no mapa do país, os polígonos (concelhos) referenciados com determinados valores numéricos na variável “Notação de Unidade Territorial“ (NUT). Por trás de cada mapa, encontra-se sempre uma base de dados relacional cujos registos alfanuméricos são, neste caso, os polígonos dos concelhos, os quais podem ter centenas de atributos, desde números de referência a dados de área, perímetro, população, etc.

Sobre o tema dos rios (que neste caso inclui já rios, albufeiras e lagoas) executa-se uma simples operação de vizinhança, que exclui do espaço de soluções todas as áreas situadas a menos de 80 metros desses elementos. *Mutatis mutandis*, executa-se o mesmo

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

procedimento para todos os elementos disponíveis em cujas proximidades os critérios definidos não permitam implantar o AS. Na verdade, muitos dos dados de que dispomos podem revelar-se irrelevantes, mas o processo de constatar essa irrelevância é rápido e puramente mecânico, não exigindo elaboração intelectual. Alguns dos dados podem não ser exclusivos, (no caso vertente, por exemplo, a sismicidade), mas interessa mantê-los uma vez que são passíveis de ponderação nas fases subsequentes do processo.

Quanto à rede viária, uma das condicionantes do processo era, como se viu, a acessibilidade, isto é, o Aterro deveria ser implantado a menos de 1500 metros de estradas principais, para minimizar os custos de construção de acessos. Trata-se de um factor que em zonas de fracas acessibilidades pode ser encarado de forma não “booleana”, ou *fuzzy*, estabelecendo ponderações consoante a distância. Neste caso, porque a rede estradal é boa, entendeu-se, nesta primeira fase, excluir todas as zonas situadas a mais de 1500 metros de estradas principais, o que se concretizou com uma simples operação de vizinhança.

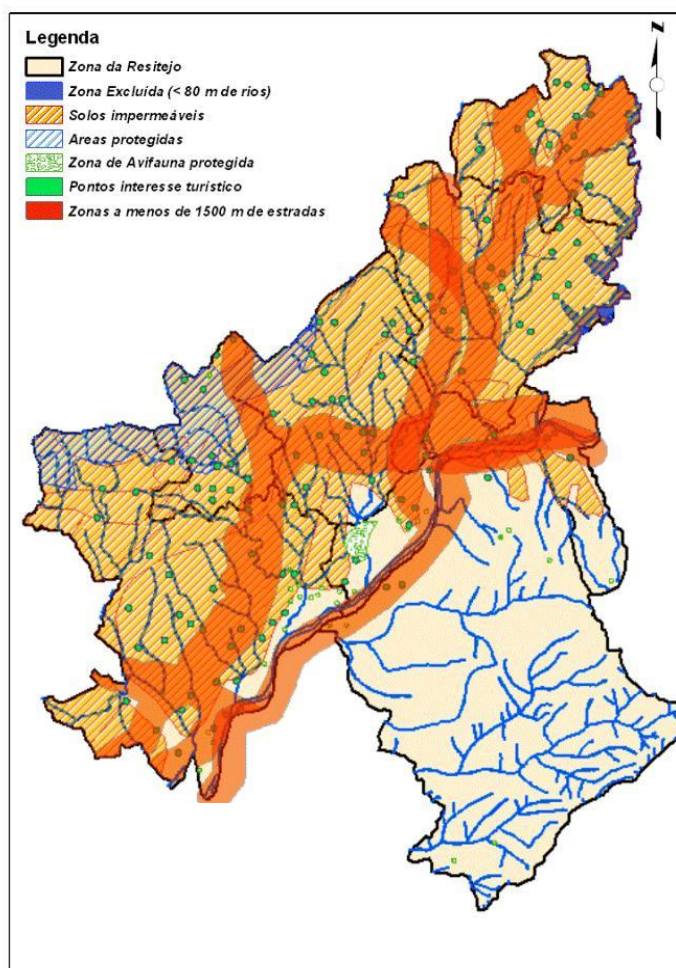


Figura V.3. Mapa que resume os condicionantes relativos à implantação do AS.

Relativamente aos solos, excluíram-se liminarmente (*query* utilizando SQL) os tipos de solo mais permeáveis, seleccionando apenas aqueles que, na região, são considerados aceitáveis do ponto de vista da permeabilidade (cambissolos, luvisolos e litossolos). Quem não conhecer o significado destes termos pode consultar rapidamente a base de

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

dados subjacente ao mapa e inspeccionar o grau de permeabilidade que lhe está associada. Pode inclusivamente introduzir variáveis explicativas na base de dados, fotos, desenhos, etc.

O Mapa da Figura V.3. resume os elementos que se entenderam relevantes para delimitar a zona a estudar com mais profundidade. É constituído por vários temas sobrepostos, sobre os quais se executou uma operação de intersecção, de modo a extrair apenas as zonas que cumprem cumulativamente todos os critérios definidos. Obtém-se assim o mapa da Figura V.4., no qual a zona a vermelho é aquela que responde a todos os requisitos previamente definidos. Como se disse, neste caso considerou-se que a sismicidade não era susceptível de excluir liminarmente qualquer área, mas entendeu-se representá-la graficamente no mapa final. O mesmo racional se poderia seguir relativamente a outros factores.

O processo prosseguiria agora convertendo para *raster* os temas relevantes (Zona propícia, sismicidade, área de *buffer* em torno das estradas, etc.) e obtendo outros, como Modelos Digitais de Elevação, por exemplo, os quais se podem depois reclassificar atribuindo ponderações do tipo explicitado na Tabela V.1., ou outras consideradas mais adequadas. É até possível elaborar superfícies de rejeição/aceitação sociológica, (Lober, 1995), ponderando a densidade populacional, a existência de associações reivindicativas, o nível

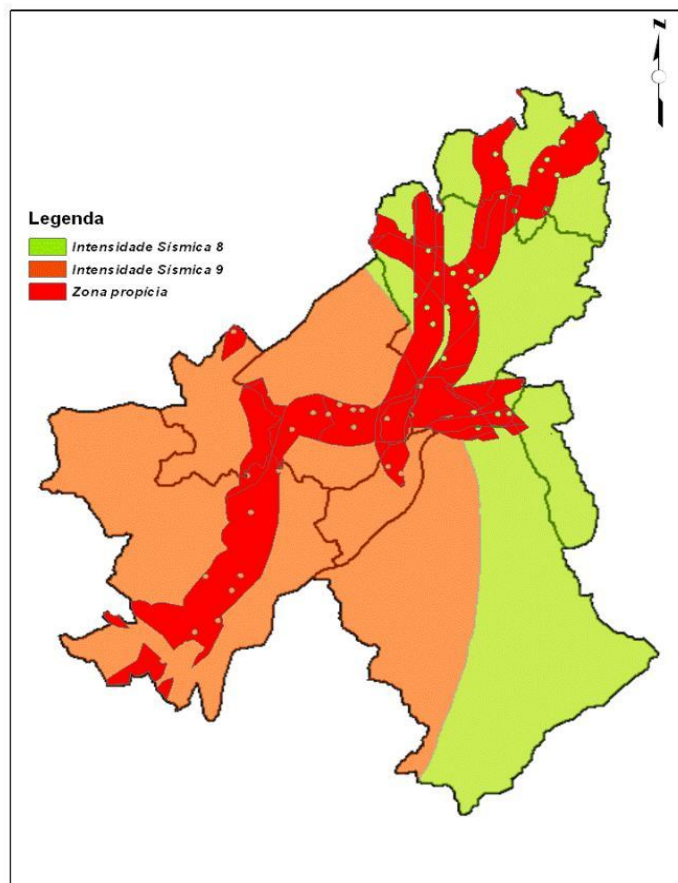


Figura V.4. Mapa final contendo, a vermelho, a zona que responde a todos os critérios.

educacional e de rendimentos, inquéritos, etc. Por exemplo, podemos atribuir o valor 3 a

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

todos os *pixels* que estejam a menos de 500 metros da estrada, o valor 2 a todos os que estejam a mais de 500 metros e o valor 1 aos restantes. Deste modo é possível reclassificar todos os temas relevantes, executando-se

depois uma operação simples de álgebra de mapas (ESRI, 2005), conceito esquematizado na Figura V.5., que pode consistir na mera soma dos valores dos *pixels* sobrepostos de cada tema (ou em sofisticadas operações ponderadas com ou sem normalização), resultando num tema final, uma superfície cujos *pixels* têm o valor da soma aritmética dos *pixels* que lhe deram origem. Chama-se a esse tema,

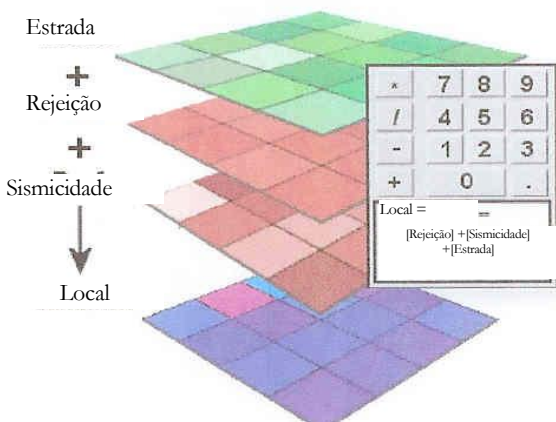


Figura V.5. O conceito de *Map Algebra* (ESRI, 2005).

superfície de custos, sendo que, neste caso, os *pixels* com maior valor são os que definem zonas mais adequadas à implantação do AS. A este nível, são possíveis operações mais sofisticadas, mas igualmente fáceis de executar como, por exemplo, determinação de superfície de custo ponderado e caminhos de menor custo, que vão permitir afinar a localização do Aterro, tendo em conta as características dos locais de produção de RU (sedes de concelho, por exemplo). Não se avança aqui por esse caminho porque não só não se dispõe de dados *raster* suficientes, nem o âmbito deste trabalho justifica tal nível de pormenorização. Na verdade o que interessa é dar uma ideia da flexibilidade e versatilidade dos SIG nesta área, sendo também oportuno relevar que os *outputs* de um SIG permitem imediatamente a elaboração de sugestivos mapas e gráficos, facilmente interpretáveis por aqueles que terão de decidir a localização da estrutura.

No caso da Resitejo, nas fases preliminares fez-se apenas um estudo geológico, não tendo sido apresentada aos decisores (autarcas) sequer uma análise custo-benefício, ou uma mera análise SWOT (*Strength-Weakness-Oportunities-Treaths*), pelo que o AS não foi implantado na zona mais adequada, uma vez que o factor determinante acabou por ser o síndrome NIMBY (*Not in my backyard*), as suas variantes populares NOPE (*Note on Planet Earth*) e BANANA (*Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anyone*) e a variante política NIMET (*Not In My Elected Term*) (Lober *et al.*, 1994), que foi empurrando a infra-estrutura, primeiramente para o Campo Militar de Santa Margarida, cujo Comandante tinha uma determinada e positiva visão do problema, e depois para a Chamusca, por veemente oposição

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

de novas chefias militares e de uma associação entretanto formada, e por aceitação de contrapartidas pelo autarca da Chamusca. Um mero estudo das acessibilidades e a projecção grosseira dos custos de operação, teria revelado de imediato que a zona escolhida para implantação é excêntrica relativamente à região servida, e fica a Sul do Rio Tejo, cuja travessia só é possível por duas pontes de tráfego limitado, sendo uma delas de via única. Em contrapartida, é uma zona de fraca densidade populacional num concelho rural, onde o activismo rejeccionista é quase inexistente.

V.2. Estações de Transferência de Resíduos e Centros de Transferência Municipal

As ETR são instalações onde os resíduos são descarregados com o objectivo de os preparar para serem transportados para o local de tratamento, valorização ou eliminação, (Martinho *et al.*, 1999). Trata-se de uma componente estratégica na gestão de um sistema integrado de RSU, em zonas dispersas com elevada produção de RSU e recolha de resíduos em zonas distantes da localização do destino final (INR, 2000). Ainda de acordo com Martinho *et al.*, (1999), as principais vantagens para a instalação de uma ETR são:

- Redução dos custos de transporte;
- Possibilidade de servir várias comunidades;
- Redução do volume dos resíduos;
- Possibilidade de localizar as infra-estruturas de valorização, tratamento e eliminação de RU a maiores distâncias dos centros urbanos;
- Possibilidade de um maior aproveitamento dos veículos de recolha, por diminuição das distâncias percorridas;
- Permitir a utilização de veículos mais pequenos em meios urbanos;
- Contribuir para a diminuição das deposições ilegais.

Martinho *et al.*, (1999) defendem métodos rigorosos para avaliar a distância a partir da qual deve ser encarada a construção de uma ETR, repousando na comparação entre os custos associados ao transporte directo efectuado pelos veículos de recolha e os custos inerentes à

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

implementação da ETR e ao transporte de resíduos. Fazendo esta análise de custo-benefício chega-se à conclusão que a partir de determinada distância, é economicamente vantajoso construir uma ETR. Não existindo dados específicos, sugerem-se ETR quando as distâncias, do centróide do circuito ao local de deposição, ultrapassam os 15 a 25 Km, embora se possa refinar estes dados considerando as acessibilidades e a existência de estrangulamentos de tráfico. Na precisa localização deste tipo de estruturas pode também hoje recorrer-se a métodos analíticos de busca e optimização (Bação, 2002) e SIG, cujos softwares possuem, como já se viu, funções de distância que permitem determinar os caminhos de menor custo ponderado entre várias origens e destinos (Cabral, 2003).

No sistema da Resitejo, a definição do número e da localização lata das ETR foi feita de forma algo empírica, tendo por base a identificação dos centros de produção de resíduos de maior dimensão para a zona abrangida e a prévia localização das lixeiras. Admitiu-se que estas infra-estruturas seriam adoptadas sempre que as distâncias de transporte ao AS excedessem os 30 Km. Todavia, a fim de minimizar os custos de transporte de RSU a cargo das autarquias, optou-se por construir também CTM, a partir dos quais, a empresa que opera o sistema de transportes transfere os resíduos em gestão flexível, umas vezes directamente para o AS, outras para as ETR mais próximas. A Tabela V.2. mostra os dados gerais sobre as ETR e CTM do sistema, bem como os valores médios recebidos por dia, em cada uma das estruturas em 2004.

Tabela V.2. Dados gerais sobre as ETR e CTM do sistema da Resitejo (Resitejo, 2005).

	Concelhos servidos	População servida	Capacidade (ton/dia)	Média 2004 (ton/dia)
Torres Novas (ETR)	Torres Novas	37 105	80	41
Tomar (ETR)	Tomar	43 054	50	46
Santarém (ETR)	Santarém	64 020	80	70
V. N. Barquinha (CTM)	V. N. Barquinha Entroncamento	27 369	20	30
F. Zêzere (CTM)	F. Zêzere	9 368	10	7
Golegã (CTM)	Golegã	5 660	6	10
Alcanena (CTM)	Alcanena	14 709	15	14

Em alguns casos, como a Golegã e V.N. da Barquinha, é notório o subdimensionamento das CTM que, na realidade, têm estado a operar com médias diárias muito superiores às capacidades instaladas, sobrecarregando e onerando o custo do sistema de transporte. Nos concelhos de Chamusca e Constância não houve necessidade de construir este tipo de estruturas, em função das reduzidas distâncias de transporte entre as respectivas localidades e

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

o AS. A localização exacta das ETR e CTM foi realizada em coordenação com os serviços responsáveis das autarquias, considerando os respectivos Planos Directores Municipais e teve em conta os seguintes critérios gerais:

- Proximidade de uma via que permitisse o fácil acesso entre estas unidades e os pontos de recolha;
- Previsão de percursos de acesso que evitassem a passagem de veículos de recolha pelos centros das povoações e outros locais sensíveis;
- O local de estacionamento das viaturas de recolha.



Figura V.6. Uma operação de descarga na ETR de Santarém. (Resitejo, 2005).

As ETR da Resitejo (Figuras V.6 e V.7) desenvolvem-se em dois planos desnivelados, ligados por um muro de contenção em betão armado, com 4 m de altura, criando assim, uma plataforma superior para descarga e uma plataforma inferior para recepção, compactação e armazenamento (para posterior transferência) dos RSU. Na plataforma superior encontra-se a abertura para descarga dos RSU, designada de tremonha de carga que, desenvolvendo-se ao longo dos quatro metros de desnível entre as duas plataformas, dispõe de um sistema de contraventos e cobertura superior (para garantir a retenção de poeiras e cheiros),



Figura V.7. Plano geral de uma das ETR do sistema, que partilha o espaço com um EC (Resitejo, 2002).

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

terminando dentro da designada câmara de compactação situada na plataforma inferior, garantindo uma compactação variável de 3 a 6 para 1. Na Figura V.8., pode ver-se uma viatura a abordar a ETR pela plataforma superior e a descarregar os RSU na tremonha de carga. Um túnel construído por baixo da zona de descarga da plataforma superior, permite transferir os RSU para um dos cinco contentores móveis de 30 m³ hermeticamente fechados, que deslizam sobre uma mesa de translação e são depois acoplados a um camião tractor que os reboca para o AS.

Os CTM são, no fundo, ETR simplificadas, nas quais os RSU são descarregados directamente em contentores abertos de 30 m³. Diferem das ETR, pelo facto de não possuírem tremonha de carga, não sendo pois possível efectuar compactação; os resíduos são posteriormente transportados para o AS ou para ETR, cobertos com uma lona.

V.3. Ecocentros

Como já se viu, num sistema integrado de gestão de RSU, a recolha selectiva apresenta claras vantagens, sendo o EC um dos seus componentes mais importantes. O EC é uma zona destinada à deposição voluntária de RSU recicláveis, como vidros, colchões, roupas, madeiras, electrodomésticos, etc., por parte da população que ali se dirige e que os pode colocar num dos contentores, existentes para o efeito (Martinho *et al.*, 1999). Como se pode ver na Figura V.8., os contentores estão colocados na plataforma inferior e recebem os RSU descarregados a partir da plataforma superior. Tal como no caso das ETR, também a localização dos EC se pode refinar recorrendo a algoritmos analíticos e SIG, ponderando as populações servidas, as distâncias e os tempos de percurso. No sistema da Resitejo não foram utilizados tais métodos, mas sim uma heurística simples, sem garantias de optimização, que teve em conta a proximidade de um centro urbano, a proximidade de uma estrada de



Figura V.8. EC de Ferreira do Zêzere (Resitejo, 2005).

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

grande circulação e um raio de acção/utilização de 10 Km. Ainda assim, os resultados não foram maus, se considerarmos que mais de 80 % dos utentes habitam a menos de 5 Km de um dos sete EC do sistema, não se alcançando números mais robustos, devido à muito desigual distribuição da população nos diferentes concelhos, particularmente nos menos densamente povoados, como a Chamusca. O sistema está dotado, como já foi referido, de 7 EC, nos concelhos de Tomar, Torres Novas, Ferreira do Zêzere, Alcanena, Chamusca, V. N. Barquinha (o qual serve também o Entroncamento e a Golegã) e Santarém. Os EC da Resitejo foram implantados em espaços vedados e vigiados e são constituídos por duas plataformas desniveladas, com contentores abertos de 30 m³ situados na plataforma inferior, aptos a receber os RSU que são descarregados por gravidade, a partir da plataforma superior. Os contentores são diferenciados e, tendo em vista a sua valorização, recolhem separadamente papel/cartão, vidro, embalagens, “monstros”, “entulhos” (e resíduos verdes, nos casos de Tomar e Torres Novas). O racional da separação dos “entulhos” é a sua posterior utilização na cobertura diária das camadas de resíduos do AS.

V.4. Ecopontos

Um EP é constituído por uma bateria de contentores preparados para receber um conjunto de materiais a reciclar. Trata-se de um espaço não vigiado, de livre acesso, ocupando uma pequena área (Levy *et al.*, 2002).

Os EP do sistema da Resitejo (na Figura V.9., vê-se um EP na zona urbana de V. N. Da Barquinha) são constituídos por conjuntos de três contentores de 1,5 m³ de capacidade, (vidrão, papelão e embalão), destinados à recolha de vidro, papel/cartão e embalagens de plástico e de metal. Acoplado ao embalão, existe o pilhão, um pequeno



Figura V.9. EP em V.N. da Barquinha.

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

recipiente, de 10 litros de capacidade (neste caso de cor vermelha), para a deposição de pilhas. Todos estes contentores são perfeitamente identificáveis através de cores diferentes e rotulagem própria, como se pode observar na Figura V.9. A localização precisa foi (e continua a ser, porque as autarquias solicitam frequentes adaptações) definida pelos municípios, sendo que na maior parte deles já existiam processos embrionários de recolha selectiva, nomeadamente de vidro e papel. Os processos de localização utilizados pelas autarquias são diversos, mas pesam basicamente os critérios de proximidade relativamente a escolas, parques, mercados, zonas comerciais, complexos desportivos, parques de automóveis, adros de igrejas, etc.

Na Tabela V.3. referem-se os EP instalados em cada um dos municípios e pode confirmar-se que todos eles apresentam rácios abaixo de 600 habitantes por cada contentor (independentemente do material a recolher).

Tabela V.3.Dados gerais sobre os EP do sistema da Resitejo (Resitejo, 2005).

Município	Nº de EP	Habitantes por EP
Alcanena	29	507
Chamusca	24	474
Constância	19	200
Entroncamento	43	455
Ferreira do Zêzere	27	347
Golegã	15	377
Santarém	124	516
Tomar	80	538
Torres Novas	71	523
V.N. Barquinha	15	599
Total	447	484

Como resulta da análise da Tabela, a distribuição média da região conforma-se com o rácio de 500 habitantes por EP, meta definida pela Comissão Europeia para 2005, havendo contudo que melhorar a oferta em alguns municípios, uma vez que se entende que o êxito da recolha selectiva neste sistema depende fortemente da maneira como o cidadão encara a relação com o EP (INR, 2002). Esta relação não depende apenas da distância, mas também da sua disponibilidade, isto é, da frequência com que é despejado. No caso do SGRR o esquema não está racionalizado, nem há qualquer estudo de optimização, havendo por um lado queixas de EP repletos e, por outro, reportes de passagens das viaturas por EP quase vazios, parecendo necessário avançar para tecnologias já disponíveis e que se baseiam

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

fundamentalmente na colocação de sensores de enchimento nos EP e envio do sinal para accionamento dos meios de recolha. Sistemas deste tipo, já em uso noutros locais do País, permitem, por um lado um uso mais parcimonioso dos meios humanos e das viaturas, com a consequente redução de custos, e por outro evitar que o cidadão se desloque em vão ao EP.

V.5. Estação de Triagem

Uma ET consiste numa instalação na qual os resíduos, misturados ou previamente separados na origem, são triados e processados mecânica ou manualmente, com o objectivo de recuperar diferentes fileiras para reciclagem e/ou determinados fluxos para subsequente processamento e valorização. Possibilita ainda uma redução da quantidade de RU a depositar em AS, favorece a qualidade dos materiais recuperados e permite simplificar as exigências de separação na origem, contribuindo deste modo para a redução dos custos de recolha (Martinho *et al.*, 1999). A capacidade de processamento das ET pode variar entre 25 000 e 200 000 ton/ano.

A ET da Resitejo (Figura V.10.) entrou apenas em funcionamento em Dezembro de 2004, foi projectada para promover os processos de valorização das parcelas de RSU depositadas voluntariamente no sistema de recolha selectiva (EC e EP), não estando pois adequada à triagem de inorgânicos a partir de RSU indiferenciados. Foi instalada no espaço físico adjacente ao AS, de forma a otimizar meios humanos e



Figura V.10. ET da Resitejo, que se encontra adjacente ao AS (Resitejo, 2005).

custos de investimento e manutenção. O modelo adoptado foi o de tri-fluxo, baseado em EP constituídos por três contentores. A sua capacidade é de 5 ton/h, sendo os resíduos separados nos seguintes materiais:

- Papel misto (jornais e revistas);

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

- Papel branco;
- Cartão e embalagens de bebidas Tetra Brik;
- Embalagens de politeraftalato de etileno (PET);
- Embalagens de policloreto de vinilo (PVC);
- Alumínio (latas de bebidas);
- Metais ferrosos (latas de conserva e bebidas);
- Poliestireno expandido (EPS), vulgo esferovite;
- Filme plástico (Polietileno de Alta Densidade (HDPE) e Polietileno de Baixa Densidade (LDPE)).

As viaturas da recolha selectiva descarregam, por basculamento, os resíduos transportados, nas areas de recepção das diferentes linhas de triagem, ou directamente na linha de compactação e enfardamento quando os materiais em causa o permitem. A cadeia de triagem manual (Figura V.12.) é alimentada por um empilhador com pá carregadora. Na Figura podem visualizar-se, dos lados das operadoras, as condutas, em número de seis, que conduzem os materiais triados para aberturas a partir das quais se depositam por gravidade em silos do piso inferior. O material que segue na mesa de triagem é depois sujeito a uma triagem electromagnética, para recolher metais, e o que resta é refugo posteriormente depositado no AS. Nos últimos dois meses deu-se início à reciclagem de madeira (Figura



Figura V.11. Um aspecto da operação do triturador de madeira (Resitejo, 2005).



Figura V.12. Triagem manual dos resíduos provenientes dos EC e EP (Resitejo, 2005).

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

V.11.) que é triturada e enfardada, sendo o produto resultante encaminhado para indústrias de aglomerados de madeira, como matéria-prima secundária.

V.6. Aterro Sanitário

O AS da Resitejo localiza-se no concelho da Chamusca, no lugar denominado Ferro de Engomar (Coordenadas Militares UTM, SND554624) a 5 Km E da Carregueira e 6 km SE do Arripiado, as povoações mais próximas. Trata-se de uma zona florestal, (Figura V.13.) na qual predomina o eucaliptal, não existindo qualquer edificação na área em referência nem nas suas cercanias, nalgumas centenas de metros em redor. A área de

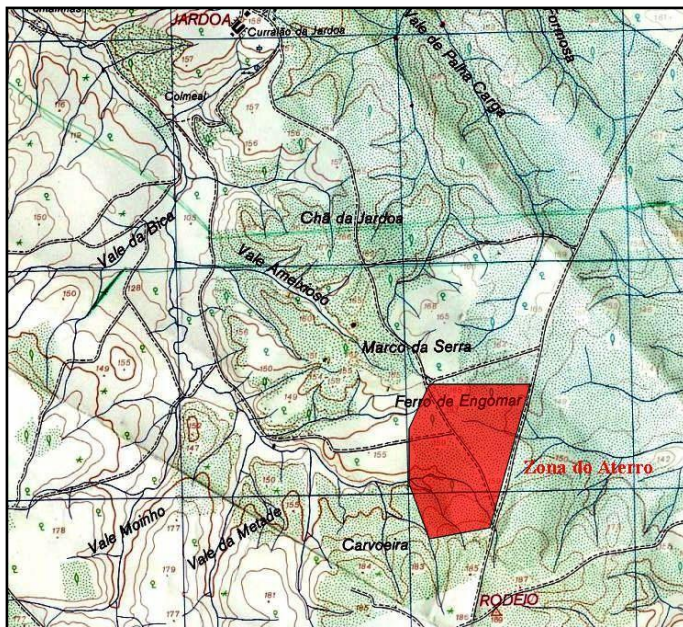


Figura V.13. Localização precisa do AS da Resitejo e da Estação de Triagem.

intervenção tem cerca de 30 ha, é acessível a partir da EN 118 por uma transversal de 6 km de extensão, construída propositadamente e corresponde, *grosso modo*, à linha de alturas que separa a Ribeira das Fontainhas, a Oeste, da Ribeira do Chícharo, a Este. A caracterização da paisagem envolvente apresenta três tipos de aproximações: à estrutura e organização da paisagem, ao seu resultado visual e à sua sensibilidade. O conhecimento da organização estrutural da paisagem é a chave para a compreensão da mesma, para o conhecimento dos potenciais impactes causados pelo futuro uso e para a integração e minimização do novo uso na paisagem. Por este motivo, procuram-se encontrar padrões organizacionais (unidades de paisagem), através da sua diferenciação visual, sabendo que a nossa percepção do conteúdo de uma imagem se baseia principalmente em objectos que apreendemos de forma holística (Caetano, 2003). Hoje em dia já existe *software*, oriundo do universo da Detecção Remota, capaz de emular o *rationale* da interpretação visual humana, a qual agrega automaticamente os *pixels* de uma imagem em objectos e super-objectos, cujos elementos partilham uma determinada característica e cuja heterogeneidade não ultrapassa um determinado valor. Na

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

zona envolvente ao AS podem identificar-se basicamente duas unidades homogêneas de paisagem, a unidade florestal e a unidade aberta. Trata-se pois de um local com baixa discriminação visual em virtude do monocromatismo e homogeneidade de forma. No que diz respeito à absorção visual, o local apresenta uma boa capacidade para integrar ou disfarçar visualmente as actividades características de um AS, dada a densa arborização e o facto de se situar numa zona elevada, relativamente aos terrenos adjacentes. Quanto à sensibilidade paisagística, pode considerar-se moderada ou até baixa, dada a facilidade de propagação do coberto vegetal e o seu reduzido valor ecológico.

O AS da Resitejo dispõe, para deposição de resíduos, de uma área aproximada de 8,3 ha, foi dimensionado para a produção anual de 76 322 ton de RSU, isto é, 763 220 ton ao fim de dez anos de exploração, considerando uma população total entre os 200 000 e os 220 000 habitantes, e o período previsto de dez anos de exploração, a partir de 1999. Como já se viu, no gráfico da Figura III.2., segundo dados do INE, em 2004 a população da zona era de 216 450 e uma estimação por regressão linear apontava para cerca de 218 000 em 2010, ou seja, valores dentro das estimativas usadas para planeamento. A Tabela V.4. mostra as quantidades, em toneladas, dos RSU depositados no AS anualmente, por cada município. São valores substancialmente mais elevados que os previstos, e as razões têm principalmente a ver com a tardia entrada em funcionamento da ET (Dezembro de 2004), que obrigou ao enterramento de muitos RSU recicláveis, o que conduziria inevitavelmente à diminuição do

Tabela V.4. RSU depositados no AS entre 2001 e 2004 (Resitejo, 2005).

Município	2001 ton	2002 ton	2003 ton	2004 ton
Alcanena	4 930	5 109	5 150	5 117
Chamusca	4 541	4 922	4 766	4 826
Constância	2 227	2 477	2 349	2 251
Entroncamento	7 368	7 485	7 736	7 629
Ferreira do Zêzere	2 221	2 375	2 436	2 629
Golegã	3 063	3 434	3 437	3 587
Santarém	24 483	25 808	26 425	25 812
Tomar	15 013	15 607	16 091	16 667
Torres Novas	13 529	14 528	14 497	14 887
V.N. Barquinha	3 373	3 420	3 484	3 367
Total Anual	80 748	85 165	86 371	86 772
ton/dia	221	233	237	238

tempo de vida útil do AS, por saturação. Na prática, vêm ao de cima algumas das idiosincrasias próprias do nosso país, tão bem descritas por Negreiros (1917), pelo que, para

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

obviar a tal desenvolvimento, se trabalha no limite da legalidade, minimizando as coberturas diárias dos resíduos depositados e forçando a compactação, a qual apresenta índices bastante elevados. Com efeito, o último levantamento topográfico, realizado em Agosto de 2004, apurou um volume total de 480 487 m³, para um montante de resíduos depositados de 489 868 ton e uma percentagem de 5% nas terras de cobertura, o que resulta num índice de compactação de 1,0 ton/m³, valor bastante elevado face ao de 0,8 ton/m³, considerado habitual na bibliografia da especialidade (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

V.6.1. Instalações complementares

O AS possui várias instalações complementares indispensáveis à prossecução de todas as suas funções, a saber:

- Edifício da portaria e escritório, unidade de pesagem automática com balança informatizada (Figura V.14.);
- Tanque lava rodas ;
- Instalação para estacionamento de máquinas incluindo zona oficial, armazém, zona de lavagens e zona de óleos;
- Alvéolos em betão armado para a deposição de recicláveis.
- Alvéolos para RSU. O AS dispõe de 3 alvéolos clássicos hidraulicamente estanques, com uma área total de 72 000 m².
- Plataforma para posto de combustível;
- Estação de Tratamento de Águas



Figura V.14. Edifício da portaria do AS, onde se situam os escritórios e funciona a pesagem automática (Resitejo, 2003).



Figura V.15. Estação de Tratamento de Águas Lixiviadas adjacente ao AS da Resitejo (Resitejo, 2005).

Lixiviadas (ETAL) (Figura V.15.);

Relativamente à ETAL, a sua necessidade surge da geração e acumulação de efluentes contaminados (lixiviados), que a lei (DL n.º 236/98 de 1 de Agosto) proíbe lançar sem tratamento no meio receptor. Devido às elevadas variabilidades dos componentes e concentrações de contaminantes dos lixiviados, uma ETAL deve incluir vários processos de depuração de modo a eliminar diferentes tipos de poluição. Assim sendo, a ETAL do AS da Resitejo compreende etapas de tratamento biológicas e físico-químicas e ocupa uma área de 13 500 m². Basicamente as águas lixiviantes do AS são drenadas por gravidade, recolhidas num poço de bombagem e daí bombadas para a bacia de lixiviados de 4 000 m³ da ETAL. O valor de produção de lixiviados varia com o estágio de exploração do alvéolo, a precipitação e a evapo-transpiração, pelo que a ETAL da Resitejo foi projectada para tratar um caudal máximo de 5 m³/h e um caudal médio diário de 100 m³/dia, considerando uma exploração em contínuo (excepto aos Domingos). Estes valores foram calculados equacionando também as águas residuais produzidas na zona de serviço do AS (trabalhadores e lavagens de viaturas). As lamas decantadas no processo de tratamento são desidratadas e lançadas no AS.

V.6.2. Definição da forma de exploração do AS

O AS foi concebido de forma a ser explorado metodicamente com compactação. A exploração está a ser efectuada pelo preenchimento metódico dos três alvéolos, hidraulicamente estanques, conforme mostra a Figura V.16., a qual apresenta uma perspectiva dos três alvéolos ainda vazios, sendo visível a camada de drenagem. O enchimento iniciou-se



Figura V.16. Vista do AS, ainda na fase de construção (Resitejo, 1999).



Figura V.17. Um aspecto do AS em plena exploração (Resitejo, 2004).

V. As infra-estruturas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos da Resitejo

à cota 147 e prosseguirá até se atingir a cota 184, da cobertura final. A figura V.17., obtida em 2004, mostra outro aspecto do AS, vendo-se em primeiro plano um alvéolo já com uma camada de cobertura e, em segundo plano, operações de descarga noutra alvéolo. Basicamente o AS está a ser explorado de Norte para Sul, de alvéolo para alvéolo, de acordo com um plano de enchimento sequencial, através da deposição dos resíduos em camadas de 20 cm, seguidas de compactação, com um compactador estático de 19,5 ton, e cobertura periódica intermédia com camadas terrosas de 15 cm, por cada 2 a 2,5 m de altura de RSU compactados, que corresponde a cerca de 7 % do volume total. A Figura V.18., um esquema simplificado da forma como são tratados os RSU assim que entram nas instalações do AS mostra os princípios gerais de exploração e dispensa explicações. A fim de diminuir a produção das já referidas águas lixiviantes e consequente sobredimensionamento da ETAL, existe um sistema duplo de drenagem que permite a cada um dos alvéolos hidraulicamente independentes e que ainda não esteja em exploração, conduzir directamente as águas pluviais para a respectiva rede, evitando-se assim o seu contacto com os resíduos, que as transformaria em águas lixiviantes.

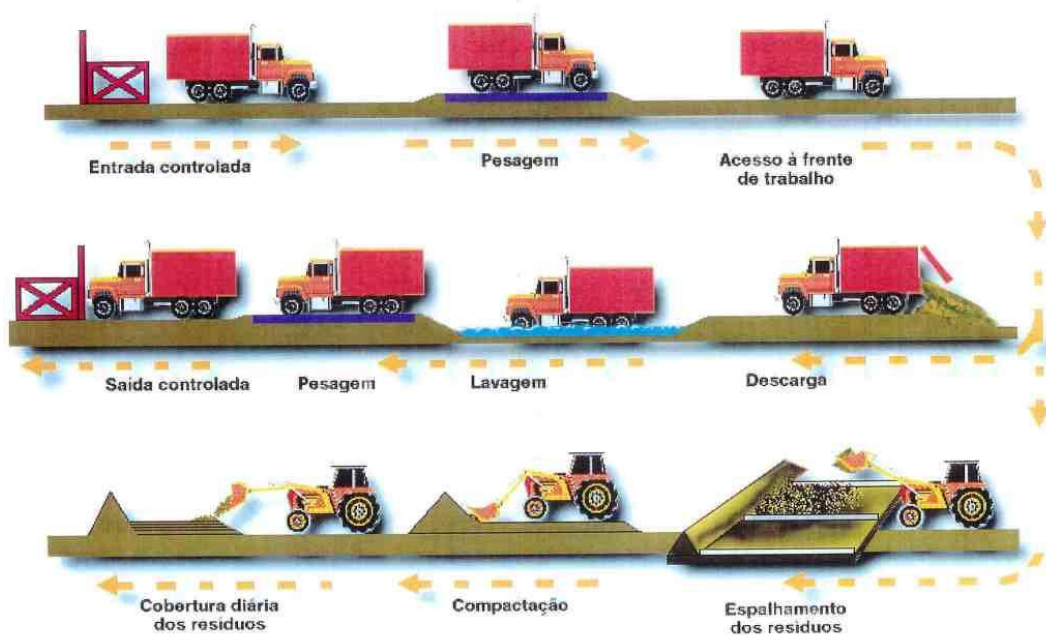


Figura V.18. Esquema simplificado do tratamento a que são submetidos os RSU no AS (Resitejo, 2005).

V.7. Aspectos administrativos do sistema

O AS funciona entre as 7:30 e a 01:00 h, de Segunda a Sábado e, em condições normais, este horário garante o funcionamento do AS, sem rotura de descarga. Os horários das diversas estruturas encontram-se descritas na Tabela V.5., tendo sido decantados empiricamente com base na experiência de funcionamento e nas necessidades práticas resultantes da gestão de meios materiais e de pessoal.

Tabela V.5. Horário de funcionamento do AS, ET, CTM e ECs (Resitejo, 2005).

Instalação		2ª/6ª Feira	Sábado	Dom	Feriados
Chamusca	AS	7:30.01:00	7:30.01:00		
Santarém	ET/EC	8:00.24:00	8:00.24:00		8:00.24:00
Torres Novas	ET/EC	8:00.24:00	8:00.24:00		
Tomar	ET	9:00.01:00	9:00.18:00	22:00.01:00	22:00.01:00
	EC	9:00.18:00	9:00.18:00		
Entroncamento V.N. Barquinha	CTM/EC	8:30.16:00	8:30.18:00		
Alcanena	CTM/EC	8:30.16:30	8:30.16:30		
F. Zêzere	CTM/EC	9:00.17:00	9:00.17:00		
Chamusca	EC	9:00.16:00	9:00.16:00		
Golegã	CTM/EC	sem horário			

Para além do pessoal administrativo, o sistema funciona com 43 trabalhadores na guarda e operação das infra-estruturas e dos meios móveis. Os meios móveis mais significativos são, no AS um compactador, pá carregadora com lagarta, pá carregadora com rodas e *dumper*, sete viaturas de transferência de resíduos e duas viaturas de recolha selectiva.

VI. Fluxos financeiros

Não interessando apresentar uma estrutura de custos com o grau de pormenor de um Relatório e Contas, importa contudo descrever em traços gerais, o modo como o sistema se financia e como faz face aos custos de exploração.

O projecto foi lançado com financiamento comunitário, que cobriu 85 % dos custos fixos de lançamento, sendo os restantes 15 % (1 500 000 €) suportados pelo consórcio investidor. Tendo em conta a produção estimada de RSU (cerca de 76 000 ton/ano), e os custos de operação (pessoal, logística, transportes, manutenção, etc.), foi apurado para 2000 um valor de 18,5 € por tonelada de RSU, actualizado anualmente segundo a fórmula:

$$C = 0,10 + 0,9 * IPC / IPC_0 \quad (\text{VI.1.})$$

em que:

- C -Coeficiente de Revisão
- IPC -Índice de preços no consumidor em Lisboa (excluída a habitação) à data da revisão
- IPC_0 -Índice de preços no consumidor em Lisboa (excluída a habitação) em Janeiro de 1996. Esta referência a 1996 justifica-se porque o preço de exploração se referia ao ano de 1996, altura em que foi feita a proposta do consórcio.

De acordo com esta fórmula, os valores do preço a pagar por tonelada de RSU foram sendo actualizados, atingindo 23,11 € em 2004 e 27,76 € em 2005, este último incremento para suportar os encargos emergentes da entrada em funcionamento da ET, cujo *breakeven* se prevê apenas para 2009.

Relativamente aos RSU, o fluxo financeiro funciona deste modo:

A empresa privada que explora o AS, controla, nos CTM/ETR e no AS, as toneladas dos RSU descarregadas por cada autarquia, ou pelas empresas privadas a quem estas concessionaram o serviço de recolha, e envia documento comprovativo à Resitejo. A Resitejo, efectua mensalmente os pagamentos relativos às toneladas de RSU e cobra a cada uma das autarquias a quantia respectiva.

Relativamente aos recicláveis, é a Resitejo que assume os custos e encaixa os lucros relativos às vendas. O refugo dos recicláveis é lançado no AS sem custos, mediante um protocolo entre a Resitejo e o consórcio privado. Como se nota, as autarquias não colhem lucros directos dos EP que se instalam no seu espaço territorial, mas têm algumas vantagens indirectas de ordem material, como a redução de produção de RSU e a consequente diminuição dos custos.

Não entra no âmbito deste trabalho, mas importa referir que em todas as autarquias da zona a Gestão de Resíduos é deficitária (INE, 2004) o que reflecte dificuldades na aplicação do princípio do poluidor-pagador, por razões de índole eleitoral, ou por deficientes sistemas de cálculo na imputação de custos aos produtores. Na verdade todas as autarquias indexam, por facilidade, a taxa de RSU ao consumo de água, sistema que se em zonas urbanas pode estar razoavelmente parametrizado, em regiões eminentemente rurais, nas quais a população se serve de furos e poços e usa a água para regas, introduz algumas distorções que necessitam de ser calibradas, uma vez que não há uma evidente correspondência entre a água consumida e as quantidades de RSU produzidas.

VII. Análise quantitativa

Neste capítulo sumarizam-se e analisam-se os principais indicadores relativos ao funcionamento do SGRR durante o ano de 2004, particularizando os indicadores relativos aos RSU indiferenciados e aos recicláveis.

VII.1. RSU indiferenciados

O SGRR, em linha com os sistemas do resto do país, tem registado um consistente aumento da produção de RSU indiferenciados, facto que pode estar relacionado com o desenvolvimento das cidades, a terciarização e o conseqüente aumento dos níveis de consumo de bens diversos (Barros *et al.*, 2000). Tal facto ficou bem patente logo na Tabela I.1. que, recorde-se, apresentava valores ancorados numa amostra populacional de mais de 3 biliões de pessoas. A produção de RSU é também afectada pela localização, a estação do ano, a frequência de recolha, o uso de trituradores caseiros, etc. (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

VII.1.1. Evolução anual da tonelage de RSU depositada em AS

O gráfico da Figura VII.1. revela uma constante evolução na tonelage dos RSU recebidos no AS, com um incremento total de 11,8 % entre 2000 e 2004. De 2003 para 2004 o aumento foi de apenas 0,5 %, facto que pode apontar para uma relativa estabilização, a confirmar em 2005, ou eventuais relações com a situação económica do país.

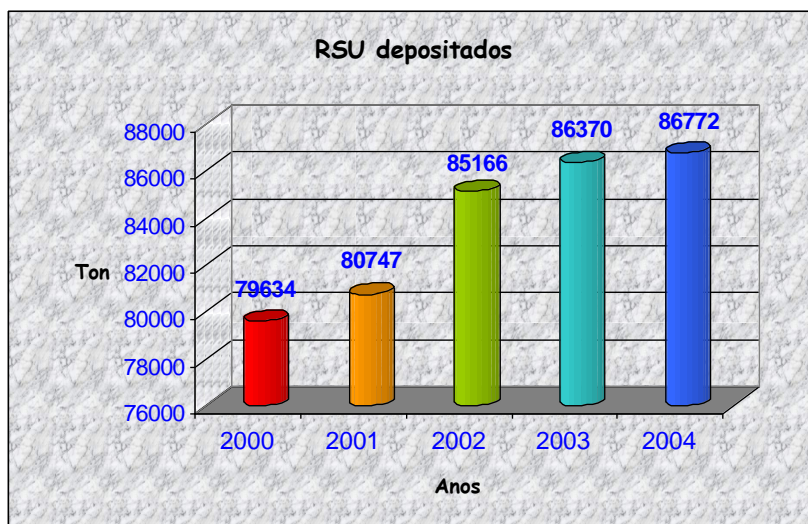


Figura VII.1. Evolução da tonelage de RSU anualmente depositada no AS (Resitejo, 2005).

VII.1.2. Distribuição mensal dos RSU depositados no AS entre 2000 e 2004

O gráfico da Figura VII.2. mostra a comparação entre a distribuição mensal das toneladas de RSU depositadas no AS entre 2000 e 2004. Genericamente pode concluir-se que é nos meses

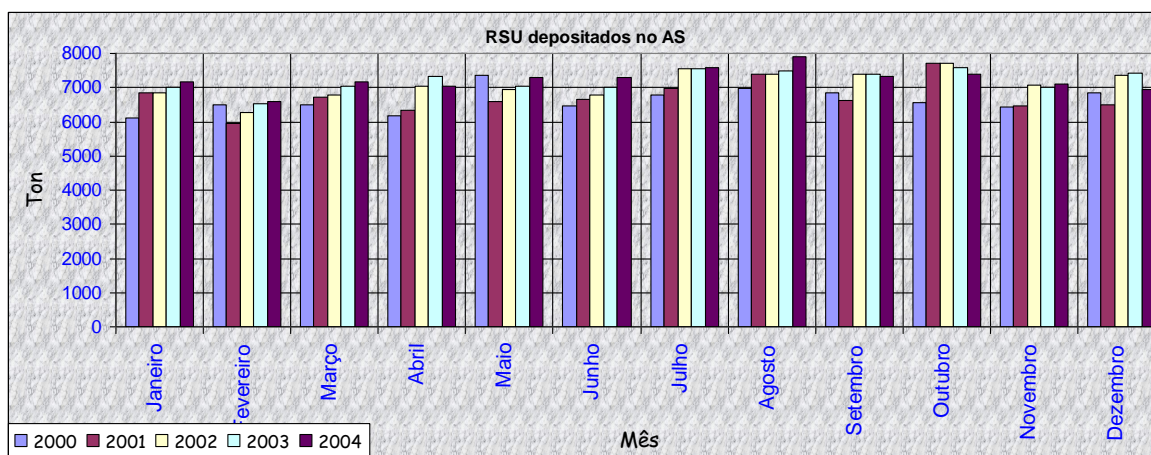


Figura VII.2. Distribuição mensal dos RSU depositados no AS (Resitejo, 2005).

“quentes” que mais RSU são recolhidos. Em 2004 a média mensal foi de 7 231 ton, sendo Agosto o que registou um valor mais alto (7 890 ton) e Fevereiro o valor mais baixo (6 579 ton). Embora a região não seja um grande destino turístico, faz parte dos roteiros de “escapadelas” dos habitantes da Grande Lisboa, pelo que uma explicação possível é o aumento sazonal de população, devido ao turismo (Martinho *et al.*, 1999)

VII.1.3. Evolução da produção de RSU por utilizador

Na Tabela VII.1. pode observar-se a produção comparada de RSU dos dez utilizadores do sistema, nos anos de 2000 a 2004, em percentagem do total produzido.

Tabela VII.1. Evolução anual da percentagem da quantidade de RSU produzida por cada município em relação ao total da região (Resitejo, 2005).

	2000	2001	2002	2003	2004
Alcanena	6,07	6,11	6,00	5,96	5,90
Chamusca	5,88	5,62	5,78	5,52	5,56
Constância	3,29	2,76	2,91	2,72	2,59
Entroncamento	9,53	9,12	8,79	8,96	8,79
Ferreira do Zêzere	2,64	2,75	2,79	2,82	3,03
Golegã	4,26	3,79	4,03	3,98	4,13
Santarém	29,69	30,32	30,30	30,59	29,75
Tomar	18,40	18,59	18,33	18,63	19,21
Torres Novas	16,66	16,75	17,06	16,78	17,16
Vila Nova da Barquinha	3,58	4,18	4,02	4,03	3,88
Região	100	100	100	100	100

Destaca-se o concelho de Santarém, com uma produção anual que constitui cerca de um terço do total, com pequenas variações de ano para ano, sem tendência definida. Aliás, Santarém, Tomar e Torres Novas, em conjunto asseguram quase dois terços da produção. O que se justifica pela dimensão das respectivas populações.

VII.1.4. Capitação da produção de RSU

A capitação de RSU no ano de 2004 foi de 1,098 Kg/hab/dia, considerando que a população se manteve constante relativamente aos dados do INE referentes a 2003 e a totalidade dos municípios do sistema.

O gráfico da Figura VII.3. ilustra a capitação total da região e as capitações parciais, bem como, para estabelecer comparações, a capitação média nacional referida a 2003 (IA, 2003)

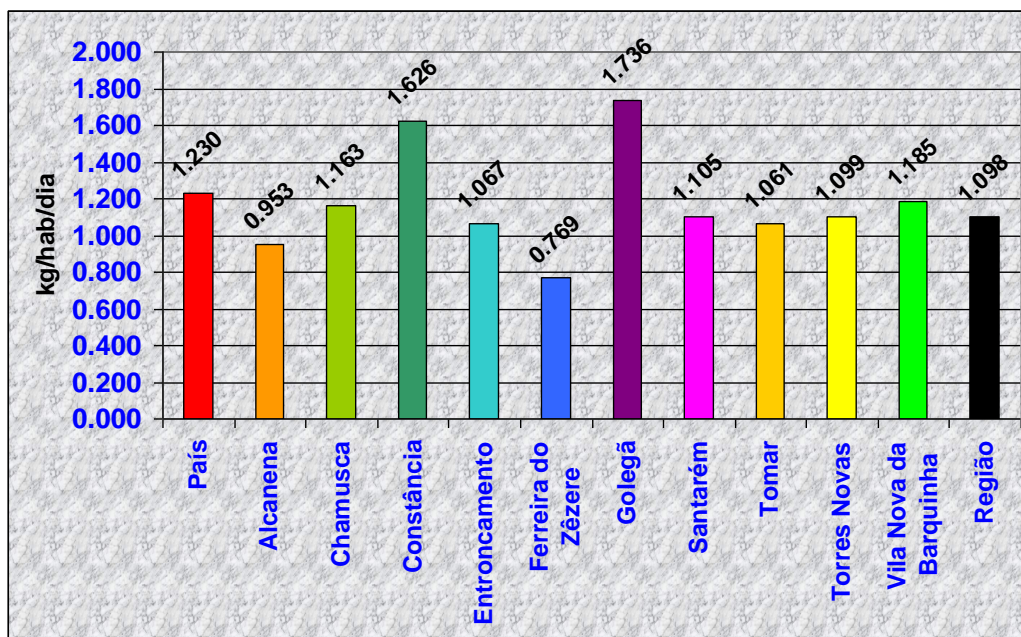


Figura VII.3. Capitação de RSU nos municípios pertencentes ao sistema em 2004 (IA, 2003 e Resitejo, 2005).

Verifica-se que a região como um todo se encontra abaixo da média nacional. No entanto, considerando os municípios de *per si*, Golegã e Constância ultrapassam-na francamente. Seria de esperar que os concelhos de características mais rurais apresentassem capitações mais baixas, mas tal expectativa não é linearmente confirmada pelos dados, nem se

conhecem explicações sólidas, para além de especulações sobre uma eventual maior eficácia de recolha.

VII.2. Resíduos Recicláveis

O gráfico da Figura VII.4. apresenta-nos os materiais enviados para reciclagem entre 2000 e 2004, inclusive. Em termos absolutos nota-se uma queda abrupta entre 2001 e 2002, e uma

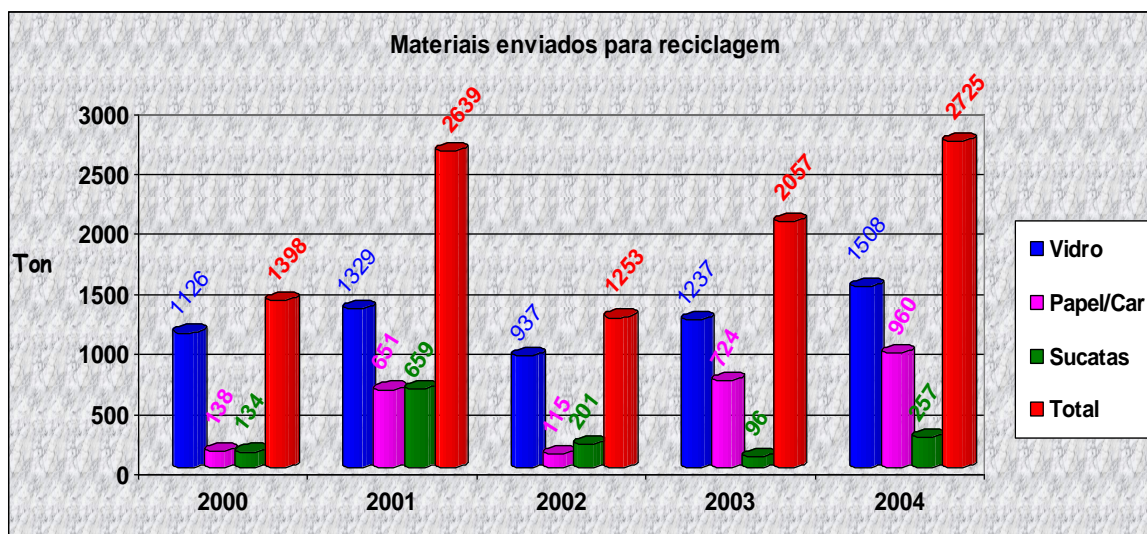


Figura VII.4. Evolução anual dos materiais enviados para reciclagem (Resitejo, 2005).

subida consistente a partir de 2002. O ano de 2004 foi mesmo o mais produtivo, facto ao qual não é alheia a entrada em funções da ET, em Dezembro. De facto os dados dos primeiros 11 meses de 2004 apresentam uma média total de 127 ton/mês, em linha com os anos anteriores, mas o mês de Dezembro teve uma recolha de 213 ton, quase o dobro. Os dados provisórios de 2005, apresentam valores semelhantes (212 ton em Janeiro, 201 ton em Fevereiro e 303 ton em Março).

Quanto à percentagem de recicláveis relativamente ao quantitativo total de RSU, o gráfico da Figura VII.5., mostra que o melhor ano foi o de 2001, com 3,2 %, o pior foi 2002, e que a partir daí tem havido um consistente aumento da taxa de reciclagem, com 2004 a atingir níveis semelhantes aos do *outlier* 2001. Em Portugal essa percentagem era em 2003 de 4 %, (INR/SGIR, 2004) e os baixos valores registados na Resitejo devem-se em parte à ausência da ET. Todavia os resultados conhecidos de 2005 apontam para valores de cerca de 3,5 %, o que ainda está bastante abaixo da média nacional. Uma vez que a baixa percentagem se verifica sobretudo no papel/cartão tudo leva a concluir pela necessidade de melhorar as

condições de acondicionamento e armazenamento, uma vez que se trata de materiais facilmente degradáveis em função de humidades excessivas e contaminações orgânicas. O baixo quantitativo de sucatas pode ser explicável pela existência na zona de uma fileira paralela dos sucateiros, pelo que a reciclagem efectiva pode ser bem superior aos valores

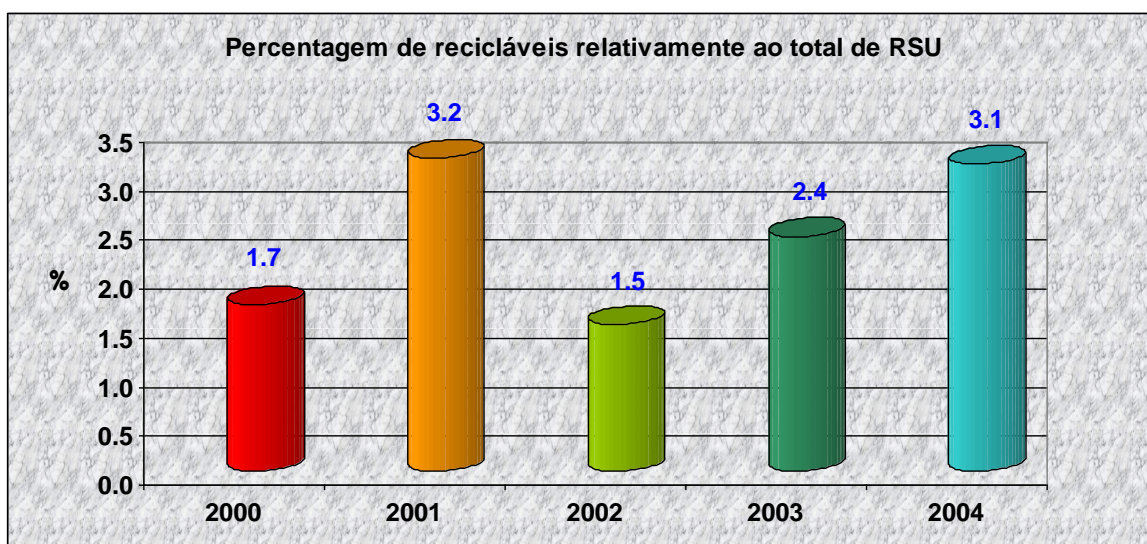


Figura VII.5. Percentagem de recicláveis, relativamente aos RSU recolhidos na região (Resitejo, 2005).

calculados no sistema da Resitejo.

Não é possível a comparação destas taxas com as metas de valorização e reciclagem de embalagens definidas em lei, porque se desconhecem os quantitativos de embalagens nos RSU da área geográfica abrangida pelo SGRR.

Outro indicador importante é a capitação de resíduos enviados para reciclagem por habitante (Tabela VII.2.). Esta taxa apresenta um valor significativo no caso do vidro, tal como esperado. No ano de 2004, cada habitante da área abrangida pelos Sistema de Gestão de RSU da Resitejo contribuiu, em média, com cerca de 12,6 Kg para o total de resíduos que tiveram a reciclagem como destino.

Tabela VII.2. Capitação de resíduos enviados para reciclagem (Resitejo, 2005).

Taxa de reciclagem (Kg/hab/ano)											
Vidro			Papel/Cartão			Sucata			Total		
2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
4,37	5,77	6,72	0,54	3,38	4,43	0,94	0,45	1,44	5,85	9,6	12,6

Dada a ausência de uma estação de compostagem ou valorização orgânica, os resíduos verdes têm sido depositados no AS.

VIII. Conclusões

Na última década as questões ligadas ao ambiente, ao desenvolvimento sustentável e ao tratamento adequado dos RSU transformaram-se numa autêntica vaga de fundo em todos os países desenvolvidos, traduzindo preocupações ligadas aos impactes que o desenvolvimento e o bem-estar da espécie humana tendem a provocar no ambiente. O tema não é novo, começou com as primeiras sociedades urbanas, mas a partir da revolução industrial, a chamada “civilização ocidental” entrou numa espiral de desenvolvimento que transformou profundamente as sociedades, arrastando consigo o mundo para uma nova era de grandes acelerações científicas e tecnológicas, possibilitando inéditos níveis de bem-estar. A explosiva necessidade de novos bens e serviços, principalmente nas bem sucedidas sociedades demo-liberais, conduz à produção de resíduos em escalas tais que interferem dramaticamente com os delicados equilíbrios ambientais e, *et por cause*, com o próprio bem-estar que se persegue. A evolução engendrou uma espécie capaz de alterar radicalmente os equilíbrios globais, mas, paradoxalmente, dotada de consciência disso mesmo e capaz de deliberadamente desenvolver políticas e instrumentos susceptíveis de minimizar os efeitos perversos do desenvolvimento, porque os mecanismos naturais de auto-regeneração funcionam em escalas temporais menos aceleradas. E porque a natureza nos foi “emprestada pelos nossos netos”, como se dizia numa tribo de índios americanos, as preocupações ambientais foram naturalmente equacionadas e desembocaram no estudo aturado dos fenómenos, no encontrar de soluções, no desenvolver de estratégias e na produção de legislação que vem tornando progressivamente obrigatória a sua prossecução pelos agentes envolvidos.

No nosso País foram, ao longo da última década, elaborados diversos diplomas legais que determinaram a execução do ambicioso PERSU, tendo em vista erradicar as centenas de lixeiras a céu aberto e adoptar medidas de gestão racionais, em conformidade com as também imperativas directivas comunitárias que, a um nível supranacional, definiam metas e impunham objectivos. Tratando-se de construir infra-estruturas caras e que apenas podiam ser racionalizadas em visões e usos de escala, as actividades de gestão dos RSU ligadas ao tratamento, valorização e, por vezes, recolha dos resíduos, foram-se estruturando em sistemas multimunicipais e intermunicipais, com a participação do sector privado, considerado um factor chave na melhoria da eficiência e eficácia dos sistemas de gestão,

dadas as exigências técnicas e tecnológicas que lhe estão inerentes, bem como a necessária racionalidade económica só possível numa lógica de mercado e condição *sinequanon* da sustentabilidade *à la longue* de qualquer sistema. E trata-se de um mercado considerável: Levy *et al.*, (2002) perspectivavam que o montante de negócio global em 2010, ao nível dos RSU, será de cerca de 531 milhões de euros, sem contar com os investimentos em infra-estruturas.

Esta monografia tratou de descrever um desses sistemas de gestão, o Sistema de Gestão de Resíduos da Resitejo, um sistema do tipo intermunicipal que se inscreve numa região de notável centralidade e é por isso percorrida e cruzada por importantes eixos viários e ferroviários longitudinais e transversais que, além de a colocarem nas rotas do desenvolvimento, contribuem também para a estruturar. Exemplo cabal é o Entroncamento, um dos mais pujantes concelhos da região, que nasceu e se baptizou em função dessa a dinâmica a qual, agora sob novas formas, continua a ditar o seu desenvolvimento.

Trata-se de uma região cuja população ronda os 215 000 habitantes, quantitativo que se deve manter estável no próximo lustro. Esta estabilidade *macro*, esconde dinâmicas internas peculiares, reflectidas em densidades populacionais extremas, que variam entre os 15 hab/Km² da Chamusca, e os 1 426 hab/Km² do Entroncamento, e que desenham uma tendência de crescimento dos pólos urbanos e desertificação das zonas rurais. A estrutura económica da região, com uma forte predominância do sector terciário, é disso um claro exemplo e o facto de o rendimento *per capita* ser, no Entroncamento, de 126 %, em contraste com os 53 % da Chamusca e de Ferreira do Zêzere, regiões mais periféricas e afastadas dos eixos estruturantes, atesta a solidez dos diagnósticos anteriores.

O SGRR escrutinado tecnicamente nesta monografia, está a funcionar desde Maio de 1999 e é constituído pelas infra-estruturas e componentes que foram referidas neste trabalho. Como ficou patente, o SGRR apenas se encarrega dos RSU e dos recicláveis a partir dos CTM/ETR e EP, respectivamente, mas os circuitos de recolha não estão otimizados, sendo geridos de forma empírica, com recurso a heurísticas simples, tratando-se naturalmente de um campo onde muito há ainda a fazer, dado o peso da recolha na estrutura de custos.

Quanto à localização das infra-estruturas, nomeadamente o AS, não se pode considerar que a zona escolhida seja a mais adequada, uma vez que não foram os quesitos técnicos a fundamentar as decisões, mas sim, e de forma decisiva, o síndrome NIMBY e a sua variante política NIMET. Todavia nesta monografia lançaram-se algumas pontes para aquilo que poderia ter sido feito e para aquilo que se deve fazer, à medida que se aproxima o fim do tempo de vida útil do AS, sugerindo o uso de ferramentas SIG. Ainda relativamente ao AS, verifica-se que está a acomodar uma tonelagem de RSU superior àquela para que tinha sido dimensionado (76 322 ton/ano), como consequência, principalmente da tardia entrada em funcionamento da ET, e de não haver ainda valorização orgânica ou compostagem. Tem-se obviado à prematura saturação do sistema forçando a compactação e reduzindo a frequência das coberturas.

Quanto aos EP, primeira linha de recolha selectiva no SGRR, o rácio de habitantes por EP é de 484, em conformidade com as metas definidas pela Comissão Europeia para 2005, havendo contudo que melhorar a oferta em alguns municípios que estão ligeiramente acima desse valor, particularmente V.N. da Barquinha, com 599 hab/EP.

A optimização da gestão das recolhas a partir dos EP e EC é um aspecto importante, tanto na racionalidade económica do sistema, como na melhoria da atitude do cidadão relativamente à deposição dos recicláveis que, neste sistema, é um aspecto de capital importância. No caso do SGRR o esquema não está racionalizado, nem há qualquer estudo de optimização, sendo um campo no qual é muito conveniente introduzir mudanças.

No capítulo da análise quantitativa verificou-se que a produção de RSU tem aumentado todos os anos na região servida pelo SGRR, mas de 2003 para 2004 o aumento foi de apenas 0,5 %, o que pode traduzir uma relativa estabilização da tendência, ou o resultado da conjuntura económica, hipóteses a escrutinar com os dados de 2005, os quais, como é evidente, ainda não estão disponíveis à data de elaboração desta monografia.

Em termos de capitação de produção de RSU, concluiu-se que a região se encontra bastante abaixo da média nacional, mas há municípios, como a Golegã e Constância, que ultrapassam francamente essa média, facto que não é facilmente explicável, por inadequação a modelos

de ruralidade geralmente aceites, pelo que eventuais explicações terão de ser prosseguidas com um estudo pormenorizado dos casos.

Quanto à recolha selectiva, a região apresentava em 2004 uma relação de 3,1 %, no bolo total dos RSU, valor bastante abaixo da média nacional, sendo que cada habitante contribuiu, em média, com cerca de 12,6 Kg para o total de resíduos que tiveram a reciclagem como destino, valor também inferior à média nacional. Os valores são especialmente baixos no papel/cartão e nas sucatas, e se este último item pode ser explicável pela existência na zona de uma fileira paralela de sucateiros, um mercado que já existia antes, no caso do papel/cartão os dados parecem apontar para a deficiência das condições de acondicionamento e armazenamento, sendo recomendável proceder a algumas melhorias no sistema que evitem a degradação destes materiais em função da exposição a humidades excessivas e contaminações orgânicas, tais como a impermeabilização de contentores de recolha, cobertura de zonas, aumento da frequência dos circuitos de recolha, etc.

Em relação aos fermentáveis, o carácter predominantemente rural de alguns concelhos tende a robustecer a percentagem de produção de resíduos orgânicos que, no caso da região, era em 2002 de 31,35 %, valor bem acima da média nacional, pelo que o facto de o SGRR não possuir unidade de valorização que possibilite o aproveitamento deste tipo de resíduos é uma falha grave, não só por desperdiçar uma boa oportunidade de negócio, mas também porque é uma grande quantidade de resíduos que acabam por ser depositados no AS, contribuindo para assentamentos, diminuição do seu tempo de vida útil e propiciando uma maior lixiviação, com elevada carga orgânica e libertação de biogás para a atmosfera, com os inerentes efeitos na produção de odores, reforço do efeito de estufa e, inclusivamente, riscos acrescidos de explosão (Waite, 1995).

Enfim, um estudo deste tipo, se bem que limitado no alcance e na própria dimensão, permite sistematizar dados dispersos, estabelecer comparações, encontrar padrões, detectar algumas das fraquezas do sistema, perspectivar oportunidades de melhoria e sugerir soluções. Permite descobrir coisas e, se se reparar bem na palavra, todo o descobrimento não é mais que um “des-cobrimto”, um trazer à superfície o que estava no fundo. É conhecimento e, como dizia Ortega y Gasset, (1930) o conhecimento é essa montanha de pretérito acumulado do cimo da qual aqueles que conhecem miram mais longe.

Bibliografia

Baço, F. L.(2002). *Data Mining Geo-Espacial*. Lisboa, UNL.

Barros, H., Cavalheiro, J., Formosinho, S. e Pio, C. (2000). *Parecer relativo ao Tratamento de Resíduos Industriais Perigosos*. Cascais. Principia, Publicações Universitárias e Científicas.

Brisson, I. (1996). *Externalities in Solid Waste Management: Values, Instruments and Control*. PhD Thesis. University College London Department of Economics.

Cabral, P. (2003). *Aplicações de SIG II*. Lisboa, UNL.

Caetano, M. (2003). *Detecção Remota*. Lisboa, UNL

Carmo, J. (2005). *Os aerossóis e o Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)*, Trabalho de Mestrado em CSIG. Lisboa, UNL/ISEGI.

CCE (2003). *Para uma estratégia temática de prevenção e reciclagem de resíduos. Comunicado da Comissão*. Bruxelas.

CCRLVT (1999). *Plano Estratégico da Região de Lisboa e Vale do Tejo, 2000-2010, O Horizonte de Excelência*.

CIA (2005). *The World Factbook*. [Em linha]. Disponível em <<http://reliquary.datashrine.com/factbook/index.html>>. [Consultada em 26/05/2005].

Directiva 2004/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro de 2004, *Estabelece Metas de valorização e reciclagem da UE*. Bruxelas

DL n° 152/2002, de 23 de Maio. *Transpõe a Directiva 1999/31/CE do Conselho, de 26 de Abril.Regula a instalação, exploração, encerramento e a manutenção pós-encerramento de aterros destinados a resíduos*.

DL n° 236/98 de 1 de Agosto. *Estabelece as normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas, em função dos seus principais usos.*

DL n° 239/97, de 9 de Setembro. *Lei-quadro dos Resíduos. Estabelece as regras a que fica sujeita a gestão dos resíduos.*

Dorfmann, R. (1985). *Les Résidus Urbains. Collect des Resíduos Urbains, Nettoyement des Voies Publiques*. Volume 1. Paris.

DRAOTLVLV (2002). *1º Relatório de caracterização física dos Resíduos Sólidos Urbanos dos municípios pertencentes ao sistema Resitejo.*

EP (2005). *Rede Rodoviária Nacional*. [Em linha]. Disponível em <<http://www2.iestradas.pt/areas/?action=mapas>>. [Consultada em 27/05/2005].

ESRI (2005). *Manual do ArcGis™ Desktop*.

Faria, L., Chinita, A., Ferreira, F., Presumido, M., Inácio, M. e Gama, P. (1999). *Plano Estratégico Sectorial de Gestão dos RSU*. Lisboa, INR.

Gama, P.P. (1996). *Recolha selectiva e reciclagem de RSU*. Lisboa, LNEC/APESB.

Gasset, J. O. (1930). *A rebelião das massas*. LIA, 1971, Rio de Janeiro.

Hickman, H. (1999). *Principles of Integrated Solid Waste Management*. American Academy of Environmental Engineers. USA.

Hoornweg, D., Thomas, L., e Varma, K. (1999). *Solid Waste Management in Asia*. The International Bank for Reconstruction and Development, 1818 H Street, N.W. Washington, D.C. 20433, U.S.A.

Hugget R. (1980). *System analysis in Geography*. Clarendon Press, Oxford.

IA (2003). *Relatório do Estado do Ambiente 2003*. Lisboa

- IA (2005). *Atlas do Ambiente*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp>>. [Consultado em 24/05/2005].
- INE (2004). *O País em números*. Lisboa.
- INR (2000). *Plano de Acção para os RSU 2000-2006*. Lisboa.
- INR (2002). *RSU. Concepção, Construção e Exploração de Tecnosistemas*.
- INR (2005). *Sistemas de Gestão de RSU*.
- INR/SGIR (2005). *Síntese de Dados sobre Gestão de Resíduos*. [Em linha]. Disponível em <http://www.inresiduos.pt/portal/page?_pageid=53,31723&_dad=portal&_schema=PORTAL&id_doc=120&id_menu=114>. [Consultado em 22/05/2005]
- Kikuchi, R. (2004). *Os Resíduos em Portugal e no Mundo*. Jornadas da Associação Internacional de Estudantes de Agricultura, Coimbra, 2004
- Levy, J. Pinela, A. e Teles, M. (2002). *Mercado dos resíduos em Portugal*. Lisboa. Associação das Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente.
- Lober, D.J. (1995). Resolving the siting impasse: Modeling social and environmental location criteria with a Geographic Information System. *Journal of the American Planning Association, Autumn*
- Lober, D.J., Green, D. (1994). NIMBY or NIABY: A logic Model of Public Opposition. *Journal of Environmental Management, 40, 30.50*
- Lund, H., (1992). *The McGraw-Hill Recycling Handbook*. McGraw.Hill, Inc.
- MacFarlane R. (1998). Implementing Agri environment Policy: A Landscape Ecology Perspective. *Journal of Environmental Planning and Management, 41(5): 575.596*.
- Martinho, M. e Gonçalves, M. (1999). *Gestão de Resíduos*. Lisboa. Universidade Aberta.

Maystre, L., Duflon, V. (1994). *Dechets Urbains – Nature et caracterisation*. Collection Gérer L'Environnement.

McMillen, A., (1993). *Separation and collection systems performance monitoring*.

Negreiros, A. (1917). *Ultimatum Futurista*. Lisboa.

Neves, N. (2001). *Aquisição, Fonte e Qualidade de Dados*. Lisboa, UNL.

Página da Comissão das Comunidades Europeias. [Em linha]. Disponível em <http://europa.eu.int/eur.lex/pt/com/cnc/2003/com2003_0301pt01.pdf>. [Consultada em 28/052005].

Página da ESRI. [Em linha]. Disponível em <http://www.esri.com>. [Consultada em 27/05/2005].

Página da Estradas de Portugal. [Em linha]. Disponível em <http://www2.iestradas.pt/>. [Consultada em 27/05/2005]

Página do Instituto de Resíduos. [Em linha]. Disponível em <www.inresiduos.pt/portal/page?_pageid=53,1&_dad=portal&_schema=PORTAL>. [Consultada em 22/052005].

Página do Instituto do Ambiente. [Em linha]. Disponível em <www.iambiente.pt>. [Consultada em 24/052005].

Painho, M. (2002). *Ciência e Sistemas de Informação Geográfica*. Lisboa, UNL.

Portaria nº 209/2004, de 03 de Março. *Transpõe para a legislação nacional a Lista Europeia de Resíduos*.

Portaria nº 768/88, de 30 de Novembro. *Estabelece regras a que fica sujeita a gestão de resíduos*.

Queirós, M. (1992). *Contributos para o Planeamento do destino final dos RSU*.

Regulamento (CE) n.º 2150/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Novembro de 2002. *Regula a criação de um quadro para a apresentação de estatísticas comunitárias sobre produção, valorização e eliminação de resíduos.*

Reporte A5.0176/2004, de 18 de Março, do Comissão do Ambiente, Saúde Pública e Política do Consumidor do PE sobre uma moção de resolução do PE. *Insta a Comissão Europeia a adoptar medidas estratégicas de prevenção e reciclagem de resíduos.*

Russo, M. A. T. (2003). *Tratamento de Resíduos Sólidos*. Coimbra, UC/FCT.

Seixas, J. (2000). *Modelação e Operações*. Lisboa, UNL.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill International Editions.

Toffler, A. (1984). *A Terceira Vaga*. Edição Livros do Brasil

Vowles, G. (2005). Network-Based Spatial Analysis. *GeoInformatics, Magazine for Surveying, Mapping & GIS Professionals, Vol 8, Jun 2005*.

Waite, R. (1995). *Household Waste Recycling*. Earthscan Publications Ltd, London

White, P., Franke, M., Hindle, P. (1995). *Integrated Solid Waste Management: a Lifecycle Inventory*. Blackie Academy & Professional