

**TRATAMENTO  
MECÂNICO E BIOLÓGICO  
DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS:  
AVALIAÇÃO DO SEU POTENCIAL  
PARA A RECUPERAÇÃO  
DE MATERIAIS RECICLÁVEIS**

**João Pedro Fidalgo da Costa**

---

**Relatório de Estágio  
de Mestrado em Ecologia Humana  
e Problemas Sociais Contemporâneos**

**SETEMBRO, 2010**



Relatório de Estágio apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ecologia Humana e Problemas Sociais Contemporâneos realizado sob a orientação científica da Professora Iva Miranda Pires e do Engenheiro Rui Berkemeier

# ÍNDICE

LISTA DE ACRÓNIMOS ABREVIATURAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo I: <b>ENQUADRAMENTO TEÓRICO: <i>Da Ecologia Humana ao TMB</i></b> .....	3
I. 1. Ecologia Humana .....	7
I. 2. Ecologia Urbana.....	11
I. 3. Metabolismo Urbano.....	16
Capítulo II: <b>O ESTÁGIO: PARTE PRÁTICA</b> .....	20
II. 1. Caracterização da Instituição onde se Realizou o Estágio.....	23
II. 1.1. Princípios e Objectivos .....	23
II. 1.2. Forma de Actuação.....	23
II. 1.3. Centro de Informação de Resíduos.....	24
II. 1.3.1. Resíduos Sólidos Urbanos.....	25
II. 1.3.2. Tratamento Mecânico e Biológico.....	27
II. 1.3.2.1. Tratamento Mecânico.....	28
II. 1.3.2.2. Tratamento Biológico.....	29
Capítulo III: <b>ESTUDO: RECICLAGEM NO TMB DE RESÍDUOS URBANOS</b> .....	31
III. 1. Introdução.....	31
III. 2. Objectivos.....	32
III. 3. Metodologia e Recolha de Informação.....	33
III. 3.1. Unidades de TMB Internacionais.....	34
III. 3.2. Unidades de TMB em Portugal.....	35
III. 4. Principais Resultados .....	37

III. 4.1. Taxa de Produção de Composto.....	37
III. 4.2. Taxas de Reciclagem no Tratamento Mecânico.....	38
III. 4.3. Taxas de Reciclagem Global.....	39
III. 5. Condicionantes para a Obtenção de Materiais Recicláveis.....	40
III. 6. Considerações e Recomendações Resultantes do Estudo.....	41
III. 6.1. Situação Internacional.....	41
III. 6.2. Situação em Portugal.....	43
III. 7. Considerações Finais do Estudo.....	44
Bibliografia.....	46
Anexos.....	51
Anexo I.....	51
Anexo II.....	62
Anexo III.....	64
Anexo IV.....	67
Anexo V.....	78
Anexo VI.....	81

## **LISTA DE ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

ANCN – Associação Nacional de Conservação da Natureza (Quercus)

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CDR – Combustível Derivado de Resíduos

CIR – Centro de Informação de Resíduos

GEE – Gases com Efeito de Estufa

IPCC – Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

FCSH – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas

ONG – Organização Não-Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

PERSU – Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos II

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RU – Resíduos Urbanos

RUB – Resíduos Urbanos Biodegradáveis

SPN – Sociedade Ponto Verde

TB – Tratamento Biológico

TM – Tratamento Mecânico

TMB – Tratamento Mecânico e Biológico

UNL – Universidade Nova de Lisboa

UTMB – Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico

VIC – Valor de Informação e Motivação

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Diagrama Simplificado do Sistema de Energia da Terra

Figura 2 - Forma Linear de Metabolismo Urbano

Figura 3 - Forma Circular de Metabolismo Urbano

Figura 4 - Diagrama de Enquadramento

Figura 5 - Situação de Estágio

Figura 6 - Configuração de um processo TMB típico

Figura 7 - UTMB

Figura 8 - Tratamento Biológico por Compostagem

## **RELATÓRIO DE ESTÁGIO / TRATAMENTO MECÂNICO E BIOLÓGICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: AVALIAÇÃO DO SEU POTENCIAL PARA A RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS**

### **RESUMO**

Dos muitos impactes ambientais provocados pela acção humana, o problema dos Resíduos Urbanos põe-se como um dos mais preocupantes com que o planeta se depara. É um problema ambiental e social que pode ser abordado pela Ecologia Humana. Assim, a área dos Resíduos Sólidos Urbanos foi a escolhida para a realização do estágio de Mestrado em Ecologia Humana e Problemas Sociais Contemporâneos. O estágio teve lugar na associação ambiental Quercus - ANCN no projecto Centro de Informação de Resíduos.

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é de extrema importância e faz-se de forma integrada entre vários sectores da sociedade (recolha, transporte, valorização e tratamento). Utiliza várias metodologias (métodos educativos e métodos tecnológicos) onde a reciclagem tem um importante papel, na reintrodução dos RSU no ciclo de produção, diminuindo o recurso a matérias-primas.

Por princípio a reciclagem está associada à recolha selectiva de diversos materiais como plásticos, vidros, metais ou papel e cartão. No entanto, embora a recolha selectiva deva ser mantida como a principal forma de obtenção destes materiais, pela qualidade que permite, existem outras possibilidades de chegar a estes, nomeadamente àqueles que as pessoas acabam por não separar nas suas casas.

Uma dessas possibilidades, o Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) de Resíduos Sólidos Urbanos, é um processo em grande desenvolvimento em Portugal que tem como objectivo principal permitir a redução do envio deste tipo de resíduos para aterro e incineração, permitindo simultaneamente a obtenção de quantidades significativas de materiais para reciclagem.

O processo consiste numa separação mecânica e manual dos materiais recicláveis (plástico, metal, vidro e cartão) a partir dos resíduos sólidos urbanos indiferenciados. Essa fracção passa por diversas operações de separação até se obterem materiais que estão em condições para serem enviados para reciclar. No processo de separação inicial obtém-se igualmente uma fracção de resíduos orgânicos que é encaminhada para o tratamento biológico e transformada em composto utilizado como correctivo orgânico nos solos ou Biogás (energia renovável).

Do processo resultam também materiais rejeitados que normalmente são encaminhados para aterro ou para produção de energia. Quando colocados em aterro os rejeitados, por não terem matéria orgânica, não dão origem a maus cheiros nem a águas residuais contaminadas

Neste relatório começa-se por fazer o enquadramento relacional entre a Ecologia Humana e o TMB de RSU, para depois apresentar a parte prática desenvolvida. O âmbito de trabalho do estágio centrou-se no TMB de RSU e na avaliação deste processo para a recuperação de materiais recicláveis. Tendo-se concluindo que este processo permite reciclar mais de 50% dos RSU. No final elaborou-se um estudo para a Agência Portuguesa do Ambiente intitulado *Reciclagem no Tratamento Mecânico e Biológico de Resíduos Urbanos*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento Mecânico e Biológico, Ecologia Humana, Resíduos Sólidos Urbanos, Metabolismo Urbano, Reciclagem



# INTERNSHIP REPORT / MECHANICAL AND BIOLOGICAL TREATMENT OF MUNICIPAL SOLID WASTE: EVALUATION OF ITS POTENCIAL TO THE RECOVERY OF RECYCLABLE MATERIALS

## ABSTRACT

Urban Waste is one of the most disturbing problems amid the endless environmental impacts created by humans in the planet. It's an environmental and social issue that can be approached by Human Ecology. As such, the issue of Municipal Solid Waste was chosen for the completion of the internship for the Masters Degree in Human Ecology and Contemporary Social Problems. The internship took place at the environmental association Quercus – ANCN in the project of the Waste Information Centre.

The management of municipal solid waste is of extreme importance and done in a combined way between the several sectors of society (collection, treatment and recycling). It uses diverse methods (both educational methods and technological methods) where recycling has an important role at the re-introduction of MSW in the production cycle, diminishing the need for raw material resources.

Recycling is firstly associated to selective collection of materials like plastic, glass, metal, paper and cardboard. However, although the selection should be taken as a golden rule to obtain this material, by the quality of separation it allows, there are other ways to get to the separated materials, particularly in those situations where people don't separate at home.

One of those effective ways, the Mechanical and Biological Treatment (MBT) of Municipal Solid Waste, is a process in development in Portugal. Its main goal is to reduce the dispatch of this kind of waste to landfills and incineration, allowing to obtain simultaneously significant amounts of different materials for recycling.

The process consists of a mechanical and manual separation of the recyclable materials (plastic, metal, glass, and cardboard) through the undifferentiated urban solid wastes. This fraction goes through several separation processes until it gathers materials that fulfil all conditions needed to be delivered for recycling. On the initial process of separation a fraction of waste is also gathered to biological treatment and transformed into compost used like organic fertilizer on soils or biogas (renewable energy).

From the process also result rejected materials that are usually sent to landfill or to energy production. When put in landfills the rejected, because they do not have organic substance, don't originate bad scents neither contaminated residual waters.

This report first establishes a relational framing between Human Ecology and the MBT of MSW, and then presents the development of the practical component. The internship was focused on the MBT of MSW and the subsequent evaluation of the process of gathering recyclable materials. As a conclusion, a study for the Portuguese Environment Agency entitled Recycling in the Mechanical and Biological Treatment, was developed.

**KEYWORDS:** Mechanical and Biological Treatment, Human Ecology, Municipal Solid Waste, Urban Metabolism, Recycling

Declaro que este Relatório é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

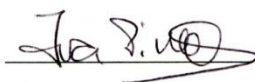
O candidato,



Lisboa, 30 de setembro de 2010

Declaro que esta Relatório se encontra em condições de ser apresentada a provas públicas.

O(A) orientador(a),



Lisboa, 30 de setembro de 2010

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer aos meus dois orientadores, a Professora Iva Miranda Pires que me orientou durante este estágio, e que me direccionou a ele, tendo ela um papel importantíssimo no meu trajecto. A outra pessoa a lembrar, é o Engenheiro Rui Berkemeier, meu orientador de estágio na Quercus, a eles um muito obrigado por toda a atenção, paciência e dedicação, bem como à motivação, experiência e sabedoria que fizeram parte de uma mensagem que me passaram ao longo destes meses de trabalho e aprendizagem.

## INTRODUÇÃO

Para conclusão do curso e obtenção do grau de Mestre em Ecologia Humana e Problemas Sociais Contemporâneos, decidiu-se, para a componente não-lectiva que corresponde ao segundo ano do curso, fazer um estágio com relatório.

O Estágio optado, teve lugar na Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza, especificamente, no Centro de Informação de Resíduos, cingindo-se ao tema dos Resíduos Sólidos Urbanos. Tendo para tal o conhecimento sobre a forte ligação que se estabelece entre o que é inerente ao urbano e que também interessa à Ecologia Humana na sua abordagem transversalmente multidisciplinar, sobre os temas do Urbanismo e também dos Problemas Sociais e de Gestão Ambiental das Cidades.

Optando pela área dos Resíduos Sólidos Urbanos, coube-me durante o estágio, a participação num estudo que teve como fim elaborar um relatório. Esse estudo foi adjudicado à Quercus pela APA - Agência Portuguesa do Ambiente, parte integrante do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.

O estudo teve como âmbito os Resíduos Sólidos Urbanos, e o seu tratamento, através de um sistema integrado de processos mecânicos e biológicos (TMB). Assim o estudo sobre o TMB recaiu, como intitulado anteriormente, na avaliação do potencial do TMB para a recuperação de materiais recicláveis.

O estudo pedido à Quercus pela APA, incidia sobre o funcionamento das Unidades de TMB, nas vertentes da triagem multimaterial e no escoamento do composto produzido (derivado dos resíduos orgânicos), com vista à avaliação dos níveis de eficiência e de melhorias a introduzir para que haja um aumento de taxas e obtenção das metas de reciclagem e valorização multimaterial pretendidas, que constam do PERSU – Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos II.

O relatório é composto por duas partes principais; a primeira (Capítulo I) pelo enquadramento teórico, e a segunda (Capítulo II e III) pela parte prática desenvolvida. Na primeira parte, enquadra-se, o estágio e o trabalho desenvolvido durante o mesmo, no âmbito teórico do curso de mestrado, colocando como base a ecologia humana como ponto de partida para uma abordagem multidisciplinar, bem como também descrever o

trajecto relacional de enquadramento, que tem como fim o trabalho prático, e a avaliação do potencial do TMB para a recuperação de materiais recicláveis.

A segunda parte do relatório, cinge-se à componente prática que possibilitou elaborar um estudo final sobre o potencial do TMB para a recuperação de materiais recicláveis e que se intitulou, *Reciclagem no Tratamento Mecânico e Biológico de Resíduos Urbanos*. Nesta segunda parte, começa-se por apresentar a Quercus (associação ambiental de forte influência em Portugal), dizendo quais os seus princípios e formas de actuação, depois enquadra-se o Centro de Informação de Resíduos como um dos projectos de maior consistência e durabilidade a funcionar na Quercus, e finalmente apresenta-se brevemente a área na qual este estudo se centrou, que é a dos Resíduos Sólido Urbanos. Seguindo esta lógica de enquadramento, segue-se uma introdução ao que foi o âmago do estudo, quais os objectivos e metodologias utilizadas, para depois explicar mais concretamente o que é o TMB, quais as tarefas desempenhadas durante o estágio/estudo, e as considerações finais do estudo.

## I. ENQUADRAMENTO TEÓRICO:

### *Da Ecologia Humana ao TMB*

Os impactos resultantes da acção humana sobre o ambiente há muitos séculos que se fazem sentir, mas o chegar da Revolução Industrial, e com ela as evoluções tecnológicas, vieram modificar os impactos da acção do Homem a que a natureza até então estava habituada. A natureza era vista de fora pelo homem, não se envolvendo nela. O ambiente parecia permanecer intocável, alterando-se através de ciclos naturais que regularmente recuperava, e sem sentir grandes dificuldades em repor determinadas agressões causadas pelo homem em pequenas acções locais. Também ao nível dos resíduos esse equilíbrio era mantido, pela capacidade de absorção e reciclagem dos desperdícios pelos ecossistemas.

Actualmente, os problemas ecológicos avolumam-se, ameaçando com uma total catástrofe o planeta. O aumento do buraco da camada de ozono, o aumento geral da temperatura média, o degelo das calotes polares, as alterações climáticas, a desertificação de regiões, o desaparecimento crescente de espécies vegetais e animais são alguns dos problemas que ameaçam os ecossistemas e a Terra.

Cresce em contrapartida a consciência e a sensibilidade ecológica; surgem novas organizações não-governamentais (ONG`s) que lutam pelo ambiente, criam-se fundos para a preservação de ecossistemas e para a protecção de espécies em extinção, surgem parques de preservação e de protecção ambiental. A preocupação ecológica recebe o apoio jurídico através de leis de defesa do ambiente e os governos são pressionados a assumirem políticas ecológicas que englobem o ambiente nos seus planeamentos. Tudo isso para que, no futuro, tenhamos uma sociedade estabelecida num planeta mais sustentável e de modo a evitar uma possível crise ecológica, anunciada por muitos cientistas em todo mundo e especialmente pelo IPCC, que tem alertado para os potenciais impactos das Alterações Climáticas.

Vivemos numa época de consumismo desenfreado, onde os hábitos que se vieram a incutir principalmente na segunda metade do séc. XX e início deste século, parecem, apesar da crescente consciência ecológica (Almeida, 1997 e 2001) não se terem alterado de forma a surtir o efeito desejado, que será o de inverter o sentido dos actos de consumo e de tomar atitudes eticamente correctas em relação ao ambiente. Coloca-se, também um problema estrutural da sociedade e não só um problema de hábitos pessoais. O aumento da

população mundial é um aspecto extremamente importante, e um factor de risco ameaçador para o equilíbrio do planeta. No ano de 2008, segundo um relatório divulgado pela ONU, viviam 6,7 mil milhões de pessoas no mundo, número que se prevê que continue a aumentar.

A grande maioria da população vive em cidades densamente povoadas e em centros urbanos com ecossistemas próprios, onde se debatem os principais problemas de gestão com impactos ambientais que muitas das vezes passam despercebidos, afectando directa e indirectamente as cidades. Mas outros espaços e ecossistemas naturais e mesmo a nível global, sofrem também com os impactos provocados, maioritariamente, em grandes espaços urbanos. Os riscos a que estamos sujeitos são hoje como refere Ulrich Beck abstractos; transtemporais, invisíveis e globais (Carvalho, 2006 p.14).

Dos riscos ambientais com que o Planeta se depara, o problema dos Resíduos é um dos mais preocupantes, trazendo inúmeros problemas ambientais e de saúde pública. Apesar de haver a noção de risco provocado pelos Resíduos que produzimos, estes não deixam de ser um problema na vida do “homem moderno” que passa despercebido, parecendo menos grave do que na realidade é, pelo facto de não termos a noção das quantidades de Resíduos que produzimos, nem de estas estarem ao alcance dos nossos olhos.

Cada habitante Português produz em média 1,2 kg. de Resíduos por dia, o que no final de um ano são 439 kg. de Resíduos. É apenas quando algo falha na gestão dos Resíduos, como por exemplo, na recolha destes, é que nos deparamos com este grave problema.

A gestão dos Resíduos está ligada à qualidade ambiental em geral, e às alterações climáticas em particular. Quando o papel, resíduos domésticos e outros materiais biodegradáveis são depositados em aterro, grandes quantidades de metano são libertados para a atmosfera. O metano é um gás com efeito de estufa aproximadamente setenta vezes mais poluente do que o dióxido de carbono. Outros gases, como o óxido nitroso chega a ser 300 vezes mais poluente do que dióxido de carbono e são libertados quando plásticos e têxteis, são queimados em incineradoras.

Os resíduos também provocam impactos significativos sobre a saúde humana e sobre outras espécies animais. Podendo os produtos químicos resultantes da degradação dos resíduos derramar-se e contaminar aquíferos e depósitos de água. As incineradoras podem

também libertar dioxinas perigosas, substâncias carcinogêneas, poluentes atmosféricos como o NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> que podem causar chuvas ácidas, e outras partículas que podem causar doenças respiratórias. Os aterros também podem fornecer abrigo para agentes portadores de doenças como os ratos, moscas e outros parasitas. Deste modo deve-se favorecer na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, a reciclagem, o tratamento e a valorização dos materiais que os constituem (plásticos, vidros, metais ou papel e cartão) em vez da utilização de aterros ou incineradoras sempre que possível.

Precisa-se então de acompanhar os problemas que vão surgindo, preservar e conservar, e agir de forma a neutralizar danos e futuros impactos, perante os novos desafios. Há também, aliada à postura de mitigação e acção pró-activa perante o futuro, ter uma postura adaptativa, isto é, perante as vicissitudes e problemas sem resolução próxima, deverão desenvolver-se novas tecnologias aplicando-as nos contextos em que vivemos de modo a que enquanto os hábitos não forem alterados haja medidas de intervenção que possam amenizar muitas das situações prejudiciais ao ambiente.

Entre as medidas adaptativas que se vão tomando em prol do ambiente e que têm resultados imediatos, podemos incluir o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, como medida para esse efeito, mas também o seu sentido de mitigação e de redução da emissão de gases de efeito de estufa é importante (Seixas, 2006).

Coloco aqui o tratamento de RSU e mais propriamente o conceito de Tratamento Mecânico e Biológico de Resíduos como uma medida adaptativa, isto é, como medida que possa reduzir os impactos num tempo próximo, já que o TMB serve para tratar os resíduos que não resultam da recolha selectiva, ou seja, que não são separados em casa e colocados nos ecopontos, podendo assim enquanto não houver um sistema melhor (tecnológico e de recolha de resíduos), ou um sistema de produção de materiais, ou mesmo de mudança de hábitos de reciclagem e de respeito pelo ambiente, possa contribuir para resolver o problema da quantidade de resíduos produzidos diariamente nas cidades, separando-os mecanicamente e tratando-os biologicamente, diminuindo assim os resíduos que vão para aterro, aumentando a reciclagem de materiais e assim minimizar o problema dos resíduos sólidos urbanos.



Sabendo da grande complexidade que envolve as cidades, podemos salientar que possuem um metabolismo intrínseco. Múltiplos factores que se prendem com a quantidade de pessoas que a habitam, as quantidades de fluxos de materiais que circulam, o consumismo e os desperdícios que se criam, fornecem-nos indicadores suficientes para que possamos considerar abordagens e perspectivas com pendor mais ou menos ecológico. Uma dessas abordagens ecológicas é a abordagem da Ecologia Humana (multidisciplinar e transversal) e as suas preocupações que relacionam os problemas inerentes ao homem, com os problemas inerentes ao ambiente natural, isto é, a sua perspectiva que permite relacionar todos os seres vivos e as suas interdependências com o ambiente, focando-se numa perspectiva de sustentabilidade das comunidades modernas, opondo-se desta forma contundente à crise global (ambiental e social).

A ecologia humana promove uma melhor e integrada gestão ambiental dos ecossistemas, sendo eles naturais ou urbanos, onde se inclui nestes últimos o problema de decomposição e recomposição (reutilização, reciclagem e compostagem) de materiais como os resíduos, num ciclo que possa ser o menos prejudicial possível para os ecossistemas e para o planeta.

## 1. ECOLOGIA HUMANA

O termo “Ecologia” foi criado por Ernst Haeckel no século XIX (1868), e serviu para colmatar limitações e alargar o âmbito de muitas das ciências biológicas de então, especificando-as e sistematizando-as.

A Ecologia é para a Biologia, e como parte desta, um campo de estudo que aborda as numerosas correlações existentes entre os seres vivos e o seu ambiente, sob condições naturais.

*Os organismos não vivem nunca isolados do seu meio ambiente, pelo contrário, vivem nele, pelo que a sua evolução está ligada ao meio e à das outras espécies.*

(Moderna Enciclopédia Universal, 1987 p.86)

Cada espécie depois estabelece-se em determinado nicho ecológico, vivendo num território específico, utilizando matérias-primas e dando lugar a produtos específicos. Tal como o *homo sapiens*, que hoje se estabelece em grande parte em nichos urbanos onde é consumidor e produtor, e onde a produção de Resíduos Sólidos Urbanos é um *output* próprio do metabolismo do espaço urbano.

Os nichos em que o homem se estabelece, desenvolvendo inúmeras interacções com o ambiente circundante, não são apenas efectuados sob condições naturais, efectuando-se num ecossistema que é humanizado, ou urbanizado (regendo-se por factores não só biológicos, mas principalmente sociais, que são a sua base de orientação).

Para Odum citado por Olivier (1975, p.8), o ecossistema:

*“é um conjunto dos organismos vivos e das substâncias não vivas, interactuando no sentido de produzirem uma troca de substâncias entre as partes vivas e não vivas”*

Perante esta definição podemos claramente abordar os ecossistemas como humanos/urbanos, já que não há nenhuma referência aquilo a que a biologia cinge para o que é estritamente estudado em ambiente natural, aspecto esse que muitas das vezes nos

direcciona para tal. Mas que não faz mais sentido, criar essa dicotomia natureza/homem, sendo que os humanos são também animais e são também eles parte integrante dos ecossistemas onde participam como os outros animais. Sabendo do poder modificador do homem como espécie de particular impacto no ambiente, que o destaca e especializa como tal. É importante assim, aprender sempre com os ecossistemas naturais a melhor forma de fazer funcionar os ecossistemas humanos, tal como nos dizia Aldo Leopold no título do seu mais famoso livro, *Pensar como uma montanha*.

No que toca aos ecossistemas humanos (campo de estudo da ecologia humana), estes caracterizam-se em três domínios (Clapham, Jr., 1981 p.2): o primeiro, no campo das políticas adoptadas, que compreende os mecanismos pelos quais a sociedade se regula económica e politicamente de modo a atingir o desenvolvimento dos vários sectores da sociedade; o segundo domínio, é composto pela gestão individual de cada um, ou pelos comportamentos e interacções de pessoas e instituições sobre o ambiente. O terceiro domínio é o que se estabelece como base para os outros dois, é o domínio Ambiental que compreende todos os componentes do sistema que actuam de acordo com as leis dos ecossistemas naturais.

Deste modo, como os ecossistemas naturais, são parte importante do funcionamento dos ecossistemas humanos, é importante também perceber que é da ecologia que surge a ecologia humana, assim, devemos ter em conta alguns conceitos e ideias fundamentais da ecologia geral, tais como:

- *A Natureza junta certos tipos de seres num lugar — biótipo (meio físico);*
- *O biótipo é o suporte desorganizado do habitat;*
- *O biótipo é formado por elementos naturais (ar, água, solo, clima);*
- *No habitat existem organismos vivos, vivendo em comunidades; a este conjunto de animais, vegetais e microrganismos chama-se biocenose*
- *O biótipo e a biocenose formam o ecossistema, se existir homogeneidade e estabilidade (um pântano ou uma duna formam pequenos ecossistemas com tipos particulares de fauna e flora);*
- *Os ecossistemas pequenos juntam-se uns aos outros para formarem unidades cada vez maiores;*
- *O conjunto dos ecossistemas semelhantes, à escala mundial, são os biomas;*

- *A ecologia começa a ser referenciada como a ciência que estuda os ecossistemas, ou seja, o conjunto de organismos vivos e substâncias não vivas que se inter-relacionam para produzir um intercâmbio de matérias;*
- *Começam a aparecer palavras-chave como intercâmbios, equilíbrios, cadeias tróficas, circulação de energia;*
- *Surge a ideia de o ecossistema se apresentar como um organismo vivo (respira, cresce, alimenta-se, atinge a maturidade e morre); pode também especializar-se (muitos seres de poucas espécies) ou generalizar-se (muitas espécies com poucos seres).*

(Nazareth, 1993, p.883 e 884):

Um ecossistema é então:

*Qualquer unidade que inclua todos os organismos (comunidade) numa determinada área interagindo com o ambiente físico de modo que um fluxo de energia deixe claramente definido, a estrutura trófica, a diversidade biótica, e os ciclos de materiais (por exemplo: troca de materiais entre componentes vivos e não vivos) dentro do sistema, é um ecossistema. (Odum, 1979 p.19 e 20)*

O conceito de ecossistema humano é então, fundamentado na desconstrução do biótipo natureza humana e na premissa de que todas as espécies são ecologicamente integradas entre si, bem como com os componentes abióticos da sua biologia.

Desde a criação do termo Ecologia, esta veio a especializar-se, e veio a categorizar-se, tanto no objecto de estudo como na sua abordagem. Em termos de objecto, inicialmente, surgiu a ecologia vegetal, a animal e a geral (Nazareth, 1993). Em termos de abordagem encontram-se dois sub-tipos da ecologia. Podemos salientar que entre a auto-ecologia, que estuda o efeito do ambiente sobre cada indivíduo, e a sinecologia, que se ocupa de toda a comunidade (biocenose, biocenologia), ou do espaço vital (biótopo, biotopologia) encontra-se a ecologia que trata dos efeitos do ambiente sobre a população (Moderna Enciclopédia Universal, 1987 p.87). Seguindo o ritmo de especialização e de novas abordagens da ecologia, e depois de se criarem, *a ecologia das águas doces, a ecologia marítima, a ecologia dos peixes*, como também muitas outras vertentes e campos de estudo da ecologia, surge em sentido oportuno a ecologia do homem, ou a ecologia humana.

A ecologia humana encontra-se colocada então como uma auto-ecologia, que tem como objecto de estudo o homem, definindo-se de certo modo como antropocêntrica.

Sendo que não é apenas um prolongamento da ecologia geral, mas mais do que isso, pois são inerentes ao homem uma complexidade de factores que complicam a abordagem, ao estudar as suas relações com o meio envolvente.

Para a sociologia, e como parte desta, a ecologia surge aplicada à acção humana e desenvolve-se amplamente nos EUA, sobretudo a partir de 1925 e através de trabalhos realizados por Mackenzie, e com a criação da escola de ecologia humana que ele próprio fundou. A solidificação da ecologia humana dá-se com a formação da escola de Chicago e com os estudos de Park, Burgess, e outros, abordando muitas das vezes os temas sobre ecologia social, demografia e organização das cidades e tecido urbano.

Podemos então definir a ecologia humana, como disciplina que aborda o estudo científico das relações, no tempo e no espaço, entre a espécie humana e outros componentes, e processos dos ecossistemas dos quais forma parte.

O seu objectivo principal, é conhecer a forma em que as sociedades humanas concebem, usam e afectam o ambiente incluindo respostas às alterações provocadas no ambiente, a nível biológico, social e cultural.

A ecologia humana veio assim permitir estudar, desde o seu início, as questões relacionadas com o urbanismo ou a organização das cidades e do seu ambiente. Desta forma a ecologia humana permitiu-nos, através da especialização desta, e também acompanhando o desenvolvimento e crescimento dos espaços urbanos, criar outros ramos de estudo que tivessem por preocupação, a abordagem de todos os factores que estivessem relacionados directa ou indirectamente com o homem e que fossem inerentes ao meio urbano. Nesta especialização da ecologia humana colocamos a ecologia urbana, que se apresenta de forma autónoma e com bastante abrangência no que toca à quantidade de assuntos a abordar, surgindo como um novo ramo da ecologia humana.

## 1. ECOLOGIA URBANA

Tal como nos diz Rees, citado por Angeoleto (2008, p. 9), que classifica a ecologia urbana como um ramo da ecologia humana.

*“Ecologia urbana é pesquisa ecológica feita em cidades. Há muitas definições para o termo “cidade”, a mais generalista é aquela que define uma cidade como uma área densamente povoada e caracterizada por áreas habitacionais, de comércio, e industriais.”*

A ecologia urbana, por se definir como o estudo de espaços urbanos, encontra-se ainda pouco consolidada, em que a abordagem que efectua poderá incidir sobre variados aspectos urbanos e ser feita de uma forma complexa, como também o é, o seu objecto de estudo - a cidade e todos os seus processos e conexões.

*“La ecología urbana se enfrenta al fenómeno urbano desde una perspectiva relativamente nueva, considerando a la ciudad como un ecosistema y prescindiendo de la antinomia tradicional entre ciudad y campo, para centrarse en el análisis de procesos”*

(Terradas, 2001, p. 34)

Terradas (2001), separa e categoriza os campos de estudo da ecologia urbana, distinguindo 4 campos na sua abordagem.

### Campos de estudo da Ecologia Urbana

- 1) **Estudo do meio físico:** envolve uma abordagem sobre aspectos geomorfológicos, clima, factores da actividade biológica dos centros urbanos, e suas influências nos ecossistemas urbanos. Estuda as componentes vegetais das cidades, e por exemplo, as arborizações existentes nos bairros.
- 2) **Estudo das populações biológicas:** estudar o homem sob o ponto de vista: demográfico, etológico, saúde pública. Estuda também outras populações de espécies

viventes em espaço urbano, como animais e controlo de doenças. Bem como também estuda, as comunidades de espécies vegetais, onde podemos incluir planeamentos de espaços verdes.

- 3) **Estudo da estrutura e da evolução do ecossistema no espaço:** este campo envolve questões relacionadas com as alterações da morfologia, sociologia e metabolismo dos ecossistemas urbanos.
- 4) **Estudos relativos ao metabolismo material e energético dos ecossistemas:** aborda questões que têm a ver com a quantidade e tipo de materiais que entram nos ecossistemas, qual a forma de utilização desses *inputs* dentro do ecossistema urbano, e qual a quantidade e qualidade de energia e resíduos como *outputs* do ecossistema urbano.

Colocando estes quatro campos de estudo, podemos então integrar, o estudo sobre a *avaliação do potencial das UTMB (Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico) para a recuperação de materiais recicláveis*, que decorreu durante o estágio curricular na Quercus no campo de estudo relativo ao metabolismo material e energético dos ecossistemas. Sendo que quando falamos em metabolismo, será sobre o dos materiais, isto é, todos os materiais que entram e saem dos ecossistemas, e mais especificamente em relação aos *outputs* - resíduos que resultam dos nossos ecossistemas urbanos/humanos, pois é sobre os resíduos que se centrou o trabalho na Quercus.

Voltando ao conceito de ecossistema e lembrando o que Eugene Odum (1979, p. 19 e 20) disse sobre esse assunto; *que num ecossistema terá que um fluxo de energia existir, e definir-se claramente qual a cadeia trófica, a diversidade biótica, mas também o ciclo de materiais existentes*; é importante, saber-se que não basta haver trocas de energia, ou de materiais, ou, cadeias tróficas e diversidade bióticas bem definidas, para que se defina um ecossistema. É também preciso que essas condições todas estejam presentes e bem delimitadas, pois sabe-se da enorme quantidade de fluxos de energia e trocas de materiais existentes no nosso planeta e que extravasam para lá dos ecossistemas, isto é, ecossistemas trocam energia e materiais com outros ecossistemas. Havendo ecossistemas de dimensões variadas, e de vários tipos, estabelecendo relações de inter-dependência.

Em relação aos ecossistemas existentes, estes podem ser divididos em quatro tipos, verificando-se, grandes diferenças nos fluxos de energia e nas suas trocas materiais principalmente.

Tendo em conta fluxo de energia anual médio podem distinguir-se vários tipos de Ecossistemas (Odum e Collins, citados por Angeoleto 2008, p.10):

1. **Os ecossistemas naturais:** que dependem da energia solar, prestam serviços ambientais para a vida na terra (ciclos biogeoquímicos da água e do carbono, por exemplo) - 1.000 - 10.000 Kcal/m<sup>2</sup>
2. **Os ecossistemas com subsídios naturais:** dependem de energia solar, têm *input* energéticos e são bastante produtivos. Grande capacidade de sustentação da vida, produção de matéria orgânica. (estuários de marés, florestas húmidas) - 10.000 - 40.000 Kcal/m<sup>2</sup>
3. **Os ecossistemas com subsídios antropogénicos:** dependentes da energia solar, mas dependentes de *inputs* energéticos, geralmente de origem fóssil (aquacultura, agricultura) – 10. 000 – 40.000 Kcal/m<sup>2</sup>
4. **O ecossistemas urbano – industriais:** movidos sobretudo a combustíveis fósseis. Extremamente dependentes dos outros três tipos de ecossistemas para a manutenção da vida (cidades, bairros residenciais, zonas industriais) – 100.000 – 3. 000 000 Kcal/m<sup>2</sup>

Perante estes quatro tipos de ecossistemas, pode-se verificar que os ecossistemas urbano – industriais (ecossistemas onde o estudo sobre o TMB de RSU incide), destacam-se radicalmente dos outros em termos de circulação de fluxos e de energia despendida. São assim estes, grandes produtores de riqueza, mas também grandes “produtores” de poluição e resíduos, bem como, dependentes dos *inputs* vindos dos ecossistemas naturais. Como produtores de riqueza são, indispensáveis ao consumo e ao estilo de vida humano e urbano em que vivemos. Como poluidores pode-se destacar a emissão de gases de efeito de estufa





pelos quais os ecossistemas naturais e as espécies que os compõem suportam e preenchem a vida da humanidade. Além destes *inputs* energéticos indispensáveis, dos ecossistemas urbanos resultam *outputs* materiais (resíduos e desperdícios), que depois, por vários métodos e processos, como por exemplo, a reciclagem, e a compostagem - parte Biológica do TMB e importante no Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos - poderão voltar a integrar-se nos ecossistemas naturais, na agricultura e silvicultura, completando assim um ciclo a que se poderá chamar de ecológico. Mas também esses resíduos podem voltar a circular, sem saírem do ecossistema urbano, através da reciclagem de materiais e da valorização de resíduos, tendo o tratamento mecânico e biológico de RSU as condições para o fazer.

## 2. METABOLISMO URBANO

O metabolismo urbano, é uma forma de entender e olhar para o desenvolvimento das cidades fazendo uma analogia com os processos metabólicos dos organismos (tal como na ecologia humana/urbana).

Na prática, o estudo do metabolismo urbano requer a quantificação dos *inputs* (energia/produtos/água - provenientes de matéria prima do ambiente natural) e *outputs* (gases poluentes/resíduos sólidos) (Kennedy, 2007).

Sintetizando, o estudo sobre a *avaliação do potencial do TMB para a recuperação de materiais recicláveis*, incide sobre os ecossistemas urbano-industriais em que vivemos com impactos sobre todos os outros ecossistemas atrás descritos, e mais propriamente sobre uma das questões do metabolismo urbano, que é a dos resíduos urbanos.

Não sendo um estudo sobre o metabolismo global, isto é, sobre quantificar *inputs* e *outputs*, incide especificamente sobre uma tecnologia (TMB) que poderá minimizar os *outputs* do metabolismo (enviando o menos possível resíduos para aterro), fazendo com que os resíduos possam ser tratados e seguindo duas vias subsequentes: a primeira a da reutilização e reciclagem dos materiais, isto, para resíduos inorgânicos, mantendo-se os materiais no ciclo do ecossistema urbano; e a segunda via para a compostagem (de resíduos orgânicos) restabelecendo-se em ecossistemas naturais, ou ainda a produção de energia (eléctrica ou térmica) a partir de um tratamento anaeróbio com a produção de biogás.

Assim, o metabolismo urbano pode ser encarado de duas formas: linear ou circular. Onde as cidades deverão seguir a forma circular, promovendo a sua sustentabilidade.

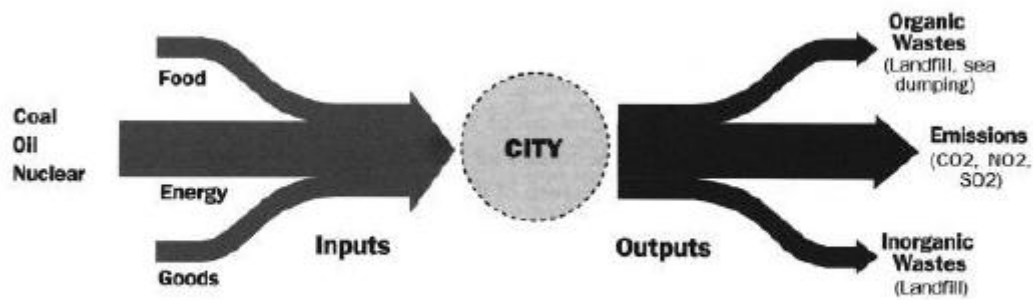


Figura 2 - Forma Linear de Metabolismo Urbano (Adaptado de Duarte, aula nº2)

A forma linear de metabolismo urbano é uma abordagem de grande impacto ambiental, onde as taxas de consumo de matérias-primas (inputs) e a poluição desencadeada são muito elevadas.

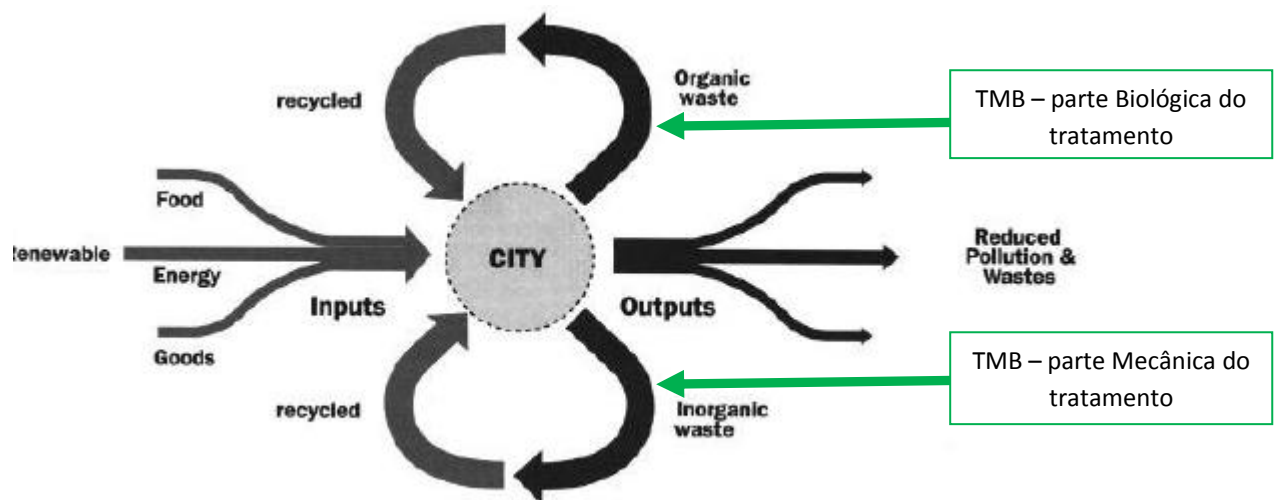


Figura 3 - Forma circular de metabolismo urbano (adaptado de Duarte, aula nº2)

A forma circular de metabolismo urbano, é de menor impacto ambiental, onde se minimiza a necessidade de novos *inputs* ao mesmo tempo que se minimiza a quantidade de *outputs* (poluição e resíduos).

É neste sistema de fazer circular o *output*, reciclando-o, que o TMB tem uma enorme importância, pois este tratamento vai aumentar significativamente a recuperação de resíduos (orgânicos e inorgânicos) para reciclagem com a separação mecânica e o tratamento biológico.

## Enquadramento (Diagrama)

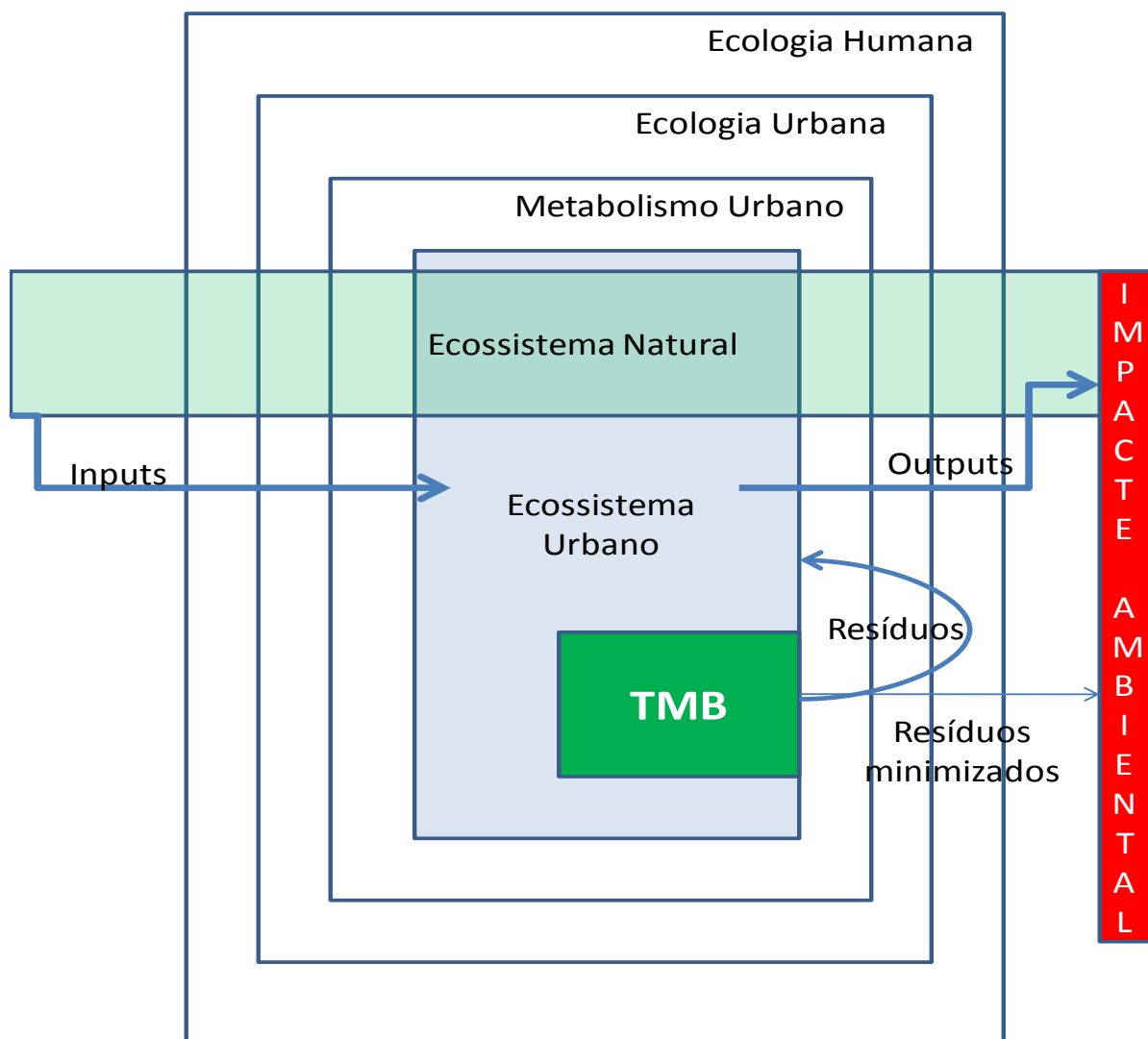


Figura 4 – Diagrama de Enquadramento

## II. O ESTÁGIO: PARTE PRÁTICA

O Estágio realizado teve lugar na associação ambiental Quercus, tendo-se optado pelo projecto Centro de informação de Resíduos e, mais precisamente, na área dos Resíduos Sólidos Urbanos.

A coordenação do Centro de Informação de Resíduos é de Rui Berkemeier, sendo dele também a coordenação do estudo sobre TMB adjudicado à Quercus pela APA, e sobre o qual este relatório se baseia. Colaboraram também neste estudo Pedro Carteiro, Carmen Lima e Raquel Pinto. O estudo finalizado em Julho de 2010 intitulou-se *Reciclagem no Tratamento Mecânico e Biológico de Resíduos Urbanos* com o intuito de avaliar o potencial deste sistema de tratamento para a recuperação de materiais recicláveis.

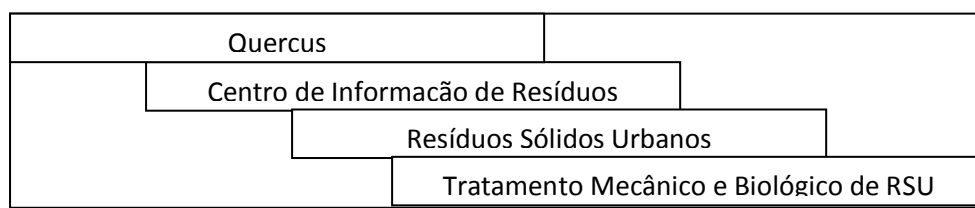


Figura 5 - Situação de Estágio

As minhas funções neste estudo, decorreram unicamente sobre a fase do Tratamento Mecânico, na quantificação dos materiais triados nas unidades de TMB (UTMB), na identificação das melhores tecnologias disponíveis a nível internacional, na identificação dos vários tipos de equipamentos disponíveis para a triagem de recicláveis, e na síntese destes trabalhos.

O Estudo decorreu entre Outubro de 2009 e Junho de 2010. Sendo que as tarefas desempenhadas distribuíram-se por 4 fases:

- a) Levantamento de Informação sobre as UTMB Internacionais
- b) Inquéritos às Unidades de TMB Nacionais
- c) Visita à UTMB da Valnor
- d) Síntese de Resultados e elaboração de relatório final

a)

- Esta 1ª fase de trabalho desenvolveu-se entre Outubro de 2009 e Fevereiro de 2010 e envolveu o levantamento de informação sobre UTMB internacionais em particular na Europa. Pelo facto de as unidades internacionais, ao contrário da situação nacional variarem muito de tecnologia, como ponto de partida para a pesquisa utilizou-se o relatório Juniper (2005) que inclui o levantamento das principais tecnologias de TMB na altura.
- Paralelamente obteve-se informação junto de outras fontes, tais como sistemas gestão de resíduos urbanos nacionais, associações europeias do sector ou a rede europeia de contactos que a Quercus possui na área dos resíduos, artigos científicos, relatórios internacionais e pesquisa na internet.
- Depois de uma primeira investigação sobre as quantidades de materiais triados das várias UTMB. Processou-se o contacto telefónico ou através de e-mail com as Unidades para averiguação da informação sobre, a quantidade de materiais triados (balanços de massas) e quais as tecnologias utilizadas. Em algumas Unidades o contacto permitiu também uma posterior visita às instalações.
- Neste processo de contactos com as UTMB internacionais, houve algumas dificuldades em obter a informação pretendida em algumas UTMB, alegando as unidades que a informação sobre essa matéria era confidencial, bem como também, houve algumas dificuldades em estabelecer o contacto com a pessoa responsável e hierarquicamente competente para autorizar o fornecimento de informações. Este processo envolveu alguma persistência e pressão sobre os contactados, insistindo nos contactos e e-mails enviados.
- No final foram enviados Inquéritos às Unidades contactadas.

b)

- Esta fase iniciou-se Outubro de 2009 e terminaria em Janeiro de 2010, acabando por se estender um pouco mais do que esperado devido ao atraso de algumas UTMB em responder aos Inquéritos da Quercus.
- Os inquéritos permitiram a caracterização dos resíduos entrados nas unidades, assim como dados sobre os balanços de massa reais nas unidades



existentes ou expectáveis nas unidades projectadas, para além de elementos sobre o processo de triagem de recicláveis.

c)

- Esta fase decorreu entre Fevereiro e Junho de 2010.
- Ao longo do trabalho foram efectuadas visitas a diversas unidades de TMB existentes em Portugal, assim como reuniões com os responsáveis pelos novos projectos em desenvolvimento.
- A nível Internacional consoante os fundos disponíveis para o efeito, foram efectuadas visitas a quatro UTMB (Munster, Tudela e duas em Barcelona)
- Em Portugal houve a oportunidade de visitar a UTMB da Valnor e assim ficar a conhecer melhor o funcionamento de uma das Unidades mais modernas em Portugal e com elevadas taxas de reciclagem.

d)

- Ao longo do estudo efectuaram-se relatórios de progresso que permitiram estabelecer o ponto da situação e o trabalho realizado até ao momento, bem como, identificar os problemas encontrados e observações relativas às tarefas a desempenhar.
- No final realizou-se a síntese das Informações recolhidas durante toda a pesquisa, e elaborou-se o relatório final para a APA.
- Para a fase final do relatório, além de elaborar a síntese das informações recolhidas em relação ao balanço de massas, fez-se também uma síntese dos equipamentos base e utilizados na triagem de recicláveis, bem como as suas funções e características.

## 1. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO ONDE SE REALIZOU O ESTÁGIO

A Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza, foi fundada a 31 de Outubro de 1985. É uma associação independente, apartidária, de âmbito nacional, sem fins lucrativos e constituída por cidadãos que se juntaram em torno do mesmo interesse pela Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais e na Defesa do Ambiente em geral, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável. É uma organização descentralizada com núcleos regionais em todo o país, incluindo as regiões autónomas dos Açores e da Madeira. (Artigo 1.º dos estatutos da Quercus, 2007)

### 1.1. Princípios e Objectivos

São objectivos da Associação (artigo 2º dos estatutos da Quercus, 2007):

- a) Investigar, salvaguardar e dar a conhecer o património biofísico, defendendo e promovendo a conservação de valores naturais e culturais;*
- b) Fomentar e promover actividades de educação cívica, científica e ambiental;*
- c) Proceder à elaboração de estudos de carácter científico e técnico, pedagógico e didáctico que contribuam para um melhor conhecimento e defesa dos valores do património natural e cultural;*
- d) Alertar e apoiar os cidadãos nas vertentes técnica, científica e jurídica em reacção às disfunções ambientais;*
- e) Os estabelecidos na Declaração de Princípios da Associação.*

### 1.2. Forma de Actuação

A Quercus na sua actuação define-se como uma associação ambiental, que promove o diálogo e a cooperação entre entidades e organismos visando a elaboração de políticas pró-ambientais.

Na sua acção a Quercus recorre à promoção de debates, à edição de publicações e à sua difusão utilizando os meios de comunicação social, fornecendo informações, estudos e

investigações sobre temas relacionados com os objectivos da associação. A associação recorre muitas vezes à via judicial primando pela defesa do ambiente.

De acordo com o artigo 3º dos estatutos da Quercus, esta desenvolve actividades com recurso a colaboradores, situação com a qual se deu a oportunidade de realizar este estágio, desenvolvendo estudos e projectos de forma autónoma ou em parceria.

A Quercus, insere-se assim num movimento social ambientalista, onde a sua forma de actuação se manifesta de uma forma moderada, conforme a tipologia apresentada por Mela, Belloni e Davico, (2001). Defende ideais de protecção ambiental, conservacionismo dos bens, equilíbrio na gestão dos recursos, estabilidade e equidade social. Utilizando para tal, estratégias e acções político-constitucionais, luta por reformas e actividades parlamentares, aplica pressões políticas e sensibilização de empresas. Tudo numa gestão prudente do presente.

Os Projectos actuais que estão a ser desenvolvidos na Quercus são:

- Eco-casa
- Eco-Brigadas
- Edifício Verde
- Conservar a Biodiversidade
- Linhas eléctricas e aves
- Centro de recuperação de Animais Selvagens
- Tejo Internacional
- Olimpíadas do Ambiente
- Condomínio Terra
- Outros projectos (anuais)
- Centro de Informação de Resíduos

### **1.3. Centro de Informação de Resíduos**

O CIR tem como objectivos a recolha, organização e disponibilização de informação sobre todos os tipos de resíduos e as problemáticas associadas a estes.

Dentro dos seus objectivos encontram-se também a elaboração e desenvolvimento de projectos ligados não apenas à área da sensibilização e formação, mas também, à monitorização e acompanhamento de iniciativas relacionadas com a gestão sustentável de resíduos.

O CIR tem como público alvo um leque muito variado de pessoas, desde instituições ligadas à educação, à administração pública, até às empresas e às indústrias, e a todos os cidadãos em geral. Um dos pontos fulcrais para o sucesso deste projecto é o estabelecimento de protocolos e parcerias com entidades públicas ou privadas.

Este projecto (CIR), conta já com alguns anos de actividade, tendo sido criado em 1995. Internamente ao centro de resíduos encontram-se várias áreas de estudo e investigação nas quais se promove a recolha de informação e a elaboração dos mais variados trabalhos, abrangendo vários campos como:

- Soluções de Tratamento para Resíduos
- Reciclagem
- Educação Ambiental
- Fluxos
- Resíduos Industriais
- Resíduos Hospitalares
- Resíduos Agrícolas
- Resíduos Sólidos Urbanos

### **1.3.1. Resíduos Sólidos Urbanos**

Os resíduos sólidos urbanos podem gerar-se de duas formas principais; a primeira e mais básica, como resultado e produto final do metabolismo humano e da alimentação em resultado das necessidades biológicas primárias; a segunda forma de geração de resíduos prende-se com o tipo de sociedade em que vivemos e pelo resultado do metabolismo social e urbano devido a motivações culturais como o consumismo. Sendo que estes resíduos, produtos finais do metabolismo urbano, resultam de processos de apropriação e reprodução da natureza com fortes impactos a nível ambiental. (Bérrios 1999, citado por Dagnino 2004).

Estes resíduos são, resíduos sólidos comerciais, domésticos, públicos e outros resíduos que podem resultar dos serviços e estabelecimentos comerciais, bem como, todos os outros que se assemelhem aos resíduos domésticos. Podendo enquadrar-se nas seguintes categorias (Russo, M. 2003):

- Resíduos Sólidos Domésticos, Resíduos Sólidos Públicos, Comerciais, Resíduos Sólidos Industriais Equiparáveis a Domésticos, Resíduos Sólidos Industriais Equiparáveis a Domésticos, Resíduos Sólidos Especiais, Entulhos de Obras.

Para a gestão destes resíduos existem dois tipos de atitudes, uma com uma abordagem adaptativa e outra com uma visão mais mitigadora. A que envolve a mitigação rege-se por adoptar medidas preventivas para a conservação dos recursos e regulação na produção de bens. A resposta mais adaptativa, visa a aplicação de tecnologias na remediação e tratamento de resíduos pós-consumo. (Bérrios, 2003)

Desta forma, para os RSU requer-se uma gestão adequada aderindo a várias abordagens de gestão, adoptando sistemas integrados que possam de forma abrangente adaptar-se às necessidades das cidades e do tipo de resíduos. Podendo assim em conjunto, as várias formas de gestão cooperar utilizando, meios educativos, políticos, de cidadania participativa e meios mais tecnológicos na gestão integrada dos RSU, destacando-se:

- Programas de educação ambiental, programas de participação comunitária, programas de redução e reutilização de resíduos, compostagem, incineração energética, aterro energético, aterro de rejeitados e reciclagem.

Sabendo de antemão que os objectivos de reciclagem nem sempre são os melhores, muito por culpa de na fase de recolha selectiva, as pessoas não aderirem por completo ou muitas vezes nem sequer participarem, recorre-se então à tecnologia para triar os materiais como plásticos, vidros, metais ou papel e cartão, de forma a aproveitar ao máximo as potencialidades que os materiais possuem, incluindo-os não como “lixo”, isto é, sem qualquer hipótese de recuperação, mas como “matéria-prima” que se regenera e volta ao ciclo de consumo urbano. O processo utilizado de forma adaptativa e para esse efeito, é o TMB e as suas multivariantes (tecnológicas), consoante os resíduos que se queira separar e tratar. É um processo em grande desenvolvimento em Portugal que tem como objectivo principal permitir a redução do envio deste tipo de resíduos para aterro e incineração,

permitindo simultaneamente a obtenção de quantidades significativas de materiais para reciclagem. Apesar da possibilidade de chegar a esses materiais através do TMB, a recolha selectiva deve ser mantida como a principal forma de obtenção destes materiais, pela qualidade que permite.

### **1.3.2. Tratamento Mecânico e Biológico**

O sistema TMB é um processo de tratamento de resíduos indiferenciados e que não são separados em casa. Este processo divide-se em duas fases: a primeira - mecânica, envolve meios de separação que removem algumas fracções, recuperando materiais para reciclagem; a segunda – biológica, envolve meios para estabilizar a fracção orgânica de modo a que as suas características se tornem razoáveis para outras utilizações.

O TMB não é um processo de tecnologia única, mas sim uma variedade de processos tecnológicos que podem combinar-se formando várias soluções de tratamento (mecânicas e biológicas) de modo a alcançar os objectivos pretendidos.

A combinação dos vários processos de TMB numa unidade de tratamento, poderá ter como principais objectivos (Juniper, 2002):

- Aumento da recuperação de materiais recicláveis
- Produção de composto
- Produção de fertilizantes para o solo
- Produção de material (fracção orgânica) biologicamente estabilizado para aterro
- Produção de biogás para a geração de calor e/ou energia eléctrica
- Produção de combustível CDR (Combustível Derivado de Resíduos)

As vantagens mais importantes de um TMB, são:

- Redução:
  - Do volume de resíduos para destino final (aterro ou incineração)
  - Da humidade e percentagem da fracção orgânica a enviar para o destino final

- Do potencial de formação de gás (biogás, gás de efeito de estufa e odores no aterro)

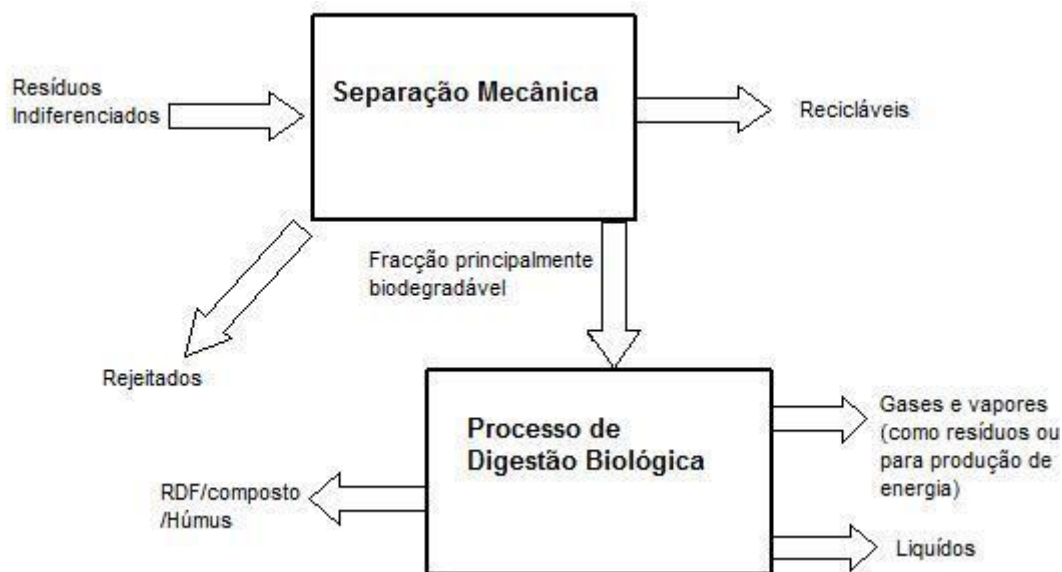


Figura 6 - Configuração de um processo TMB típico

#### 1.3.2.1. Tratamento Mecânico

A parte do tratamento mecânico, envolve várias técnicas que poderão ser utilizadas consoante os objectivos a atingir, bem como o tipo de resíduos que se quer tratar. Nesta fase, os mecanismos existentes fazem (Juniper, 2002):

- Abertura de sacos do lixo (se necessário)
- Retirar constituintes inapropriados (volumosos) que podem obstruir os processos subsequentes
- Separação/triagem, dos materiais recicláveis; (plásticos, papel/cartão, vidro e metais)
- Separação de materiais biodegradáveis
- Separação/preparação dos materiais com um valor calorífico elevado, (têxteis, papel/cartão e plásticos) que não possam ser reciclados;
- Homogeneização e preparação dos materiais para o tratamento biológico

- Afinação do composto ou fracção orgânica estabilizada (resultado da fase biológica)

O Tratamento mecânico envolve técnicas de separação como: crivos/trommel, separador balístico, magnético, óptico, correntes de foucault. (descrição dos equipamentos de triagem em anexo I)

### Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico

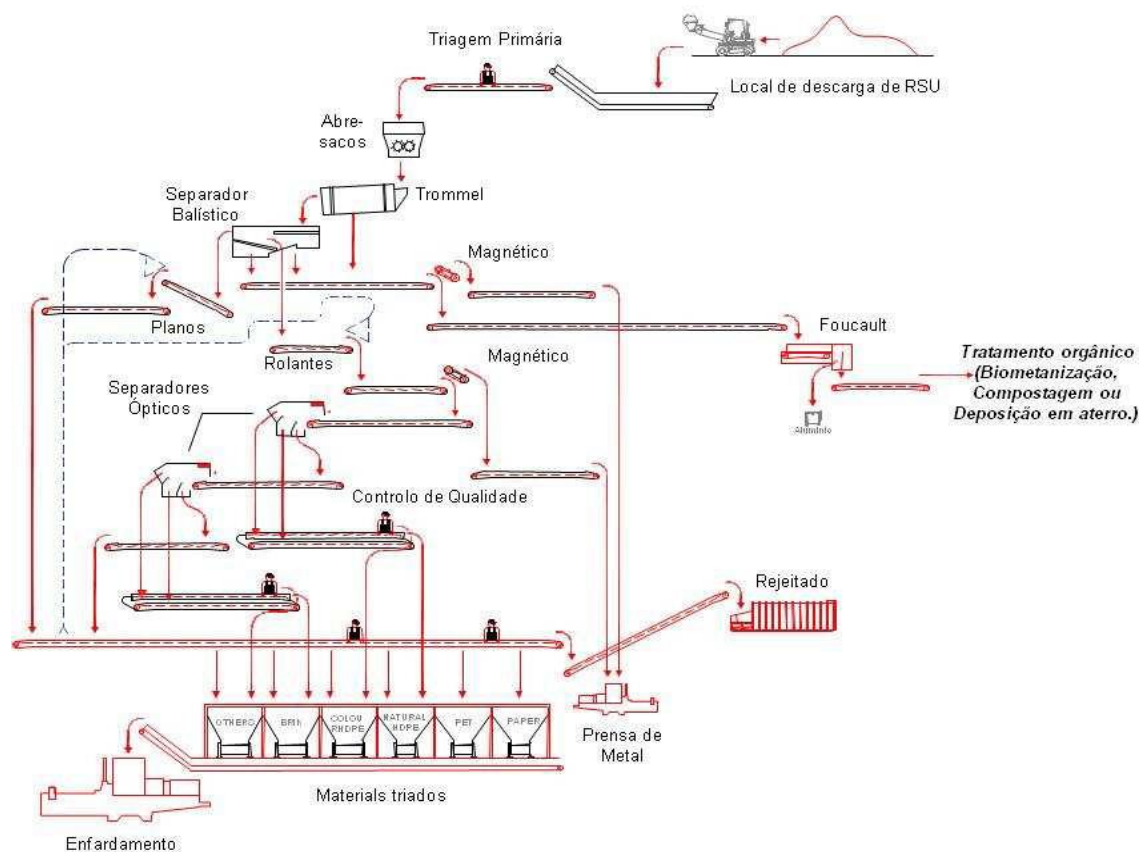


Figura 7 – UTMB (Teixeira, 2009 p.20)

#### 1.3.2.2. Tratamento Biológico

Esta fase do processo pode ser realizada de duas formas: método anaeróbio (digestão anaeróbia) ou aeróbio (compostagem ou vermicompostagem). Na digestão anaeróbia dá-se a produção de biogás, fonte de calor e energia eléctrica renovável.

A fase biológica permite também tratar, estabilizando fracções que são encaminhadas para aterro, evitando: a libertação de gases de efeito de estufa (redução de 90 a 98% comparado com RSU não tratados), emissão de odores e lixiviados de difícil digestão (Carteiro, 2007).



Esta poderá ser feita por um conjunto de técnicas que permitem com que a fracção orgânica que chega à fase biológica, seja digerida e estabilizada de forma aeróbia e assim formar composto. O composto poderá depois ser utilizado como fertilizante natural de solos (vinhas, pomares e recuperação de solos degradados).

Fases da compostagem:

- Fermentação
- Maturação
- Afinação (tratamento mecânico)

### Tratamento Biológico por Compostagem

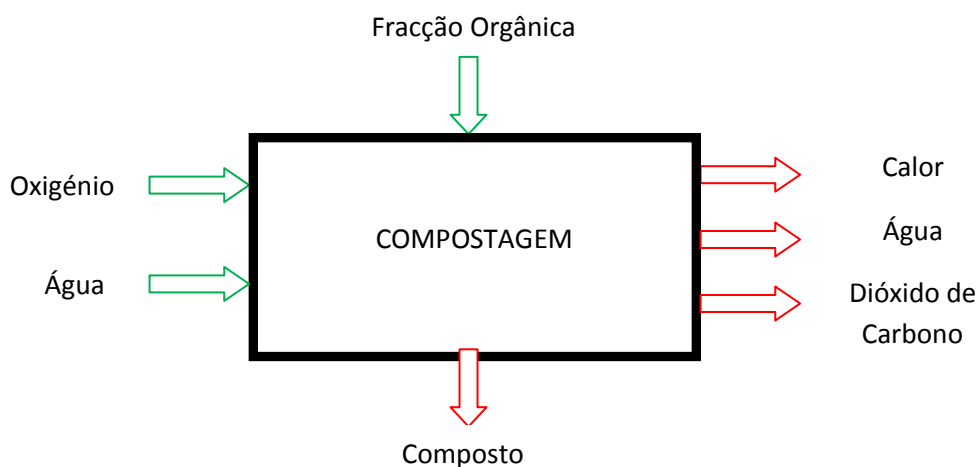


Figura 8 – Tratamento Biológico por Compostagem

A vermicompostagem, é um processo que utiliza minhocas, para digerir a fracção orgânica dos resíduos indiferenciados. Neste processo o papel e cartão desaparecem dos resíduos, os vidros e metais são limpos e os plásticos desprovidos de odores. No final produz-se um Húmus de qualidade, que poderá ser utilizado como fertilizante dos solos (Berkemeier, 2009).

### **III. ESTUDO: RECICLAGEM NO TMB DE RESÍDUOS URBANOS**

#### **1. INTRODUÇÃO**

Com a aprovação do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016 (PERSU II) em 2006, a estratégia nacional para a gestão dos Resíduos Urbanos (RU) apontou claramente para a instalação de unidades de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) em quase todos os sistemas de gestão de resíduos.

Estas unidades caracterizam-se pelo elevado potencial de triagem de grandes quantidades de resíduos recicláveis (plásticos, cartão, vidro e metais), para além da transformação dos resíduos orgânicos em composto, um correctivo orgânico para o solo de largo espectro de utilização.

A directiva sobre metas de reciclagem ao nível das embalagens foi complementada pelas metas estabelecidas pela nova Directiva-Quadro relativa aos resíduos que estabeleceu para 2020 uma taxa de reciclagem de 50% para diversos materiais que compõem os RU (Resíduos Urbanos), tais como o plástico, o vidro, o papel/cartão e os metais.

Dado o elevado potencial que a tecnologia de TMB apresenta na recuperação para reciclagem de diversos materiais que compõem os RU, considera-se que esta poderá dar uma contribuição importante para se atingirem essas novas metas.

Em relação a este aspecto é de referir em especial o potencial que o TMB apresenta para a recuperação de diversos tipos de plástico, o que tem muita relevância se tivermos em conta que este é o material que a nível dos RU apresenta as mais baixas taxas de reciclagem.

Por outro lado, o TMB ao tratar a matéria orgânica, através de processos biológicos (digestão anaeróbia e/ou compostagem) com a produção de composto, pode dar um importante contributo para mais facilmente se atingirem as metas estabelecidas a nível europeu para desvio de matéria orgânica dos aterros.

O TMB ao potenciar a reciclagem de materiais e a redução da colocação de matéria orgânica nos aterros é seguramente uma potente ferramenta para a redução da emissão de gases de efeito de estufa. Basta lembrar que a reciclagem de uma tonelada de plástico

permite a poupança de 1,4 toneladas de CO<sub>2</sub>eq e que retirar uma tonelada de RU indiferenciados do aterro permite poupar mais de 400 kg de CO<sub>2</sub>eq (Evalue, 2006).

Face ao exposto e tendo em conta a inexistência de uma estratégia nacional para a valorização material dos materiais recicláveis provenientes do TMB, considerou-se relevante a realização do presente estudo que tem como objectivos principais a caracterização da situação actual em termos de reciclagem nos TMB e a apresentação de propostas de estratégia para a maximização da reciclagem nessas unidades de tratamento de RU.

Como maximização da reciclagem consideraram-se todas as acções que pudessem contribuir para uma melhor separação de recicláveis nos TMB, assim como para a sua valorização material, incluindo aqui os materiais como os plásticos, os metais, o papel/cartão, o vidro e também o composto.

## **2. OBJECTIVOS**

Os Principais objectivos do presente estudo desenvolvido pela Quercus são:

- Identificar o potencial do TMB para contribuir para a reciclagem de Resíduos Urbanos;
- Identificar as melhores tecnologias disponíveis ao nível desta opção de tratamento de resíduos;
- Propor medidas e estratégias para melhorar o desempenho das unidades de TMB nacionais ao nível da triagem de recicláveis;
- Identificar as limitações e propor soluções para a maximização da valorização material (reciclagem) dos materiais recicláveis;
- Identificar as limitações e propor soluções para o fomento da valorização orgânica do composto obtido nas unidades de TMB.

### 3. METODOLOGIA E RECOLHA DE INFORMAÇÃO

A metodologia seguida incluiu a realização de inquéritos às unidades de TMB existentes e projectadas em Portugal e o levantamento das melhores tecnologias disponíveis para triagem de recicláveis no TMB a nível nacional e internacional.

Igualmente foram feitos diversos contactos com os principais agentes responsáveis pela valorização material do composto e dos diversos materiais recicláveis obtidos nestas unidades de tratamento de resíduos.

Antes dos contactos e envio dos inquéritos às unidades, foi feita uma investigação e pesquisa bibliográfica, sobre as unidades de TMB internacionais. Pesquisa essa realizada através de websites da especialidade, relatórios referenciados, e artigos sobre TMB, que nos guiaram às melhores opções disponíveis deste tipo de tecnologia. A nível das unidades nacionais de TMB, utilizou-se a lista de unidades projectadas e existentes, que era do conhecimento da Quercus, para o contacto e posterior estudo do funcionamento destas unidades

No que se refere ao tratamento biológico (compostagem e digestão anaeróbia) deu-se principal atenção aos processos mecânicos de preparação dos materiais antes do tratamento biológico e afinação final após esse processo.

Em relação ao processo biológico, propriamente dito, não foi desenvolvida recolha de informação detalhada, uma vez que se considerou que já existe muita informação disponível sobre as diferentes tecnologias e que os sistemas nacionais de tratamento de RU estão bastante bem documentados sobre esse assunto.

Assim, considerou-se apenas relevante recolher informação sobre algumas novas tecnologias que estão a surgir no mercado. As diferentes estratégias apresentadas incluem componentes técnicas e medidas políticas de forma a ser possível maximizar a taxa de reciclagem nos TMB.

### 3.1. Unidades de TMB Internacionais

Para obter informação sobre a situação internacional em termos de reciclagem em unidades de TMB, foram feitos vários contactos para a obtenção de balanços de massas (*inputs/outputs* de resíduos) das diversas unidades.

Infelizmente, na maior parte dos casos as entidades responderam que essa informação era confidencial, o que dificultou a escolha das unidades a visitar. Em todo o caso, foi fácil constatar que as abordagens a este assunto variam de País para País em função das taxas de reciclagem já existentes, do apoio que as entidades gestoras das embalagens e resíduos de embalagem dão à triagem nos TMB e ainda da necessidade de matéria orgânica no solo.

a. Unidades TMB internacionais contactadas que contribuíram para a elaboração do estudo

- Australia (Sidney) e Israel (Tel Aviv)
- Bélgica (Flandres)
- Espanha (Vitoria-Gasteiz)
- Espanha (Madrid)
- Alemanha (obteve-se uma visão geral de todos os TMB no país)
- França (Launay – Lantic)

b. Unidades visitadas

- Alemanha (Munster)
- Espanha (Tudela)
- Espanha (Barcelona, ecoparc 1)
- Espanha (Barcelona, Higienização activa)

Todas estas Unidades, possuem diferentes formas e opções de tratamento de resíduos, bem como diferentes taxas de reciclagem e diferentes custos de construção. A escolha das unidades visitadas deveu-se a factores como, a disponibilização de dados por parte das unidades, a transparência nessa disposição de informação, as taxas de reciclagem que apresentavam (Munster), o seu bom funcionamento (Tudela), ou o facto de ser uma tecnologia diferente das tradicionais utilizadas (Barcelona - Higienização activa ).

### 3.2. Unidades de TMB em Portugal

Para chegar ao objectivo de conhecer a realidade portuguesa sobre os balanços de massa e processos de triagem em unidades de TMB, elaboraram-se dois inquéritos que foram enviados a todas as entidades responsáveis pela gestão de Resíduos Urbanos com unidades de TMB em operação ou projectadas. Através destes inquéritos pretendeu obter-se informação quanto à caracterização dos resíduos entrados nas unidades, assim como dados sobre os balanços de massa reais nas unidades existentes ou expectáveis nas unidades projectadas, para além de elementos sobre o processo de triagem de recicláveis.

Assim, além da resposta ao inquérito, onde colocariam a informação relativa aos *inputs/outputs* dos variados sistemas, foi pedido que enviassem o *layout* da unidade, o diagrama de fluxos, a descrição dos equipamentos e ainda informação sobre medidas previstas para melhoria dos projectos.

A generalidade dos sistemas de gestão de resíduos responderam ao inquérito enviando a informação requerida, embora em alguns casos tenha sido necessário fazer novos contactos para esclarecimento sobre incoerências detectadas na informação enviada.

Devido a razões de confidencialidade exigidas pela APA, não são identificadas as empresas nacionais de gestão de resíduos (UTMB) sob as quais incidem este estudo. A cada Unidade irá corresponder uma letra de A a Z e ainda os símbolos # e &.

## **b) Caracterização dos Resíduos Urbanos**

Dos contactos com diversos sistemas de gestão de resíduos com TMB existentes e projectados foi muitas vezes argumentado que as diferenças entre as taxas de reciclagem obtidas ou previstas nas diferentes unidades de TMB se deviam, não às tecnologias de separação utilizadas, mas sim devido à diferente composição dos resíduos. Para esclarecer este aspecto, recolheu-se informação sobre as caracterizações dos resíduos de muitos sistemas. (ver anexo II)

A conclusão foi que a composição dos RU não varia muito em função da região abrangida pelo sistema de gestão de resíduos, quer seja mais urbano ou mais rural, sendo de salientar a pouca variação de percentagem de embalagens de plástico que, depois da matéria orgânica, é o material que mais se tria nas unidades de TMB.

Conclui-se assim que a eficiência de um TMB não variará muito em função da região abrangida, mas sim em função dos equipamentos e processos de triagem instalados.

## 4. PRINCIPAIS RESULTADOS

O Balanço de Massas e os dados resultantes da recolha de informação apresentam-se sintetizados em anexo III, onde também são apresentados todas as percentagens bem como a fórmula utilizada para obtenção das taxas de reciclagem.

### 4.1. Taxa de Produção de Composto

De acordo com a informação que consta no anexo III (tabelas 15 a 17), conclui-se que em 11 dos casos a taxa de produção de composto varia entre 8% a 14%.

Com altas taxas de composto à que referir o sistema da Unidade Z que produz 14,2% de composto, da Unidade T com 15% e o da Unidade N que produz 22,2%, mas neste TMB estão incluídos os RUB provenientes da recolha selectiva, pelo que este sistema não é representativo no que se refere a este parâmetro.

Também as estimativas previstas para o TMB da Unidade X apontam para produções muito elevadas de composto (30%), sendo a justificação o facto de as minhocas transformarem em composto praticamente todo o papel/cartão que não é triado à cabeça.

Abaixo de 8% encontram-se apenas dois TMB, nomeadamente a Unidade O com 5,7% que, como já foi referido, tem uma baixa taxa de produção de composto devido ao processo de afinação. O outro sistema é a Unidade Q com 6,7%, mas este sistema não é representativo porque não tem capacidade para fazer o tratamento biológico de uma parte significativa dos resíduos orgânicos que passam no tratamento mecânico.

Pode-se admitir que a produção de composto média num TMB clássico (digestão anaeróbia e/ou compostagem) deverá variar entre 9% e os 11%.



## 4.2. Taxas de Reciclagem no Tratamento Mecânico

Analisando os dados recolhidos no anexo III, conclui-se que as taxas de reciclagem obtidas com a triagem no tratamento mecânico variam entre os 0,4% da Unidade Z e os 17,8% previstos para a Unidade N.

Para a triagem de recicláveis verifica-se uma grande disparidade entre os diferentes TMB, existindo basicamente 3 grupos de unidades:

- 5 Unidades com triagem de recicláveis inferior a 3% dos Resíduos Urbanos: as unidades já existentes B, O, Z e T e ainda o novo TMB da Unidade V. Estas unidades apenas procedem à triagem manual dos recicláveis após passagem num trommel. Algumas unidades não possuem abre-sacos e outras têm poucos ou nenhuns recursos humanos afectos à triagem.
- 6 Unidades com triagem de recicláveis entre 5% e inferior a 10% dos Resíduos Urbanos: as novas unidades A, B, G (1 e 2), S e T2. A taxa de triagem nestas unidades é difícil de estimar, uma vez que algumas não têm separadores balísticos e nenhuma tem separador óptico, embora algumas tencionem utilizar no futuro as unidades de triagem de recolha selectiva como sistema complementar à triagem feita no TMB.
- 6 Unidades com triagem de recicláveis igual ou superior a 10%: as novas unidades D, X, H, N, Q e ainda a unidade já existente U. Com a excepção da Unidade X, estas unidades são das que mais investiram em equipamentos de triagem, nomeadamente separadores balísticos complementados por separadores ópticos.

### 4.3. Taxa de Reciclagem Global

Para a taxa de Reciclagem Global observam-se essencialmente três categorias, relacionadas com a maior ou menor produção de composto e com a eficiência da triagem recicláveis:

- 3 Unidades com taxa de reciclagem global menor que 25%: a unidade existente O, e as novas unidades A e Q, embora estas duas últimas apenas vão tratar uma parte da matéria orgânica que entra na unidade de TMB
- 7 Unidades com taxa de reciclagem maior ou igual a 25% e menor que 40%: as novas unidades D (com 39,6%), G (1 e 2) e da T2, assim como as unidades já existentes W, da Z e da T1.
- 7 Unidades com taxa de reciclagem maior que 40%: a unidade existente U e as novas unidades B, X, H, N, S e V.

## 5. CONDICIONANTES PARA A OBTENÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

### a) Aspectos Económicos

- Os custos da triagem são elevados e sempre superiores ao custo de triagem em unidades preparadas para materiais provenientes da recolha selectiva

### b) Sociedade Ponto Verde (SPV)

- O Processo de triagem de recicláveis nos TMB depende do valor desses materiais no mercado da reciclagem. A SPV deverá incentivar, dando apoio financeiro necessário à separação dos materiais (resíduos).
- No que se refere ao VIC (valor de informação e motivação), ainda que a SPV tenha por enquanto assumido esse incentivo, é importante que numa futura renovação da licença da SPV este aspecto seja devidamente acautelado pelo Ministério do Ambiente, podendo se assim não for, comprometer o aproveitamento de muitos materiais para reciclagem assim como de se pôr em causa o cumprimento das actuais e futuras metas de reciclagem.

### c) Concorrência dos CDR

- Os CDR são um forte concorrente à reciclagem e à recuperação de materiais, observando-se em muitas unidades de tratamento que já optaram por esta solução (CDR), baixas taxas de reciclagem de plástico (Unidades T e G). Deveria ser desincentivada a produção de CDR com materiais vindos do TMB. Particularmente no caso do plástico, dado que é um material de fácil triagem nos TMB e que quando incorporado no CDR dá-lhe características de combustível fóssil, uma vez que o carbono do plástico não é biogénico.

## **6. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES RESULTANTES DO ESTUDO**

Como já referido anteriormente, no âmbito do PERSU II foi definido que o Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) seria a principal opção para o tratamento dos resíduos urbanos (RU) com o objectivo de se cumprirem as metas de redução da deposição da matéria orgânica em aterro. Por esse motivo, Portugal vai ficar dotado de pelo menos 19 unidades de TMB que tratarão mais de 1,5 milhões de toneladas de resíduos urbanos.

As novas metas de reciclagem previstas ao nível da Directiva – Quadro dos resíduos e as novas metas de reciclagem de embalagens vão obrigar Portugal a um esforço maior de reciclagem.

As unidades de TMB apresentam um grande potencial para a obtenção de materiais reciclados, nomeadamente vidro, cartão, metais e plástico.

A fileira do plástico é aquela que apresenta valores mais baixos de reciclagem, sendo a que mais pode beneficiar com a tecnologia do TMB.

Portugal é um país com vastas áreas de solos com baixos teores de matéria orgânica, sendo esse um factor limitante para a sua fertilidade. O composto do TMB pode ser um importante contributo para a recuperação gradual desses solos.

As diversas reduções de gases de efeito de estufa permitidas pelo TMB, tais como: a diminuição das emissões de gás metano através da redução da matéria orgânica em aterro, poupança de energia através da obtenção de materiais recicláveis, produção de energia renovável (biogás) e ainda sequestro de carbono pela aplicação de composto no solo, fazem da tecnologia de TMB uma importante ferramenta para o combate às alterações climáticas.

### **6.1. Situação Internacional**

Uma das conclusões a que se chegou foi que a triagem nos TMB mais evoluídos assenta essencialmente em processos bastante divulgados, como seja a utilização de abre-sacos e trommel, seguida de triagem de recicláveis com separador balístico e separador óptico,

existindo casos em que se procede à aspiração de leves. (mais especificações relativamente a aspectos técnicos de equipamentos, consultar anexo IV)

No entanto, foram também identificadas tecnologias bastante inovadoras, tais como a separação dos resíduos através de via húmida (sistema hidromecânico) seguido de digestão anaeróbia da fracção orgânica (Australia e Israel) ou a separação dos resíduos após processo de autoclavagem (Barcelona – Espanha).

De um modo geral pode-se considerar que a percentagem de reciclagem que se obtém nos TMB a nível internacional está muito dependente da realidade do país.

Em Países como a Alemanha ou a Bélgica os produtos resultantes da triagem no TMB, assim como a matéria orgânica estabilizada, não são normalmente encaminhados para a reciclagem, devido às seguintes razões:

- Existem taxas de recolha selectiva de RU superiores a 50%, pelo que são menos relevantes os materiais recicláveis provenientes do TMB;
- Existe muita matéria orgânica no solo e muitas fontes de composto de maior qualidade, pelo que tem pouco interesse a aplicação no solo do composto do TMB;
- Devido às baixas temperaturas ao longo do ano, existe a possibilidade de aproveitar o calor dissipado resultante da incineração de CDR proveniente dos TMB, sendo incinerados muitos materiais recicláveis.

Em Países como a Espanha ou a França a situação é a seguinte:

- Existe algum interesse pela aplicação de composto de TMB no solo devido às grandes áreas de terrenos agrícolas existentes e à carência de matéria orgânica no solo (especialmente em Espanha);
- As temperaturas mais amenas não permitem rentabilizar tanto a produção de CDR a partir de rejeitados do TMB;

- A taxa de reciclagem nos TMB em França é menor do que em Espanha porque em França não há apoio à separação de recicláveis no TMB, enquanto em Espanha já há algum apoio, embora ainda haja materiais para os quais a entidade gestora não apoia a triagem como é o caso do filme plástico.

## 6.2. Situação em Portugal

A situação portuguesa em termos de aproveitamento de recicláveis nos TMB é francamente mais favorável do que nos países já descritos, em virtude das seguintes situações:

- A baixa taxa de reciclagem no País levou a valorizar os materiais provenientes do TMB;
- .
- A Sociedade Ponto Verde tem apoiado a separação de quase todos os recicláveis obtidos no TMB, incluindo o filme plástico, faltando apenas os plásticos mistos;
- .
- As empresas de reciclagem de plástico têm-se vindo a adaptar à recepção de plásticos provenientes do TMB;
- .
- Existem vastas áreas de solos em Portugal que apresentam baixos teores de matéria orgânica;
- .
- Para além do composto do TMB não existem muitas fontes de matéria orgânica devidamente estabilizada, tendo a recolha selectiva de resíduos orgânicos ainda uma fraca expressão.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTUDO

Considerando a informação recolhida sobre as melhores práticas de triagem em TMB a nível internacional, assim como a experiência a nível nacional, principalmente ao nível da Unidade U, são de salientar os seguintes aspectos: existe tecnologia disponível que permite taxas globais de reciclagem nos TMB superiores a 50% e taxas de recicláveis no TM superiores a 10%, sendo os plásticos dos materiais onde o TMB mais pode ajudar a aumentar a reciclagem.

Além Unidade U, pelo seu elevado desempenho e alto nível de triagem de recicláveis, à que destacar também, o TMB da Unidade X, pela solução inovadora a nível mundial (vermicompostagem – compostagem com minhocas) e que apresentam um grande potencial em termos de reciclagem.

Ainda assim, das 19 unidades de TMB em operação e em construção há a salientar que algumas das maiores unidades que estão a ser construídas não prevêem a instalação de equipamentos considerados essenciais para se atingirem elevadas taxas de reciclagem.

É então importante e fundamental que a Agência Portuguesa do Ambiente intervenha no sentido de estes projectos virem a incluir as melhores tecnologias disponíveis para a triagem de recicláveis.

O plástico é o principal material reciclável obtido no tratamento mecânico dos TMB, sendo genericamente aceite pelos recicladores nacionais. No estudo foram identificadas algumas medidas para melhorar a qualidade do plástico que é obtido nos TMB de forma a tornar mais rentável a sua reciclagem.

Foram igualmente identificadas medidas para incrementar o consumo de produtos em plástico reciclado que podem ajudar a valorizar o plástico obtido nos processos de TMB.

Outro aspecto fundamental é garantir que a Sociedade Ponto Verde continue a apoiar a recuperação de materiais recicláveis no TMB e que os valores pagos aos sistemas reflectam os reais custos dessas operações.

As unidades de TMB existentes e previstas deverão estar a produzir dentro de dois anos cerca de 150.000 toneladas de composto por ano.

A vinha, a fruticultura e os eucaliptais são as culturas com maior apetência para a utilização do composto do TMB. A significativa dimensão das áreas dessas culturas e a grande carência de matéria orgânica dos solos onde estão a ser desenvolvidas são garantias de que os quantitativos do composto do TMB serão facilmente escoados desde que para tal seja desenvolvida uma estratégia adequada.

As maiores limitações à aplicação do composto do TMB têm sido o desconhecimento das suas características por parte de alguns agricultores, a dificuldade de aplicação em zonas com elevado declive e os problemas associados à pequena propriedade. Para além destes aspectos existe ainda o problema de se correr risco de Portugal, ou a União Europeia, criarem legislação desnecessariamente exigente sobre a aplicação deste tipo de composto, o que pode inviabilizar a sua aplicação numa larga escala.

Propõe-se assim que se tenha muito cuidado na criação de legislação neste sector e que sejam tidos em conta os alertas que constam do estudo sobre determinados aspectos da actual proposta de especificações técnicas para o composto.

Por outro lado, é fundamental que sejam dados apoios para o transporte de composto do TMB para o interior do país, com o objectivo de ajudar a combater a desertificação que ameaça vastas áreas dos nossos solos.



## BIBLIOGRAFIA

- Angeoleto, F. (2008) *Pelos Quintais de Sarandi: Ecologia Urbana e Planejamento Ambiental*. Departamento de Ciências Sociais. Universidade Estadual de Maringá.
- APA (2010) *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2008*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Almeida, J.F. (1997). *Os Portugueses e o Ambiente*. 1º Inquérito Nacional. Relatório Final. Observa. Lisboa
- Almeida, J.F. (2001). *Os Portugueses e o Ambiente*. 2º Inquérito Nacional. Resumo. Observa. Lisboa.
- Beck, Ulrich (2000), *Risk Society. Towards a New Modernity*. London. Sage
- Berkemeier, R. (2009). *Vermicomposting of Unsorted Municipal Solid Waste*. Waste-to-Resources 2009, III International Symposium MBT & MRF. Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza. Lisboa.
- Berkemeier, R.(coord.) Carteiro, P. Costa, J. Lima, C. Pinto, R (2010). *Reciclagem no Tratamento Mecânico e Biológico de Resíduos Urbanos*. Estudo da Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza para a APA – Agência Portuguesa do Ambiente sobre Reciclagem no TMB
- Bérrios, M. (2003). *Aterros Sanitários: Solução Relativa*. Anuais do X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro.
- Carteiro, P. (2007). *Tratamento Mecânico e Biológico. Solução de Reciclagem e Tratamento para os Resíduos indiferenciados*. Quercus – ANCN. Lisboa.
- Carvalho, D.W. (2006). *Riscos Ecológicos e a sua Gestão pelo Direito Ambiental*. Estudos Jurídicos. 39 (1): 13-17 Janeiro-Junho. Unisinos

- Dagnino, R. (2004). Resíduos Sólidos: Lixo ou Matéria-prima? Disponível em: <http://www.artigos.com/artigos/sociedade/residuos-solidos:-lixo-ou-materia%11prima?-687/artigo/>
- Duarte, D. (*Aula nº2*) *Curso de Arquitectura, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Sustentabilidade. Definições e aspectos dos edifícios e cidades*. Departamento de Tecnologia. Faculdade de Arquitectura e Urbanismo. Universidade de São Paulo. Disponível em: [www.usp.br/.../aut0221/Aulas/Aula\\_2 - Conceitos de Sustentabilidade.pdf](http://www.usp.br/.../aut0221/Aulas/Aula_2_-_Conceitos_de_Sustentabilidade.pdf). Consultado em: Julho de 2010.
- Estatutos da Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza. Publicado na página 33479 do D.R. n.º 221, 2.ª Série, de 16 de Novembro de 2007
- EVALUE (2006). *Impacto das Opções e Oportunidades de Gestão de Resíduos na Mitigação de Gases de Efeito de Estufa*. Estudos e Projectos de Ambiente e Economia
- IPCC (2001, 2007). "Climate Change (2001 e 2007)", the IPCC (third and Fourth) Assessment Report. Disponível em: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_and\\_data\\_reports.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm)
- Juniper (2005) *MBT: A Guide for Decision Makers – Processes, Policies and Markets*. Juniper Consultancy Services
- Kennedy, C. (2007). *Urban metabolism*. Industrial Ecology. Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland
- Leopold, A.(2008) *Pensar como uma Montanha*. Edições Sempre em pé. Lisboa
- Mela, A. Belloni, M.C. Davico, L. (2001). *A Sociologia do Ambiente*. Temas de sociologia. Editorial Estampa. Lisboa.

- *Moderna Enciclopédia Universal* (1987). Tomo VII. Círculo de Leitores. Lexicoteca.
- Nazareth, J.N. (1993). *Demografia e Ecologia Humana*. Análise Social, vol.xxviii (123-124), 879-885
- Odum, E. (1979) *Fundamentos de Ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian. 3ª edição. Lisboa.
- Odum, H.T. (1998). *Environmental Systems and Public Policies*. University of Florida Press, EUA.
- Olivier, G.(1975). *Ecologia Humana*. Interciência Editora. Colecção U. Lisboa
- ONU (2008), *World population prospects: The 2008 Revision population database*. Disponível em: <http://esa.un.org/unpp/index.asp?panel=2>
- Ortega, E. (2003). *Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável. Exemplos de uso da metodologia energética-ecossistémica. Engenharia ecológica: conceitos básicos e importância do trabalho de h. T. Odum*. Campinas. São Paulo.
- PERSU (2006). *Plano Estratégico do Resíduos Sólidos Urbanos II – 2007/2016*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional.
- Russo, M. (2003). *Tratamento de Resíduos Sólidos*. Departamento de Engenharia Civil. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade de Coimbra.
- Seixas, J.(coord.), Dinis, R. Finote, S. (2006). *O Impacto das opções e oportunidades de gestão de resíduos na mitigação de gases com efeito de estufa*. E-value. Maio. Instituto Nacional de Resíduos. Lisboa

- Terradas, J. (2001). *Ecologia Urbana*. Rubens Editorial S.A. Barcelona
- Teixeira, N. (2009). *Recuperação de Resíduos de Embalagem através do Tratamento Mecânico e Biológico em Portugal Continental*. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.

\*

- Directiva 2007/51/CE. Parlamento Europeu e do Conselho. (2007-09-25)
- Directiva EC/1907/2006. Parlamento Europeu e do Conselho. (2006-06-01)

\*

## ANEXOS

### Anexo I

(Equipamentos de Triagem)

## EQUIPAMENTOS DE TRIAGEM

Os equipamentos de triagem em TMB são essencialmente o abre-sacos, precedido ou não de um crivo de rotação (trommel) para volumosos, seguido de um trommel para separação dos finos - que seguem para tratamento biológico – e dos grosseiros que seguem para posterior triagem. Os finos são normalmente sujeitos a separação de metais ferrosos e não ferrosos.

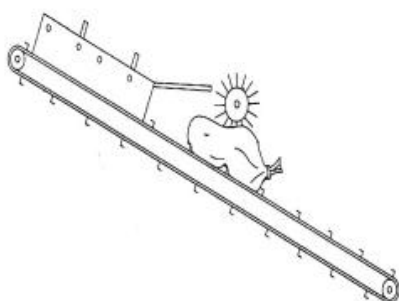
A triagem dos grosseiros pode ser feita através de separadores balísticos que separam os resíduos em 3 fracções (rolantes, planos e finos). Os finos normalmente seguem para o tratamento biológico, enquanto os rolantes passam por separadores ópticos que separam diversos tipos de plásticos e ECAL - Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos e ainda por

separadores de metais ferrosos e não ferrosos. Outra possibilidade é os rolantes seguirem para triagem manual e separadores de metais.

Os planos podem sofrer aspiração de filme plástico ou irem directamente para triagem manual. Existe um caso em que é feita a triagem de filme plástico através de separadores ópticos.

#### a) Sistema de abertura de sacos

- Nome: Abre-sacos.
- Função: Grande parte dos resíduos que chegam às unidades de tratamento vem dentro de sacos, pois resulta da recolha dos RU indiferenciados. Este sistema permite a abertura dos sacos, através de lâminas que colocadas num rotor em espiral rompem os sacos e doseiam o escoamento do material. Outra possibilidade é a colocação de lâminas num crivo rotativo que assim faria duas funções: crivagem e abertura de sacos.
- Localização: no início do processo, podendo ser precedido por uma triagem de volumosos feita manualmente ou através de crivo rotativo.



**Figura 3 Sistemas de abertura de sacos**

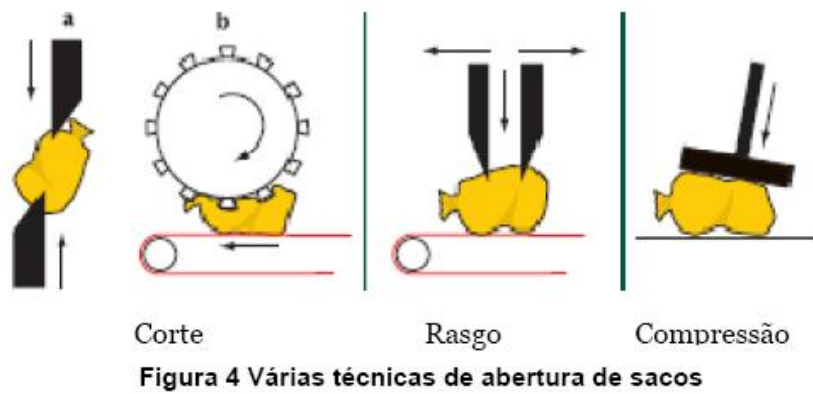


Figura 5 Abre-sacos

#### b) Separação por crivagem

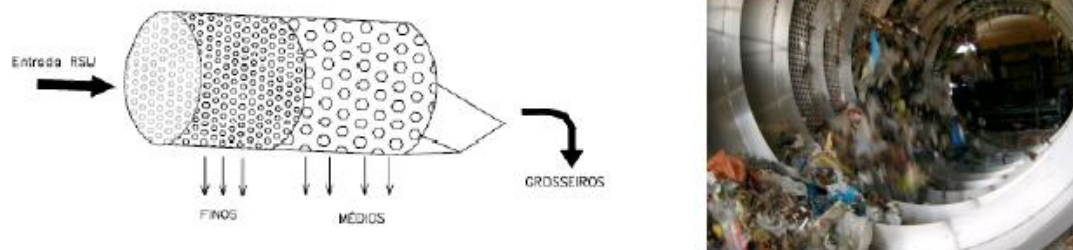
- Nome: Crivo Rotativo ou Trommel.
- Função: separar através de um crivo os diferentes materiais, classificando-os em finos, médios ou grosseiros. Os crivos possuem malhas variáveis, de acordo com o tamanho a que se quer crivar.

Os materiais maiores (plásticos, têxteis, cartões e metais) que não passam na malha poderão depois ser recolhidos numa linha de triagem



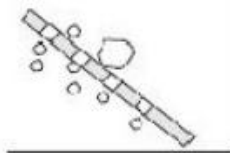
para reciclagem. Os materiais que passam através da malha de orifícios mais finos, vão directamente para a valorização orgânica.

- **Localização:** O crivo rotativo normalmente situa-se no início do processo depois da descarga dos resíduos e da sua passagem por uma triagem de volumosos e/ou um sistema de abre-sacos.



**Figura 6 Crivo em cilindro rotativo**

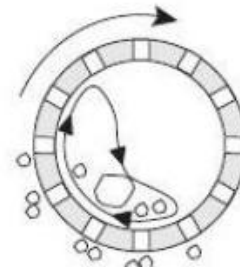
Crivo em peneira fixa



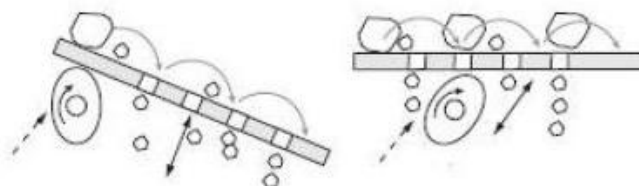
Crivo por discos



Trommel



Crivo em peneira



Inclinado e Plano

**Figura 7 Princípios da técnica de crivagem**

No trommel normalmente:

- A longitude da peneira pode situar-se entre 6.000 a 12.000 mm;
- O diâmetro do tambor entre 2.500 a 3.000 mm;

- A potência de 11 a 18,5 KW (aproximadamente);
- Uma inclinação fixa de 4°.



**Figura 8 Peneira do trommel**

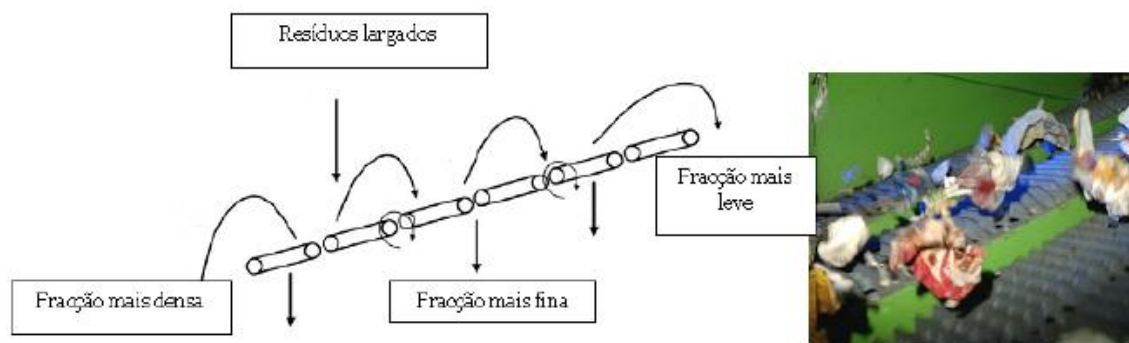
### **c) Separador balístico**

- Nome: Separador balístico
- Função: esta técnica separa de acordo com as propriedades dos materiais (densidade, forma e granulometria). De acordo com a experiência da generalidade dos operadores de TMB este equipamento é fundamental para garantir uma adequada separação dos diversos materiais recicláveis e remoção de resíduos orgânicos.

Os resíduos são largados numa superfície inclinada composta por várias chapas perfuradas, montadas paralelamente e que se agitam. As chapas possuem placas perpendiculares denteadas que fixam os resíduos não rolantes.

A fracção mais densa e rolante é conduzida por gravidade para a parte inferior da plataforma. A fracção mais fina (areias, pedras e matéria orgânica) passa pelos orifícios da plataforma e junta-se à fracção orgânica crivada anteriormente com destino à compostagem. A fracção dos materiais planos e leves, desloca-se através do movimento da plataforma para a parte superior, onde depois seguirá para triagem de papel/cartão e filme plástico.

- Localização:



**Figura 9 Separador balístico**

Os separadores balísticos normalmente têm:

- Cobertura exterior é ventilada e as suas peneiras variam conforme o desenho do equipamento;
- Uma capacidade máxima entre 70 a 200 m<sup>3</sup>/h;
- Uma área de peneira entre 10 a 30 m<sup>2</sup>;
- Entre 2 a 3 ventiladores;
- Uma potência instalada de 6 a 11 KW;
- E um intervalo de inclinação regulável hidráulico de 9 a 18°.



**Figura 10 Separador balístico**

#### d) Separadores ópticos

- Nome: Separador óptico
- Função: Esta técnica permite a separação de materiais através das suas propriedades de difracção, utilizando raios infra-vermelhos e fazendo uma triagem de acordo com o tipo, cor ou forma do material. O material passa por um sensor que poderá activar uma propulsão de ar de modo a atingir a fracção desejada. Esta técnica permite a separação de polímeros plásticos específicos (PET e PEAD) e ainda plásticos mistos e ECAL. Recentemente também está a ser utilizada para separar filme de polietileno.
- Localização: depois da separação com balísticos e da separação de metais

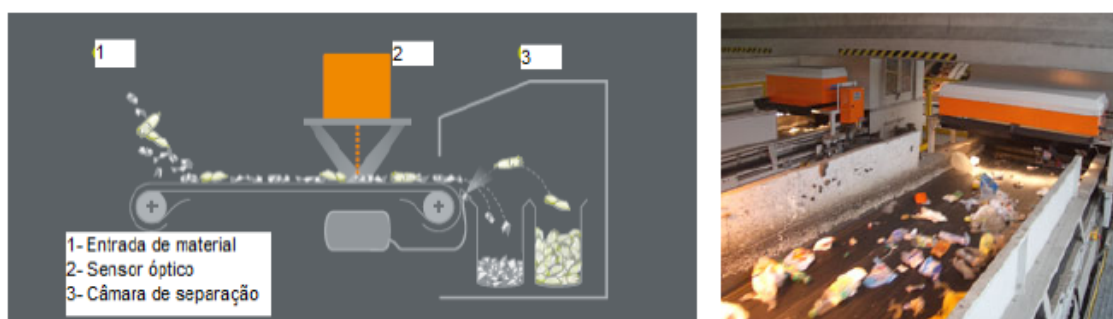


Figura 11 Separador óptico

#### e) Separação Manual

- Nome: Unidades de Triagem Manual
- Função: São constituídas por cabines onde o fluxo de materiais passa através de esteiras rolantes, podendo ser utilizadas para separar manualmente os materiais potencialmente prejudiciais ao sistema, como os volumosos, mas também os valorizáveis como o vidro e principalmente os plásticos e o papel/cartão.
- Localização: poderá encontrar-se em diversos pontos do processo





Figura 12 Cabine de triagem manual

#### f) Separador magnético

- Nome: Separador magnético
- Função: Esta técnica permite separar os resíduos com propriedades magnéticas (metais ferrosos). Este sistema é composto por um electroíman revestido por uma tela transportadora. Os resíduos ferrosos que circulam num tapete, ao entrarem no seu campo magnético são atraídos por este e recolhidos pela tela, levando-os para fora do campo magnético onde caem para um contentor.
- Localização: localiza-se normalmente depois dos crivos ou separador balístico e antes da corrente de Foucault

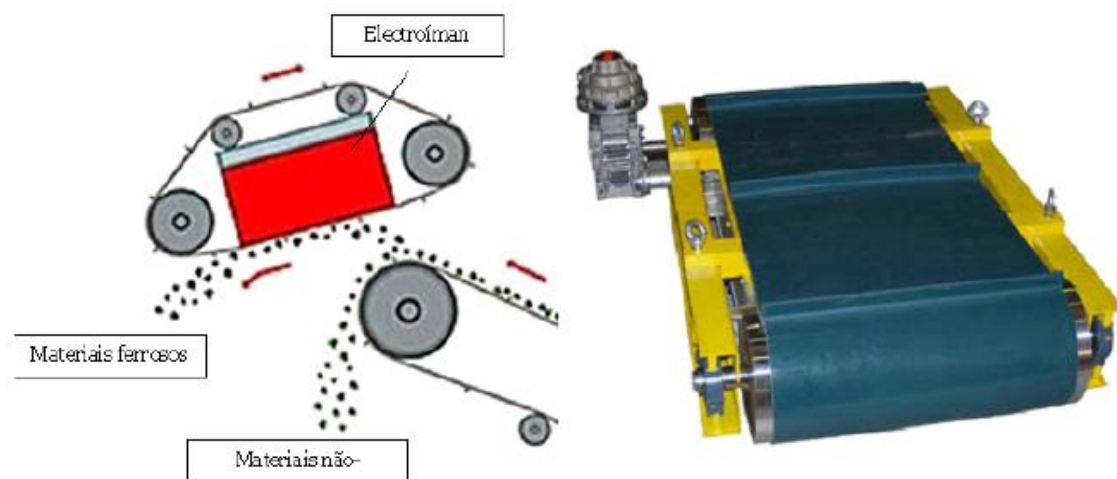


Figura 13 Separador magnético

### e) Separador de metais não ferrosos - Corrente de Foucault

- Nome: Separador de metais não ferrosos
- Função: Esta técnica separa os resíduos de acordo com as propriedades de condutividade eléctrica dos materiais, serve para separar metais não-ferrosos como o alumínio e cobre. É uma técnica que utiliza forças repulsivas sobre os materiais que são bons condutores eléctricos, projectando-os para longe, enquanto os não condutores caem mais perto, pela gravidade, sem sofrerem força repulsiva.
- Localização: deve localizar-se depois do separador magnético, evitando o contacto desta tecnologia com metais ferrosos.

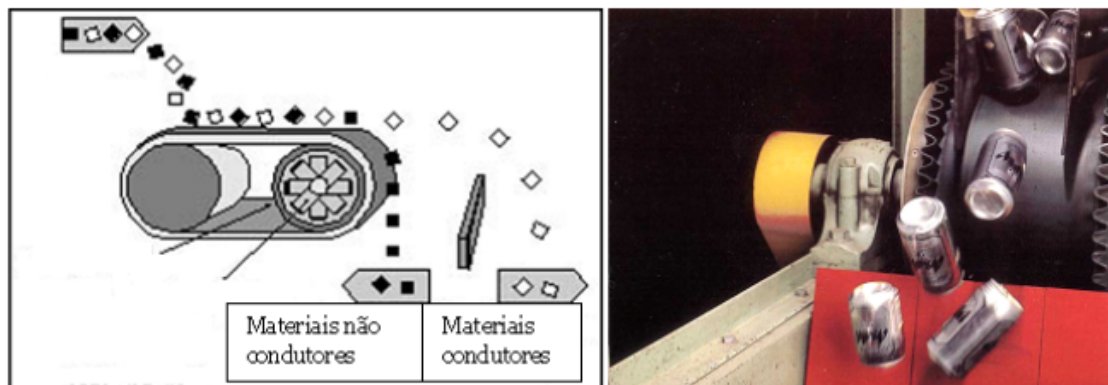
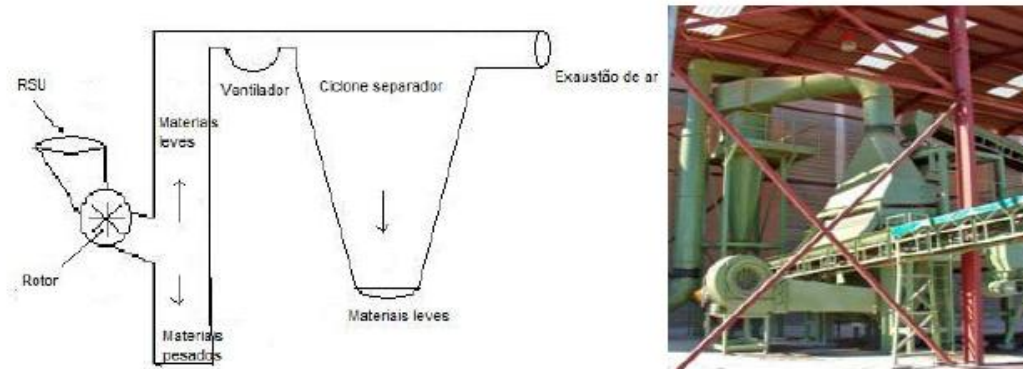


Figura 14 Separação por corrente de Foucault

### g) Sistema de aspiração ou corrente de ar

- Nome: Sistema de aspiração ou corrente de ar
- Função: Esta técnica permite através de corrente de ar ou aspiração, separar materiais consoante o seu peso. Os materiais mais leves (plásticos e cartões) são levados por um ciclone numa turbina em sentido contrário ao do fluxo dos materiais. Enquanto os materiais mais pesados (pedras e vidros) seguem no tapete transportador.
- Localização: pode estar localizado após o trommel ou após o balístico, aplicando-se neste caso ao fluxo dos planos.



**Figura 15 Separador por aspiração ou corrente de ar**



**Figura 16 Sistema de Aspiração**

## Anexo II

### (Caracterização dos Resíduos)



Tabela 12 Caracterização dos Sistemas em relação à matéria orgânica e embalagens

Sistema	Ano	Matéria orgânica putrescível (%)	Embalagens (%)	Embalagens de plástico (%)
Unidade A	2009	38,7	30,1	10,4
Unidade K	2003	34,7	27,4	11,0
Unidade W	2008	29,9	25,0	9,9
Unidade C	2009	58,4	13,8	7,4
Unidade D	2009	32,6	20,7	9,9
Unidade E	2004	48,7	26,4	11,5
Unidade F	2009	53,7	18,1	9,7
Unidade G	2003	32,3	23,9	9,2
Unidade H	2009	31,7	23,8	12,1
Unidade I	2006	41,5	26,3	13,6

Tabela 13 Caracterização dos Sistemas em relação à matéria orgânica e embalagens (continuação)

Sistema	Ano	Matéria orgânica putrescível (%)	Embalagens (%)	Embalagens de plástico (%)
Unidade J	2003	36,6	29,2	9,6
Unidade #	2009	38,3	24,3	9,4
Unidade L	2009	45,0	20,4	7,1
Unidade M	2009	44,2	21,3	8,9
Unidade N	2008	49,3	27,9	12,8
Unidade P	2008	38,2	28,1	10,3
Unidade Q	2009	37,0	16,8	7,4
Unidade R	2003	33,1	27,0	10,1
Unidade S	2009	37,8	23,8	8,5
Unidade T	2009	49,0	23,5	10,2
Unidade U	2003	34,9	21,8	8,5
Unidade V	2009	41,2	20,0	8,9
Unidade &	2002	34,8	29,1	10,1
Unidade Y	2002	38,8	22,7	8,8

Notas:

(Unidade C) Apresenta um valor muito elevado de têxteis e resíduos de jardins, o que pode estar na origem do reduzido peso percentual das embalagens e embalagens de plástico.

(Unidade L) Apresenta um valor muito elevado de plásticos não embalagem (4,4%).

(Unidade N) Possui um valor muito elevado de filme plástico (10,3%) uma parte do qual deve ser de origem agrícola ou industrial.

(Unidade Q) Apresenta um valor baixo de embalagens e embalagens de plástico que se deve justificar pelo facto de apresentar um valor de zero para embalagens de filme plástico de PE (polietileno) e um valor anormalmente elevado (9,5%) para os plásticos não embalagem, sendo de supor que o filme plástico de PE de embalagem foi incluído erradamente naquela categoria. Também é de supor que nos plásticos não embalagem esteja muito filme plástico da agricultura, devido à unidade estar situada em região agrícola.

(Unidade I) O elevado teor de embalagens plásticas nos RU poderá dever-se a uma baixa taxa de recolha por parte dos operadores privados junto da indústria e do comércio.

(Unidade &) A elevada percentagem de embalagens poderá justificar-se com as significativas quantidades de cartão (7,7%) e de vidro (7%).

(Unidade J) A elevada percentagem de embalagens nestes sistemas poderá justificar-se com as significativas quantidades de cartão (7,9% na Unidade R e 9,2% na Unidade J).

Da análise da tabela, pode-se concluir que não existe grande variação na composição dos RU a nível nacional.

## Anexo III

(Balanços de Massas)

O resumo dos dados principais apresenta-se nas Tabela 15 (unidades existentes) e Tabela 16 (novas unidades). O valor da taxa de reciclagem apresentado nessas tabelas foi calculado recorrendo à seguinte fórmula:

$$\text{Taxa de reciclagem} = [(RU - \text{Rejeitados}) / RU] \times 100$$

De acordo com esta fórmula as perdas para a atmosfera do processo biológico (CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O) são assumidas na contabilização da reciclagem orgânica uma vez que são subprodutos que são reabsorvidos no meio ambiente, não constituindo rejeitados do processo.

Tabela 15 Balanço de massas das unidades de TMB existentes

Sistema	RU a tratar (Mg/ano)	Tratamento biológico	Composto (Mg/ano)	Recicláveis no TM (Mg/ano)	Rejeitados (Mg/ano)	Taxa de reciclagem (%)
Unidade W	66.630	Compostagem	4 815 8,7 %	486 0,9 %	34 909 62,8 %	37,2
Unidade Z	125.067	Compostagem	17 783 14,2 %	444 0,4 %	88 829 71,0 %	29,0
Unidade O	29.039	Compostagem	1 518 5,2 %	30 1,0 %	24 800 85,4 %	14,6
Unidade T1	139.684	Compostagem	14 127 10,1 %	3 510 2,5 %	98 163 70,2 %	29,8
Unidade U (1)	11.492,9	Compostagem	1 221,0 10,8 %	2 223,7 19,4 %	5 275 46,0 %	54,1
Unidade U (2)	100.000	Compostagem DA	15 000 15,0 %	13 000 13,0 %	47 000 47,0 %	53,0

(1) – Dados referentes ao primeiro semestre de 2009 com a unidade numa fase inicial de laboração

(2) - Balanço de massas previsto para quando estiver a funcionar o equipamento que falta para tratar a fracção orgânica restante (20.000Mg/ano).

Em termos de tratamento biológico, nas novas unidades de TMB, para além da Unidade H que terá compostagem, e as Unidades L e X com vermicompostagem, todas as outras novas unidades terão digestão anaeróbia

Tabela 16 Balanço de massas de novos TMB

Sistema	RU a tratar (Mg/ano)	Composto (Mg/ano)	Recicláveis no TM (Mg/ano)	Rejeitados (Mg/ano)	Taxa de reciclagem (%)
Unidade A	22.724	2.122 9,3%	1.706 7,5%	17.742 78,1%	21,8
Unidade W	80.000	ND	ND	ND	ND
Unidade D	82.400	8.588,7 13,8 %	7.538,4 12,1 %	37.868,3 60,4 %	39,8

Tabela 17 Balanço de massas de novos TMB (continuar)

Sistema	RU a tratar (Mg/ano)	Composto (Mg/ano)	Recicláveis no TM (Mg/ano)	Rejeitados (Mg/ano)	Taxa de reciclagem (%)
Unidade X	3.000	900 30,0%	300 10,0%	750 25,0%	75,0
Unidade B	130.000	12.431 9,6 %	7.259 5,6 %	102.988 79,2 %	20,9
Unidade G1	174.489	14.612 8,4%	8.649 5%	112.444 64,4%	35,8
Unidade G2	174.489	14.612 8,4%	8.649 5%	112.444 64,4%	35,8
Unidade H	100.000	10.428 10,4 %	10.424 10,4 %	43.088 43,1 %	56,9
Unidade L	30.000	ND	ND	ND	ND
Unidade N	55.000	12.204 22,2 %	9.859 17,9 %	19.884 36,2 %	63,8
Unidade Q	145.000	9.747 6,7 %	14.600 10,0 %	114.529 79,0 %	21,0
Unidade S	43.000	4.928 11,5 %	2.530 5,9 %	20.447 47,6 %	52,4
Unidade T2	160.000	13.874 8,7 %	13.392 8,4 %	107.571 67,2 %	32,8
Unidade V	50.000	5.000 10,0 %	1.325 2,7 %	27.608 55,2 %	44,8

- (1) - Para além desta linha para RU, a unidade possui ainda uma linha de RUB (10.624Mg/ano) que numa segunda fase passará para 21.247Mg/ano.
- (2) - Esta unidade vai funcionar com vermicompostagem.
- (3) - A unidade de digestão anaeróbia só tem capacidade para 30.000Mg/ano de RUB e 5.000Mg/ano de resíduos verdes.
- (4) – Nos 55.000Mg/ano estão incluídos 10.000Mg RUB provenientes de recolha selectiva.
- (5) – A unidade de digestão anaeróbia só tem capacidade para 20.000Mg/ano.
- (6) – Para além desta linha de TMB para RU, a unidade inclui ainda uma linha de 40.000Mg de RUB provenientes de recolha selectiva.

## Anexo IV

(Especificações Técnicas: Equipamentos de Triagem)

Tabela 18 Equipamentos de triagem em unidades projectadas

Unidade	Crivo de volumosos antes do abre-sacos	Abre Sacos	Triagem manual de vidro	Balístico	Óptico	Aspiração filme	Triagem manual
Unidade W	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
Unidade O (1)	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Unidade Z (2)	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Unidade T (3)	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Unidade U (4)	Sim	Sim	Sim	Sim - 2	Sim	Não	Sim

(1) Triagem manual com muito poucos recursos humanos afectos. Vai apresentar um projecto para remodelação do sistema para aumentar a taxa de reciclagem

(2) A Unidade Z vai fazer uma grande remodelação do actual sistema com triagem final dos recicláveis na nova unidade de triagem de resíduos da recolha selectiva.

(3) A Unidade T está a proceder à remodelação deste TMB, mas não há informação disponível sobre este processo

(4) Possui dois separadores balísticos em sequência. Os rolantes são posteriormente separados na unidade de triagem da recolha selectiva. Possui separador óptico para o filme plástico que sai do segundo separador balístico. Triagem manual em algumas fases do processo: têxteis, cartão, limpeza do filme plástico que sai do óptico, triagem dos volumosos.

Tabela 19 Equipamentos de triagem de recicláveis nas unidades projectadas

Unidade	Crivo de volumosos antes do abre-sacos	Abre Sacos	Triagem manual de vidro	Balístico	Óptico	Aspiração filme	Triagem manual
Unidade A	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Unidade D (1)	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Unidade W	ND	No trommel	ND	ND	ND	ND	volumosos
Unidade X	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	ND
Unidade B (2)	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Unidade G1	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Cartão
Unidade G2	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Unidade H	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Unidade L (3)	Não	Sim	ND	Sim	Não	Não	Planos
Unidade N (4)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Unidade Q (5)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Volumosos
Unidade S (6)	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
Unidade T2	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim
Unidade V (7)	Não	No trommel	Não	Não	Não	Não	Sim

ND – Informação não disponível

(1) - Para além do separador óptico para diferentes tipos de plásticos, possui um separador óptico para PET cristal e PETcolour

(2) - Triagem de cartão no TMB. Os planos são triados na unidade dedicada à recolha selectiva

(3) – Os resíduos separados no balístico seguem para a estação de triagem da recolha selectiva.

(4) – Os planos provenientes do separador óptico são encaminhados para a unidade de triagem da recolha selectiva

(5) - Triagem manual para: volumosos e vidro antes do abre-sacos, PET-Óleos e planos que saem do balístico (cartão e filme plástico)

(6) – Sistema apresentou candidatura ao POVT para inclusão de uma cabine de pré-triagem manual de volumosos e de um separador balístico.

(7) - Sistema apresentou candidatura para instalação de balístico. Os rolantes serão separados na unidade de triagem dos materiais da recolha selectiva.

Tendo em consideração a informação recolhida sobre as melhores práticas de triagem em TMB a nível internacional, assim como a experiência a nível nacional, principalmente ao nível da unidade U, ressalta um aspecto fundamental: existe tecnologia disponível que permite taxas globais de reciclagem nos TMB superiores a 50%, e taxas de recicláveis no TM superiores a 10%. Os plásticos são dos materiais onde o TMB mais pode ajudar a aumentar a reciclagem.

Os equipamentos fundamentais são um abre-sacos eficiente, os trommels, os separadores balísticos e os separadores ópticos, complementados por triagem manual em determinados pontos da unidade.

Em particular, os separadores balísticos apresentam vantagens muito importantes, tais como:



- Permitem a separação dos resíduos previamente crivados em rolantes, planos e finos;
- Os materiais resultantes (planos e rolantes) estão em melhores condições para uma posterior separação óptica ou manual;
- Os planos resultantes, em particular os filmes plásticos, estão mais limpos e em melhores condições para serem aceites pelos recicladores;
- Os finos resultantes podem ser enviados para tratamento biológico, aumentando a produção de composto e reduzindo os rejeitados.

Em relação aos separadores ópticos eles podem ser instalados no TMB ou serem utilizados os separadores ópticos já existentes na unidade de triagem de materiais recolhidos selectivamente.

É desejável a rentabilização, sempre que possível, dos equipamentos de triagem de materiais de recolha selectiva para triagem dos materiais provenientes do TMB, ou vice-versa.

Apresentam-se de seguida algumas recomendações de melhorias a introduzir das unidades de TMB existentes e em construção ou projecto no que se refere à maximização da triagem de recicláveis no tratamento mecânico.

### **1) Unidade W**

Esta unidade necessita de um separador balístico a introduzir após o trommel de forma a facilitar a separação de rolantes e planos a realizar a jusante, assim como para remover mais matéria orgânica dos materiais plásticos, o que facilita o seu escoamento para reciclagem, para além de permitir a recuperação de uma maior quantidade da fracção orgânica.

Deverá ser equacionado qual o melhor processo para triagem posterior dos materiais separados no separador balístico: na cabine de triagem já existente na unidade, numa das unidades de triagem de materiais da recolha selectiva ou ainda através de separadores ópticos a introduzir na unidade.

### **2) Unidade O**

Foi apresentada uma candidatura ao QREN de um projecto de requalificação da Central de Compostagem que prevê a aquisição e integração de equipamentos novos na linha de tratamento existente, de forma a otimizar e incrementar as operações de retirada de materiais recicláveis do fluxo de resíduos indiferenciados, bem como de desvio de matéria orgânica do aterro e consequente compostagem.

Pretende-se, assim, aumentar a capacidade de recuperação de RU para reciclagem (Filme plástico, Papel/Cartão, PET, PEAD e ECAL ) e a capacidade

de processamento de RUB's. Com efeito, foi previsto o fornecimento e instalação de um equipamento abre-sacos, um separador balístico, separadores ópticos, separadores de ferrosos e prensa automática.

Por seu turno no processo de compostagem, face ao incremento de matéria orgânica a recuperar, está prevista a intensificação da ventilação na zona de tratamento biológico da compostagem, por intermédio da aquisição de ventiladores e de uma máquina revolvedora.

Além das principais melhorias acima descritas com a aquisição de novos equipamentos fixos, estão previstas intervenções de requalificação e alteração de telas transportadoras no tratamento mecânico, compostagem e afinação.

### **3) Unidade Z**

A unidade está em profunda remodelação. Segundo a informação mais recente será instalado um abre-sacos e um trommel antes do reactor biológico (reactor Dano BRS). Os resíduos que não passarem na malha do trommel serão encaminhados para separação automática na unidade de triagem da recolha selectiva, aproveitando a larga capacidade excedentária da mesma.

Nessa unidade, os resíduos passam por um separador balístico, sendo os rolantes encaminhados para dois separadores ópticos, enquanto que os planos seguem para um sistema de aspiração de filme para posterior triagem manual.

Segundo a informação apurada, o sistema de aspiração não tem estado a corresponder às expectativas pelo que terá de ser revisto. Uma possibilidade poderá ser a sua substituição por um sistema de separação óptica.

### **4) Unidade T**

A unidade necessita de um abre-sacos, da instalação de dois separadores balísticos e de separadores ópticos para rolantes e filme plástico, complementados por cabines de triagem manual num modelo semelhante ao da Valnor, o que se justifica devido à dimensão da unidade.

Neste momento está em desenvolvimento um projecto de remodelação da unidade, mas a Tratolixo não disponibilizou qualquer informação sobre o mesmo para o presente estudo.

### **5) Unidade U**

É a mais desenvolvida ao nível da triagem em Portugal, sendo também uma referência a nível europeu, como foi possível verificar através dos contactos efectuados no âmbito deste estudo.

Em termos de avaliação das possibilidades de aumento da taxa de reciclagem nesta unidade, isso só será possível fazer após a conclusão das caracterizações dos diversos fluxos que a Unidade está a realizar.

### **6) Unidade A**

A unidade possui um sistema de aspiração de filme plástico após a passagem pelo trommel. Considera-se que a unidade deveria colocar um separador balístico antes da aspiração de filme, sendo a aspiração aplicada aos planos resultantes da separação balística.

Devido à pequena dimensão da unidade, os rolantes e filme separados sofreriam apenas uma triagem manual.

### **7) Unidade D**

O projecto desta unidade é bastante completo em termos de equipamento para separação de recicláveis. Possuindo separador balístico, separadores ópticos para os rolantes e aspirador de filme plástico para os planos.

Um aspecto a verificar em operação é a eficiência do equipamento de aspiração de filme plástico que vai ser instalado, uma vez que têm surgido problemas com alguns destes equipamentos.

Outro aspecto que pode levantar questões é a opção tomada para a abertura de sacos que consiste num trommel com facas. No entanto, segundo a esta Unidade, foram visitadas unidades com este equipamento que não apresentaram problemas de funcionamento.

### **8) Unidade X**

Este município optou por um sistema de TMB próprio. Devido também à pequena dimensão do concelho a opção foi pelo TMB com vermicompostagem, sistema que, ao contrário da generalidade das soluções existentes, é viável em unidades de menor escala, embora esta unidade seja a primeira a nível mundial com dimensão industrial

### **9) Unidade B**

Unidade com bastantes equipamentos para separação de recicláveis, nomeadamente separador balístico e óptico (só para rolantes). Triagem de cartão dos planos e envio dos restantes materiais planos para a unidade de triagem da recolha selectiva.

Devido a não existir ainda disponível um diagrama de fluxos da unidade, não ficaram algumas dúvidas sobre a localização do abre-sacos, embora se entenda que vá ficar instalado após o crivo 150X300mm.

### **10) Unidade G1**

Este sistema não tem triagem de filme de plástico para reciclagem. Os planos após separação no sistema de balísticos passam num processo de aspiração e são enviados para CDR, o que está na origem da baixa taxa de reciclagem que este sistema se propõe atingir.

Seria necessário que, após a separação no balístico, o filme plástico fosse triado através de novo balístico e separador óptico (processo da Unidade U). Esta opção de enviar quase todo o filme plástico para CDR pode revelar-se muito negativa em termos dos custos do tratamento dos RU neste TMB.

### **11) Unidade G2**

Idêntico ao sistema projectado para o TMB da Unidade G1

## **12)Unidade H**

Esta unidade vai ter um sistema bastante completo de separação de resíduos, incluindo um separador balístico complementado por um óptico para rolantes e triagem manual para planos.

Será necessário avaliar a eficiência da triagem manual para planos, de forma a se optar ou não, no futuro, por um sistema semelhante ao da Unidade U (mais um balístico e um separador óptico para filme plástico), o que poderá permitir uma separação mais fácil do filme plástico e garantir uma melhor qualidade do material devido à remoção de orgânicos que se dá no segundo balístico.

Um aspecto a melhorar é a situação dos resíduos maiores que 200mm (trommel 80-200) e dos maiores que 400mm (trommel dos volumosos) que são enviados directamente para aterro sem passarem previamente por uma cabine de triagem.

## **13)Unidade N**

O projecto desta unidade está bastante desenvolvido em termos de triagem de recicláveis, com a introdução de um separador balístico e um separador óptico para os rolantes.

Em relação aos materiais planos obtidos no separador balístico, o diagrama de fluxos que foi enviado no âmbito do inquérito tem uma gralha, ao referir que serão encaminhados como rejeitados, quando na realidade irão para a unidade de triagem da recolha selectiva.

## **14)Unidade Q**

Esta unidade vai ter um sistema bastante completo de separação de resíduos, incluindo um separador balístico, complementado por um óptico para rolantes e triagem manual para planos.

Será necessário avaliar a eficiência da triagem manual para planos, de forma a se optar ou não no futuro por um sistema semelhante ao da Unidade U (mais um balístico e um separador óptico para filme plástico), o que permitirá uma separação mais fácil do filme plástico e garantir uma melhor qualidade do material devido à remoção de orgânicos que se dá no segundo balístico.

## **15)Unidade S**

A unidade que está a ser construída tem pouca capacidade de triagem de recicláveis, mas a Unidade apresentou ao POVT – Programa Operacional Valorização do Território uma candidatura para melhoria do funcionamento da unidade com os seguintes equipamentos e processos:

- Sistema de alimentação do tratamento mecânico visando assegurar um abastecimento homogéneo de material;
- Cabine de pré-triagem manual de volumosos com pelo menos dois postos de trabalho;

- Separador balístico para melhoria da qualidade dos rolantes que serão posteriormente separados na unidade de triagem da recolha selectiva através de separador óptico;
- Triagem manual dos planos e posterior envio dos recicláveis para separação na unidade de triagem da recolha selectiva.

## **16)Unidade T2**

A abertura de sacos será feita no trommel de entrada, não existindo um equipamento específico de abre-sacos. Será importante avaliar o desempenho deste equipamento quando em operação, uma vez que no meio técnico existem dúvidas sobre a eficiência desta solução.

No entanto, o maior problema da unidade é a inexistência de um separador balístico, o que é mais preocupante se se tiver em consideração a capacidade da unidade para receber RU (160.000Mg/ano) e ainda para os RUB que possuem muito filme plástico. A unidade apenas prevê a triagem manual, o que faz antecipar uma baixa taxa de reciclagem.

Considera-se que devido à sua dimensão esta unidade justifica a introdução de um separador balístico que permita a separação de planos e de rolantes, sendo que para os rolantes, a melhor tecnologia disponível aponta para uma separação posterior através de separadores ópticos, como aliás várias unidades de TMB já têm previsto.

Para os planos coloca-se a possibilidade de se incorporar um sistema como o da Unidade U (segundo balístico e separador óptico).

## **17)Unidade V**

Esta unidade apenas possui triagem manual, pelo que necessita claramente de um separador balístico após a passagem no trommel. Nesse sentido apresentou uma candidatura para a instalação de um separador balístico.

A triagem posterior dos rolantes e planos será feita na unidade de triagem da recolha selectiva que possui separadores ópticos para rolantes. Os planos serão triados na unidade de TMB.

Em resumo, pode-se concluir que em função dos equipamentos de triagem as unidades se dividem essencialmente em três grandes grupos:

- Não possuem separador balístico;
- Com separador balístico e separação manual de rolantes e planos;
- Com separador balístico e separação óptica de rolantes e mecânica/manual de planos.

É importante referir que são três as unidades que não têm nem prevêem a instalação de separador balístico e uma que não se sabe o que vai fazer, situação que carece de urgente correcção de forma a ser devidamente rentabilizado (em termos ambientais e económicos) o grande investimento que foi feito nessas unidades

Mais preocupante ainda é o facto das Unidades G1, G2, T2 não utilizarem as melhores tecnologias disponíveis para triagem de recicláveis. Sendo também

preocupante não existir informação disponível sobre o que vai ser feito no TMB da T1.

Esta situação deve ser uma prioridade para acompanhamento pela tutela, uma vez que se trata das quatro maiores unidades de TMB do País – que no conjunto dos sistemas com TMB representam mais de 40% dos RU encaminhados para esta solução - e onde era natural esperar, devido às economias de escala, uma maior taxa de recuperação de recicláveis.

## Anexo V

(Inquérito sobre as UTMB: Portuguesas e Internacionais)

Inquérito às Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB) existentes:  
Triagem de Recicláveis

1 - Identificação da UTMB:

2 – Balanço de massas global da UTMB nos últimos 5 anos

Apresentar valores em toneladas/ano.

Fluxo	2004	2005	2006	2007	2008	2009 (1ºsem)
Total de resíduos tratados						
Composto						
Plástico (1)						
Metais ferrosos						
Metais não ferrosos						
Cartão						
Vidro						
REEE						
Outros recicláveis						

Texteis						
Rejeitado triagem (2)						
Rejeitado afinação composto (leve)						
Rejeitado afinação do composto (pesado)						
Outros						

(1) – Se possível, discriminar por tipo de plástico

(2) – Rejeitado resultante da triagem mecânica e manual, excluindo o proveniente da afinação do composto

3 – Apresentação de lay-out simplificado da UTMB

4 – Apresentação diagrama de fluxos da UTMB com indicação do balanço de massas por operação sempre que possível

5 – Descrição sumária dos equipamentos instalados em cada operação de triagem mecânica ou manual

6 – Identificação dos problemas existentes nas diferentes operações de triagem mecânica ou manual

7 - Descrição das medidas propostas para resolver os problemas existentes nas operações de triagem mecânica ou manual e indicação de data previsível para a sua conclusão

8 – Observações

9 - Sugestões de Melhoria do Inquérito



## Anexo VI

(Declaração da APA para a realização do estudo)





## DECLARAÇÃO

Declara-se que a Agência Portuguesa do Ambiente adjudicou à Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza a realização de um estudo sobre o funcionamento das unidades de TMB, nas vertentes da triagem multimaterial e no escoamento do composto, com vista à avaliação dos seus níveis de eficiência e de melhorias a introduzir para aumentar as metas de reciclagem e valorização multimaterial. Atendendo à grande relevância da recolha de informação sobre este assunto, solicitamos que seja dado todo o apoio à referida associação na prossecução dos objectivos do trabalho.

O Director-Geral

António Gonçalves Henriques

  
Rosa Platero  
Sub-Directora-Geral

