


CATÓLICA
 UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA, PORTO
 Escola Superior de Biotecnologia

Gestão de resíduos: compostagem

Susana Xará e Dora Lopes




8 Anos de Ambiente de Lourosa
2007-2015
Novembro 2007
Auditório Municipal

Índice

- **Gestão de resíduos orgânicos em Portugal**
 - ✓ Produção
 - ✓ Destino
 - ✓ Novas centrais de valorização orgânica
 - ✓ Estratégia e legislação

- **Processo de compostagem**
 - ✓ Vantagens da compostagem
 - ✓ Recolha selectiva de resíduos orgânicos
 - ✓ Compostagem Doméstica
 - ✓ Compostagem Centralizada
 - ✓ Vermicompostagem

- **Factores-chave para o sucesso da compostagem e da recolha selectiva na Europa**

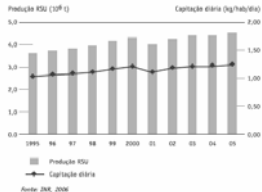

CATÓLICA
 UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA, PORTO
 Escola Superior de Biotecnologia


Gestão de resíduos orgânicos em Portugal


CATÓLICA
 UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA, PORTO
 Escola Superior de Biotecnologia

Produção


- Em 2005 a produção de RSU em Portugal continental atingiu **4,7 milhões de toneladas** o que corresponde a cerca de **1,2 kg/hab.dia**





CATÓLICA
 UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA, PORTO
 Escola Superior de Biotecnologia

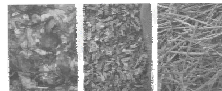
Produção

- **A maior fracção** dos RSU é matéria orgânica (resíduos alimentares e de jardim)
- **Mais de metade** dos RSU produzidos são resíduos orgânicos biodegradáveis
 - matéria orgânica
 - papel e cartão




Resíduos orgânicos biodegradáveis – resíduos que podem ser sujeitos a decomposição aeróbia ou anaeróbia


CATÓLICA
 UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA, PORTO
 Escola Superior de Biotecnologia



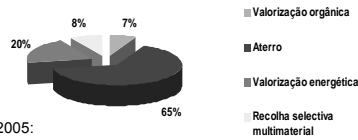
A gestão da **fracção orgânica** dos RSU reveste-se de grande importância quer pela **quantidade** envolvida quer pelos **impactos ambientais negativos** associados à sua deposição em aterro:

- emissão de gases com efeito de estufa,
- emissão de odores desagradáveis e
- produção de lixiviados,
- entre outros.


CATÓLICA
 UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA, PORTO
 Escola Superior de Biotecnologia

Destino

A **deposição em aterro** ainda é o principal destino dos RSU em Portugal

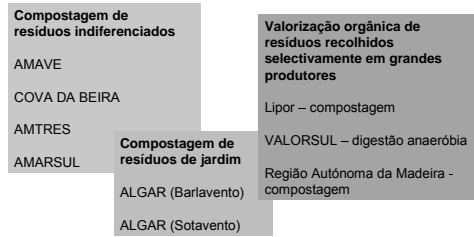


Valorização orgânica em 2005:

- 7% dos RSU produzidos em Portugal continental
- < 2% na Região Autónoma da Madeira

Destino

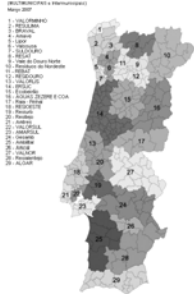
- Em 2005 estavam em funcionamento em Portugal **9 instalações de tratamento biológico** onde foram processadas 313 960 toneladas de resíduos



Novas centrais de valorização orgânica

Encontram-se em fase de projecto, construção ou início de exploração **14 novas centrais de valorização orgânica** distribuídas pelos 29 sistemas de gestão de RSU do continente

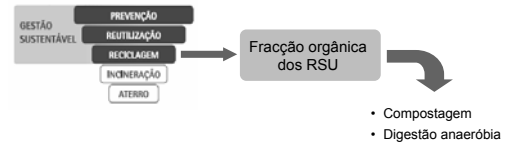
SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS



BRAVAL (VALORMINHO, RESULIMA)
Valsousa
SULDOURO
RESAT (REBAT, Vale do Douro Norte, RESIDOURO)
Resíduos do Nordeste
VALORLIS (RESIOESTE)
ERSUC
Ecobeirão
Resitejo (Resiurb)
Amtres
AMARSUL
VALNOR (Raia-Pinhal, ÁGUAS ZÊZERE E CÔA)
Resialentejo (Ambilital, Amcal, Gesamb)
Algar

Estratégia e legislação

- A **Estratégia da União Europeia em matéria de resíduos** estabelece uma hierarquia preferencial das opções de gestão



Estratégia e legislação

- **Portaria nº 187/2007**, de 12 de Fevereiro, aprova o Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos (**PERSU II**), para o período de 2007 a 2016.
- O PERSU II constitui o novo referencial para os agentes do sector dos resíduos em Portugal Continental para os próximos dez anos, assegurando o cumprimento dos objectivos comunitários:
 - de desvio de resíduos urbanos biodegradáveis de aterro*, e
 - de reciclagem e valorização de resíduos de embalagens, apostando na sustentabilidade social, ambiental e económico-financeira.

* Conforme estabelecidos pela Directiva 1999/31/CE do Conselho de 26 de Abril de 1999, relativa à deposição de resíduos em aterros.

Estratégia e legislação

- **Directiva nº 1999/31/CE, do Conselho, de 26 de Abril**, estabelece o princípio de que a deposição em aterro deverá ser controlada e gerida de forma adequada, a fim de evitar ou reduzir os potenciais efeitos negativos sobre o ambiente.
- Esta directiva foi transposta para a ordem jurídica interna pelo **Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio**, que estabelece as normas aplicáveis a todas as operações associadas aos aterros.

Limites de deposição de resíduos urbanos biodegradáveis em aterro* segundo a Directiva 1999/31/CE

DATA	% ADMISSÍVEL	QUANTIDADE ADMISSÍVEL (Ton.)
Janeiro 2006	75%	1.689.540
Janeiro 2009	50%	1.126.540
Janeiro 2016	35%	788.452

* Em peso, relativamente ao total de RUB produzidos em 1995. Neste ano, em Portugal, segundo a Eurostat, terão sido produzidas 2.252.720 toneladas desse tipo de resíduos.

Estratégia e legislação

A **Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis Destinados aos Aterros - ENRRUBDA**, apresentada pelo governo em 2003, assenta preferencialmente na promoção da reciclagem orgânica (através da compostagem e digestão anaeróbia)

A ENRRUBDA estabelece os seguintes **princípios orientadores**:

- Recolha selectiva da matéria orgânica;
- Construção de novas unidades de valorização;
- Optimização das unidades existentes/a construir;
- Produção gradual de composto a partir da recolha selectiva da matéria orgânica;
- Garantia da qualidade do composto;
- Minimização da deposição de RUB em aterro.

Processo de Compostagem

Processo de compostagem

A compostagem é um processo **controlado, aeróbio e biológico**, em que é promovida a **decomposição da fracção orgânica** dos resíduos sólidos e da qual resulta a formação do **composto**, material estável, semelhante ao húmus.

Matéria prima da compostagem:

- Resíduos Urbanos Biodegradáveis
- Lamas de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)
- Estrumes
- Resíduos agrícolas e florestais
- Resíduos das indústrias agro-alimentares



Vantagens da compostagem

- Reduzir a quantidade de resíduos a depositar em aterro
- Transformar os materiais biodegradáveis orgânicos em material biologicamente estável
- Eliminação de agentes patogénicos
- Redução do volume (e massa) de resíduos
- Produção de um fertilizante natural

A compostagem tem, no entanto, duas limitações importantes:

- nem sempre é simples prever as concentrações finais de nutrientes e a taxa de mortalidade de agentes patogénicos
- as características da matéria orgânica variam com o tempo, clima e tipo de operação de recolha.

Recolha selectiva de resíduos orgânicos

Existem várias alternativas para a recolha selectiva de resíduos orgânicos:

Porta-a-porta

os habitantes apenas têm que separar os seus resíduos orgânicos e colocá-los à porta da residência em dias pré-estabelecidos



Contentores de rua

estes contentores normalmente servem várias habitações



Ecocentro

instalação espaçosa na qual os cidadãos podem entregar, entre outros, quantidades grandes de resíduos de jardins e quintais.



Recolha selectiva de resíduos orgânicos

Dificuldades na implementação da recolha selectiva:

- Resistência natural por parte dos cidadãos à mudança de hábitos e rotinas
- Custos directos – nomeadamente no caso da recolha selectiva porta-a-porta
- Falta de espaço nas habitações para contentores adicionais
- Grande diversidade de habitações
- Rápida degradação da matéria orgânica devido ao clima quente, em especial no Verão, o que pode tornar necessária uma frequência diária de recolha.

Tipos de compostagem

Compostagem doméstica

- pequenas unidades, onde são recicladas quantidades familiares de resíduos orgânicos directamente no local da sua produção

Compostagem agrícola

- explorações agrícolas e agro-pecuárias, onde se realiza a compostagem dos restos de culturas e estrumes

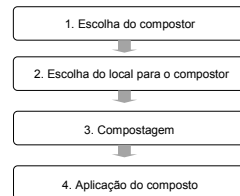
Compostagem centralizada

- instalações centralizadas, para onde são encaminhadas e tratadas quantidades de resíduos orgânicos de uma dada região



Compostagem doméstica

Passos a seguir:



Compostagem doméstica

1. Escolha do compostor



Compostor ideal

- Estrutura robusta em madeira, metal ou plástico $\approx 1\text{m}^3$ de capacidade
- Muitas aberturas para entrada de ar
- Rede na base para evitar a entrada de roedores
- Tampa para evitar a entrada ou a perda de água

Exemplos de compostores



Exemplos de compostores



Compostagem doméstica

2. Escolha do local para o compostor

O compostor deve ser colocado directamente sobre o solo para facilitar a entrada dos decompositores e a passagem de escorrências e abrigado do excesso de vento, do Sol de Verão e da chuva do Inverno.

Ex.: junto a um muro ou debaixo de uma árvore de folha caduca

3. Compostagem

Acumular os resíduos biodegradáveis

- Recipientes para recolher selectivamente os resíduos para o compostor



Compostagem doméstica

Castanhos vs Verdes

Os **castanhos** são todos os materiais ricos em carbono e pobres em azoto:

- restos de quintal e jardim depois de secos



Os **verdes**, por outro lado, são muito mais ricos em azoto que os castanhos, abrangendo:

- restos de refeições;
- estrume ou
- relva ainda verde



Compostagem doméstica

Exemplos de resíduos que podem ser colocados no compostor

Castanhos

- Palha ou feno
- Aparas secas de relva
- Folhas e ramos secos
- Restos de plantas (sem doenças e pesticidas)
- Cascas de ovos e frutos secos
- Aparas de madeira e serradura
- Guardanapos e outros papéis com resíduos alimentares



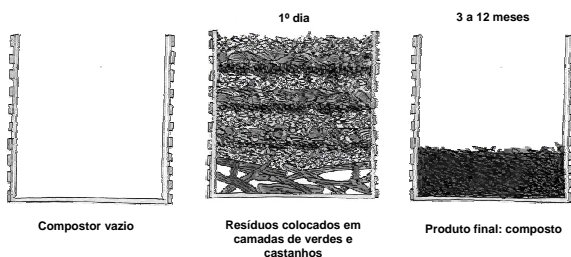
Verdes

- Cascas de ovos
- Borras e filtros de café
- Folhas e saquetas de chá
- Aparas de relva frescas
- Restos de cereais e leguminosas
- Restos de comida cozinhada
- Restos de legumes e frutas

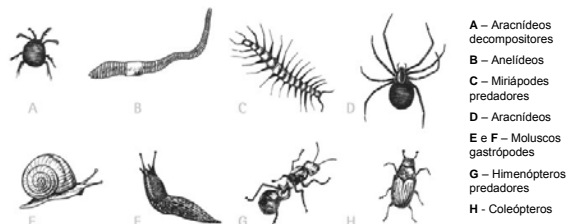


Compostagem doméstica

Colocação dos resíduos dentro do compostor e a transformação do composto



Seres vivos intervenientes no processo de compostagem



- A – Aracnídeos decompositores
- B – Anelídeos
- C – Miriápodes predadores
- D – Aracnídeos
- E e F – Moluscos gastrópodes
- G – Himenópteros predadores
- H - Coleópteros

Compostagem doméstica

4. Aplicação do composto

Quando o composto estiver pronto:

- Retire-o da pilha de compostagem; pode usar um crivo para separar o material que ainda não foi degradado;
- Deixe o composto repousar 2 a 4 semanas antes da sua aplicação, especialmente em plantas sensíveis, colocando-o em local protegido do sol e da chuva (fase de maturação)

O composto é geralmente aplicado uma vez por ano, na altura das sementeiras, sendo preferível aplicá-lo na Primavera ou no Outono, visto que no Verão o composto seca demasiado e no Inverno o solo está demasiado frio.



Compostagem doméstica

Algumas aplicações:

- **Cobertura:** o composto (pronto ou imaturo) pode ser espalhado pela superfície do solo para fertilizar, reter a humidade e impedir o crescimento de ervas daninhas. A camada de composto deve ter pelo menos 5 cm de altura e deve ser aplicada, idealmente, várias semanas antes das sementeiras.
- **Vasos e sementeiras:** para vasos e sementeiras não se deve empregar composto imaturo visto que grande parte das plantas é sensível a substâncias fitotóxicas. O composto deve ser misturado com terra numa proporção de 1:2 (uma parte de composto para duas partes de terra).
- **Hortas e agricultura:** o composto pode ser empregue como cobertura ou incorporado no solo antes da sementeira ou plantação. A proporção de composto a aplicar depende das necessidades das culturas e das características do solo.

Compostagem centralizada

Os métodos de compostagem centralizada podem ser:

- Sistemas abertos (em pilhas)**
 - Pilha revolvida
 - Pilha estática com arejamento forçado
- Sistemas fechados (em reactor)**
 - Reactor de fluxo vertical
 - Reactor de fluxo horizontal
 - Reactor em tambor arejado
 - Reactor rotativo cilíndrico
 - Sistema fechado em corredores
 - Sistema em túneis

Compostagem centralizada Sistemas abertos

Pilha revolvida

- Aplicável a resíduos urbanos e agrícolas
- Permite o tratamento de grandes quantidades de resíduos, que são dispostos em pilhas longas e estreitas sobre um piso impermeável e levemente inclinado (para captação dos lixiviados)
- O arejamento do material em decomposição exige o revolvimento manual ou mecânico ou ainda a introdução passiva ou activa de ar através de tubos perfurados que percorrem a pilha



Compostagem centralizada Sistemas abertos

Pilha estática com arejamento forçado

- Os resíduos são colocados em pilhas estreitas e longas sobre uma base constituída por materiais porosos (como ramos e aparas grosseiras de madeira)
- O arejamento pode ser realizado por um sistema de sucção, de insuflação ou híbrido
- O arejamento forçado assegura uma subida rápida da temperatura da pilha mas tem a desvantagem de, por si só, não garantir uma distribuição homogénea dessa energia

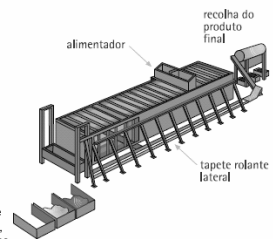


Compostagem centralizada Sistemas fechados

- Reactor de fluxo vertical
- Reactor de fluxo horizontal

Reactor de fluxo vertical

- Sistema de silos suspensos em plataformas, em que as unidades são isoladas e perfuradas para promover o arejamento passivo e assim evitar a ventilação forçada e revolvimento
- Os resíduos são crivados para retirar contaminantes e colocados num alimentador que os introduz na parte superior dos silos
- O processo realiza-se no interior de um pavilhão e representa um ganho de espaço e, nalguns casos, de energia, comparativamente com outros sistemas

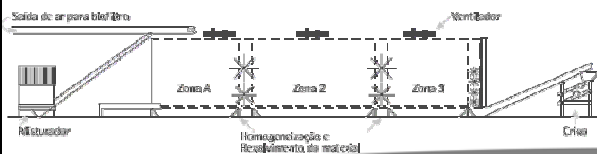


Compostagem centralizada Sistemas fechados

Reactor de fluxo horizontal

- Reactor em tambor

O reactor em tambor arejado é alimentado em contínuo e os resíduos são transportados ininterruptamente de um extremo ao outro, passando por zonas de compostagem e de mistura



Compostagem centralizada Sistemas fechados

Reactor de fluxo horizontal

- Reactor rotativo

O sistema é alimentado por um dos extremos

A circulação de ar é realizada a contracorrente do fluxo de resíduos, permitindo que a entrada do ar fresco garanta o arrefecimento do composto quase pronto e, ao longo do reactor, a manutenção do processo



Os resíduos ficam no reactor durante horas ou dias, sendo necessário a transferência posterior para outro espaço onde decorre a fase de maturação

Compostagem centralizada Sistemas fechados

Reactor de fluxo horizontal

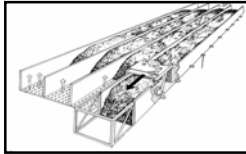
- Sistema fechado em corredores

A compostagem realiza-se em corredores de paredes estreitas e compridas

Por cima dos corredores existe uma máquina de revolvimento que periodicamente mistura e avança o material no corredor, iniciando o processo num dos extremos

O arejamento do material é realizado durante revolvimento e através de tubos situados na base da estrutura

A água é adicionada através de um sistema de irrigação



Compostagem centralizada Sistemas fechados

Reactor de fluxo horizontal

- Sistema em túneis

Os resíduos primeiro permanecem cerca de duas semanas sob condições controladas num túnel e depois são transferidos para um segundo até perfazerem mais 14 dias

Antes e entre as duas fases do processo ocorre um tratamento mecânico dos resíduos.

Processo de vermicompostagem

A **vermicompostagem** é um processo de bio-oxidação e estabilização onde microrganismos, minhocas e outros invertebrados transformam resíduos biodegradáveis em fertilizante - o **vermicomposto**

Minhocas

A *Eisenia foetida*, também conhecida como minhoca vermelha, é uma das espécies mais utilizada no processo de vermicompostagem porque:

- prefere meios ricos em matéria orgânica;
- processa rapidamente grandes quantidades de resíduos biodegradáveis;
- é tolerante a um intervalo alargado de factores ambientais; e
- dá-se bem em populações densas.



Processo de vermicompostagem

Minhocas

Eisenia foetida - características

Este anelídeo tem cerca de 12 cm de comprimento quando atinge a maturidade e a pigmentação varia do roxo ao vermelho, com ou sem listas.



A matéria-prima da vermicompostagem

Restos de legumes, hortaliças e frutos, cozinhados ou crus, restos de cereais e leguminosas, saquetas de chá e borras de café. Para evitar maus cheiros não devem ser adicionados líquidos nem restos de origem animal.

Vermicompostagem doméstica

Exemplos de vermicompostores



Factores-chave para o sucesso da compostagem e da recolha selectiva na Europa

Factores-chave para o sucesso da compostagem e da recolha selectiva na Europa

- Tipos de resíduos abrangidos pelos circuitos
- Sistemas de recolha selectiva
- Aplicações e normas de qualidade do composto
- Informação financeira
 - Custos de investimento e encargos operacionais
 - Receitas e redução de custos
 - Apoio financeiro
- Publicidade e divulgação
- Administração dos sistemas



Tipos de resíduos abrangidos pelos circuitos

- Em todos os circuitos há recolha da fracção orgânica dos resíduos domésticos (o que inclui **resíduos da preparação de comida**, como por exemplo cascas de frutos e restos de vegetais) e também **resíduos verdes**, como relva e aparas de árvores e arbustos.
- Em alguns circuitos também são recolhidos **jornais**
- Em muitos circuitos, como parte de uma estratégia integrada de resíduos, além da fracção orgânica são recolhidas **outras fracções recicláveis**, como por exemplo papel e vidro.



O caso estudado de Wyecyccle, no Reino Unido, consiste na recolha selectiva da fracção orgânica e dos resíduos recicláveis secos (em contentores, veículos e frequências de recolha diferentes). Os organizadores do sistema são da opinião que, se apenas recolhessem a fracção orgânica, os habitantes estariam menos motivados para participar no sistema.

Sistemas de recolha selectiva

Os resíduos podem ser transformados em casa, em instalações comunitárias ou em unidades centrais.

- Nos **sistemas domésticos** é essencial que o participante saiba identificar correctamente os resíduos que podem ser transformados em composto e que saiba operar correctamente o compostor.



No exemplo de Arun, no Reino Unido, a venda aos municípios de compostores com capacidade para 300 litros foi acompanhada por acções de formação, efectuadas pelos promotores da venda e associações de voluntários. Estas acções tiveram como objectivo explicar o modo correcto de utilização do compostor.

Sistemas de recolha selectiva

- A análise dos sistemas de **compostagem comunitários e centralizados** permite concluir que os sistemas mais eficazes são aqueles que incluem circuitos de recolha selectiva.
- Todos os exemplos analisados possuem uma **componente de recolha selectiva** e nenhum sistema possui apenas recolha da fracção indiferenciada, a partir da qual é, posteriormente, extraída a fracção orgânica.
- A recolha selectiva é **fundamental** para a recolha eficiente de uma fracção orgânica não contaminada, resultando num produto final de maior qualidade.

Sistemas de recolha selectiva

- Aos municípios foram geralmente **distribuídos gratuitamente contentores ou sacos** para a recolha da fracção orgânica.
- Ter de se pagar para obter um destes contentores é considerado um factor desmotivador para os participantes.

Em alguns casos estudados, como por exemplo em Pádua, Itália, os municípios têm que comprar sacos adicionais para a deposição da fracção orgânica.

Apesar disso, o exemplo de Pádua mostra que um factor fundamental para o sucesso do sistema é a operação de um sistema de recolha bem concebido e que seja conveniente para o participante/utilizador.

Sistemas de recolha selectiva

- A **frequência de recolha** varia entre diária, semanal ou quinzenal.
- Se o município organizar um sistema de recolha selectiva da fracção orgânica que leve a uma redução na frequência do circuito de recolha de outros resíduos, é importante assegurar uma frequência de recolha da fracção orgânica que evite a sua acumulação nas residências.

Este factor é de particular importância nos países com climas mais quentes, visto que, se a frequência de recolha não for suficientemente elevada, a fracção orgânica decompõe-se rapidamente, dando origem a odores e problemas ambientais.

Aplicações e normas de qualidade do composto

- Nos sistemas de compostagem em unidades centrais é fundamental assegurar a existência de um **mercado para o composto** garantindo a sua comercialização.
- Os lucros obtidos com a venda do composto podem ser utilizados para financiar a operação do sistema.
- A utilização do produto final também assegura e complementa as vantagens ambientais do sistema.
- A garantia do cumprimento de normas de qualidade para o composto leva a um aumento da confiança dos consumidores no produto final e aumenta as possibilidades de diversificação das suas aplicações.
 - matéria-prima de elevada qualidade, não contaminada, e que seja monitorizada e analisada ao longo do ano
 - recolha selectiva

Aplicações e normas de qualidade do composto

Em Itália, o composto produzido nos três casos estudados cumpre com as **normas italianas para adubo**, o que possibilita a aplicação do composto em estações agrícolas experimentais, venda a particulares e a sua oferta para experiências agrícolas.

Em Baupame, França os organizadores do sistema de compostagem consideraram-se candidatar-se a um **rótulo para o composto**, de modo que seja facilmente reconhecido pelos agricultores. Estes agricultores fornecem produtos agrícolas a empresas do ramo alimentar, as quais possuem normas de qualidade rigorosas.

Informação financeira Custos de investimento e encargos operacionais

- Apesar de não ser possível evitar as despesas de investimento e operacionais, existem inúmeras oportunidades para **diminuir os custos** e que devem ser exploradas:

partilha de veículos de recolha da fracção orgânica (e portanto os custos) com os sistemas para recolha de recicláveis secos

O sistema de recolha selectiva em Monza, Itália, utiliza veículos que eram usados, antes do aparecimento dos sistemas de compostagem, para a recolha de resíduos indiferenciados. Os veículos são partilhados pelos circuitos de recolha e não tiveram de ser adaptados.

Informação financeira Receitas e redução de custos

- Muitos dos sistemas de compostagem mencionados conseguiram obter reduções significativas de custos através da organização destes sistemas.

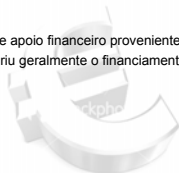


No sistema de Niort, em França, o custo unitário da compostagem era metade do preço de envio para aterro.

A redução de custos é um dos aspectos bastante positivos da compostagem.

Informação financeira Apoio financeiro

- A grande maioria dos sistemas recebeu algum tipo de apoio financeiro proveniente das autoridades municipais ou do governo, o qual cobriu geralmente o financiamento de uma parte dos custos.



O sistema de Cork, na Irlanda, foi financiado pelo programa de fundos estruturais Irlandês e o sistema de Barcelona, em Espanha, foi financiado pela Comissão Europeia.

Publicidade e divulgação

- Na generalidade dos sistemas, o factor determinante para o seu êxito foi a **eficácia da campanha publicitária e de informação**.
- O objectivo das campanhas era, geralmente, o de assegurar a **participação dos municípios e outras entidades interessadas** desde o início dos projectos, de modo a assegurar uma excelente aceitação e elevada taxa de participação.
- Os vários sistemas utilizaram **diversos métodos publicitários** para informar adequadamente a população, garantindo deste modo o sucesso do circuito de recolha selectiva.

Por exemplo, o sistema de Montejurra, em Espanha, foi alvo de uma campanha publicitária intensa que consistiu no envio de cartas aos municípios, apresentações em aldeias e cidades, campanhas nas escolas e lares e colocação de anúncios nos jornais, televisão e rádio.

Publicidade e divulgação

- As campanhas publicitárias devem concentrar-se nos seguintes pontos-chave:
 - a compostagem é geralmente bem aceite pela população local
 - proporciona a criação de empregos
 - desenvolve um sentimento de bem-estar e respeito pelo ambiente.



Administração dos sistemas

- Uma **boa organização** é fundamental para o sucesso do sistema.
- A administração do projecto está normalmente a cargo da **câmara local ou do governo**, pois têm um conhecimento da problemática local de resíduos.
- Uma planificação e concepção pormenorizada, tendo em conta as **especificidades locais**, são fundamentais durante o desenvolvimento de um sistema de recolha selectiva e da estação de compostagem.
- É igualmente necessária uma planificação estratégica e **atempada** para assegurar todos os licenciamentos e autorizações emitidos pelas diversas entidades governamentais.

Agradeço a atenção

