



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

III-112 - IMPLICAÇÕES PARA PORTUGAL DA ENTRADA EM VIGOR DA DIRECTIVA COMUNITÁRIA SOBRE ATERROS 1999/31/CE E O PAPEL DA COMPOSTAGEM NO SEU CUMPRIMENTO: PERSPECTIVAS

Mário Augusto Tavares Russo (1)

Prof. Coordenador do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC), foi Vice-Presidente do IPVC e coordenador do curso superior de Engenharia Civil e do Ambiente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPVC. É Prof. convidado da Universidade de Coimbra e da Universidade do Minho, onde ministra uma disciplina sobre resíduos sólidos em cursos de mestrado. É membro do GRAPESB (grupo de resíduos da Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico e da International Solid Waste Association).

Carlos Martins

Engenheiro civil, Prof. Adjunto do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, ex-Vice Presidente do Instituto dos Resíduos. Exerce actualmente funções de Administrador dos Serviços Municipalizados de Loures e é o Coordenador do GRAPESB – Grupo de Resíduos da APESB.

Endereço (1)

Mário Augusto Tavares Russo
Rua Amadeo de Sousa Cardoso, 100
4510-492 Fânzeres, Portugal
Tel 22 480 8944, fax 22 480 8945, **e-mail** mariorusso@ipvc.pt

RESUMO

A entrada em vigor da directiva aterros (1999/31/CE) vem colocar desafios a Portugal no que diz respeito ao destino final de resíduos urbanos biodegradáveis. A compostagem é uma das soluções de valorização desta fracção dos RSU, porém, em Portugal representa apenas solução para cerca de 6% do total de resíduos sólidos urbanos produzidos. Com 6 unidades a operar em 2003, cuja capacidade instalada é de 391.400 toneladas por ano para uma produção de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) de 2.512.000 toneladas. As três instalações de incineração a funcionar em Portugal desde 1999 têm capacidade de tratamento de 1.186.000 ton de RSU, dos quais 706.856 ton são RUB. Acresce que recente decisão do Tribunal Europeu considerou a incineração um processo de destruição térmica e não de valorização, não sendo, por isso, considerado como solução para os RUB ao abrigo da directiva aterros. Deste modo, as quantidades de RUB passíveis de serem destinadas em aterro são constantes e em função do que Portugal produzia em 1995, tendo que valorizar a fracção biodegradável em 25% até ao ano de 2006, 50% até 2009 e 65% do RUB até 2016.

A digestão anaeróbia e a compostagem são as formas de valorização desta fracção dos resíduos urbanos que devem jogar um papel importante tendo em vista o cumprimento da legislação. Porém, a capacidade instalada é baixa, havendo necessidade de quase duplicar a actual já para 2006, a par de medidas concertadas com o ministério da agricultura tendo em vista a aplicação deste produto no solo na produção agrícola ou florestal, ou na recuperação de áreas degradadas.

Recentemente foi apresentada a Estratégia Nacional para a redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis com destino a aterro, que, não obstante a boa intenção, não transpõe uma estratégia política clara de utilização desta fonte de matéria orgânica, bem como a quantidade de RUB a valorizar está aquém do real. Descreve-se nesta comunicação o panorama português neste domínio e as suas potencialidades face à obrigatoriedade do cumprimento da directiva comunitária, entretanto transposta para o ordenamento jurídico português através do decreto-lei 152/2002.

Palavras Chave: Compostagem, resíduos urbanos biodegradáveis, digestão anaeróbia

1. INTRODUÇÃO

Portugal empreendeu uma revolução na gestão dos resíduos sólidos urbanos nos últimos anos, fruto da implementação de um plano estratégico sectorial (PERSU) aprovado em 1995, com a ajuda de avultados investimentos financeiros, designadamente através do Fundo de Coesão da União Europeia. De facto, o país conseguiu encerrar as 341 lixeiras, à razão de pelo menos uma por concelho e construiu 30 sistemas de tratamento de resíduos sólidos envolvendo sempre vários municípios. Passou, em 1996, de 13 locais de deposição adequada de RSU servindo 26% da população, para 100% da população do país a ter unidades de tratamento para os resíduos. Para além da construção de novas e modernas instalações, o PERSU preconizava o encerramento das lixeiras e a implantação de sistemas de recolha selectiva de RSU tendo como objectivo a valorização/reciclagem, tendo-se implantado as seguintes infraestruturas:

Infraestrutura	Nº
Aterros sanitários	37
Valorização orgânica	7
Incineradoras	2
Estações de transferência	77
Estações de triagem	29
Ecocentros (centros de entrega voluntária)	192
Ecopontos (pontos de entrega voluntária)	18998
Investimento global (milhões de €)	933

A decisão mais recente do Conselho Europeu relativa à estratégia comunitária de gestão de resíduos dá ênfase à valorização e obriga os estados membros a implementar processos de valorização/reciclagem da matéria orgânica presente nos RSU (cerca de 60% em Portugal) para dar corpo à estratégia de redução desta matéria em aterros. Com efeito, a entrada em vigor da Directiva Aterros (1999/31/CE) impõe metas temporais para a deposição de Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) em aterros, com início em 2006 a ser permitida a deposição de 75% dos RUB produzidos em 1995; passando a 50% em 2009 e 35% em 2016. Esta redução obriga Portugal a dar solução adequada e considerada valorização a uma massa crescente de resíduos orgânicos, tendo apenas 5 unidades em funcionamento e 22% dos RSU tratados nas modernas incineradoras na Lisboa e do Porto.

Apresenta-se no Gráfico 1 o panorama referente ao destino dos resíduos sólidos em Portugal após o encerramento das lixeiras e com os 30 sistemas de resíduos sólidos a funcionar com as novas infraestruturas construídas ao abrigo do plano estratégico.

A solução para a valorização passará, certamente, por duas opções: compostagem e digestão anaeróbia. Há vantagens e desvantagens em ambas as opções que merecem uma discussão técnico-científica, económica e ambiental, que a nosso ver ainda não foi efectuada. Portugal corre o risco de incumprimento se não acelerar o processo e investir nas infraestruturas necessárias, seleccionando as melhores tecnologias e processos.

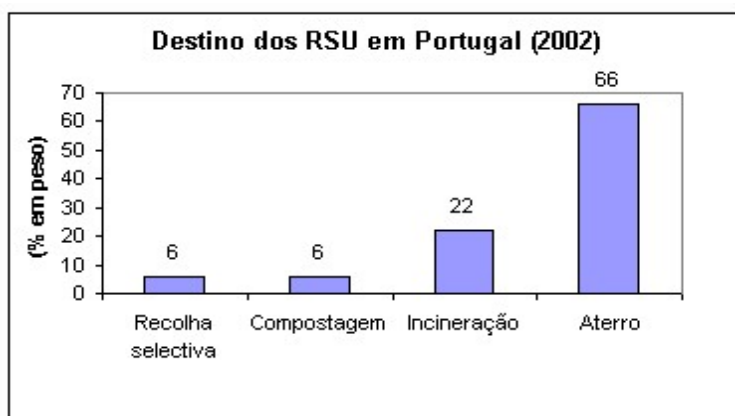


Gráfico 1 – Destino dos RSU em Portugal (2002)

Partindo dos dados da produção de RSU e de resíduos biodegradáveis, tendo em atenção a capacidade de valorização orgânica dos resíduos, pretende-se confrontar a estratégia apresentada pelo governo português para resolver este problema e que nos parece não levar em consideração a realidade portuguesa e a recente decisão do Tribunal da União Europeia que não considera a incineração como uma forma válida de valorização de resíduos. Ante uma decisão deste tipo, importa equacionar as diversas alternativas e confrontar cenários de cumprimento do normativo europeu. Assim, lançaremos um conjunto de dados para a discussão, fazendo uma incursão sobre a compostagem, qualidade do composto produzido e seus usos, bem como sobre o mercado do composto em função das características dos solos portugueses.

2. Dados de base

Em 1995 foram registados 3.884.000 ton de RSU produzidos em Portugal, cuja caracterização em termos orgânicos era: i) 35% de resíduos de alimentos e de jardins e ii) 23% de papel e cartão, totalizando iii) 58% de resíduos urbanos biodegradáveis, cuja massa era de 2.252.720 toneladas. Este valor servirá como parâmetro para a determinação da quantidade de RUB admissível nos aterros, do seguinte modo:

Data	% de RUB admissível	Massa de RUB (ton)
Janeiro de 2006	75	1.689.540
Janeiro de 2009	50	1.126.360
Janeiro de 2016	35	788.452

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos em Portugal foi possível ser estimada com base em levantamentos controlados pelas entidades que gerem os 30 sistemas de RSU cobrindo todo o país. Apresenta-se no gráfico Gráfico 2.

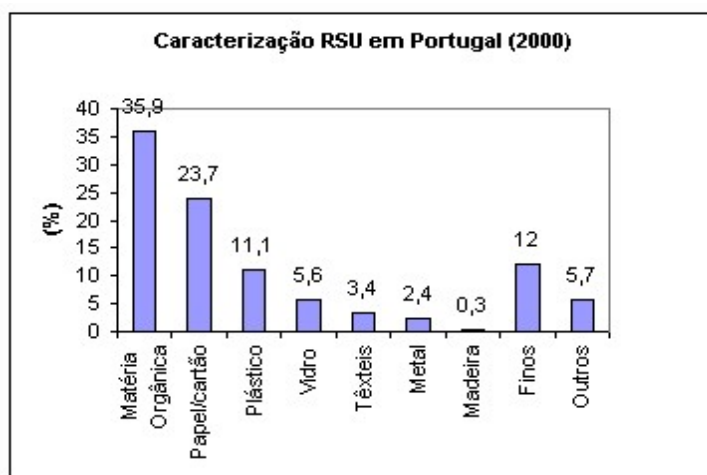


Gráfico 2 – Caracterização dos RSU em Portugal

No Quadro 1 apresenta-se uma projecção dos valores quantitativos da produção de RSU e de RUB com base nos dados disponíveis e a estimativa dos RSU admitidos em aterro em acordo com a directiva aterros, que permite perspetivar a capacidade de valorização orgânica a implementar no país, face ao que existe.

	2003	2004	2005	2006	2009	2016
RSU – Portugal Continental	4 475 112	4 564 615	4 646 778	4 721 126	4 859 308	4 729 336
RSU - Ilhas dos Açores	148 057	151 018	153 737	156 197	160 768	156 468
RSU - Ilhas da Madeira	116 685	119 019	121 161	123 100	126 703	123 314
RSU – Total em Portugal	4 739 855	4 834 652	4 921 675	5 000 422	5 146 779	5 009 118

Quadro 1 – Estimativa de resíduos produzidos em Portugal até 2016 e os admissíveis em aterro

A quantidade de papel e cartão, materiais de origem orgânica, constituem uma fileira importante, cuja valorização é objecto de legislação própria, designadamente a denominada directiva "embalagens" 94/62/CE, transposta para o ordenamento jurídico português pelo Decreto-Lei nº 366-A/97. Assim, sendo estes resíduos biodegradáveis, torna-se necessário calcular a quantidade de resíduos de embalagem que serão reciclados, sendo, por isso, retirados do destino final em aterros. A decisão do Conselho de Ministros do Ambiente da UE na sua Posição Comum relativamente à revisão da directiva embalagens, fixou para Portugal como meta a reciclagem de 60% como mínimo de reciclagem de resíduos de embalagens de papel e cartão, a atingir em 2012.

Os dados disponíveis no Instituto dos Resíduos provenientes dos sistemas de RSU com mais de 50% da produção nacional mostram que os resíduos de embalagens de papel e cartão representam cerca de 8% dos RSU produzidos.

3. A Importância da compostagem

São do início da década de 60 as recomendações da FAO ("*Food and Agricultural Organisation*") para Portugal, quanto às necessidades de matéria orgânica no solo. De facto, segundo aquela organização das Nações Unidas, para recuperar a fertilidade agrícola do solo português seriam necessárias mais de 200×10^6 toneladas de matéria orgânica. De lá para cá não foi implementado nenhum programa sistematizado para cumprir aquela recomendação, o que indicia que não será por falta de aplicação que não haverá mercado para o composto produzido.

Com efeito, atendendo à carência generalizada em matéria orgânica (M.O.) da maioria dos solos portugueses, a quantidade de composto orgânico necessário adicionar aos solos cifra-se, teoricamente, em cerca de 20 milhões de toneladas. Actualmente, o consumo de composto orgânico é de 75 mil toneladas/ano (Santos, J.Q., 1997).

Nos países do sul da Europa, Portugal é o que apresenta a mais alta percentagem de solos pobres em matéria orgânica, como se pode observar pelo gráfico a seguir reproduzido.

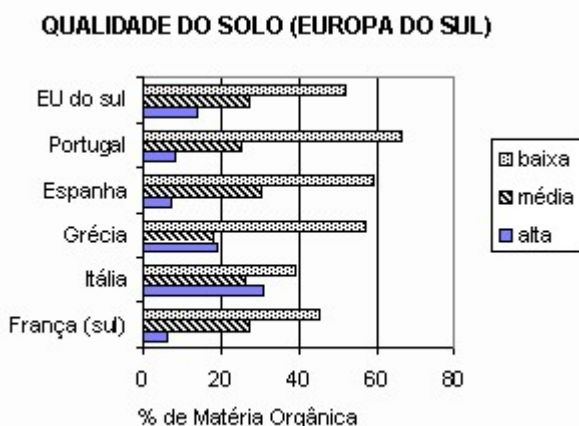


Gráfico 3 - Qualidade dos solos (% M.O.) nos países do sul da Europa (Russo, 1997)

O interesse da compostagem como opção de tratamento de resíduos em larga escala na União Europeia aparece como tema de investigação e desenvolvimento num documento estratégico de actividades a serem levadas a cabo pela União Europeia em áreas prioritárias como energia, materiais em bruto, ambiente, etc., e uma das actividades a ser coordenada no programa sobre reciclagem de resíduos urbanos e industriais.

Como objectivos foram identificados a necessidade de: i) estabelecimento de especificações do composto como produto para a agricultura; ii) definição de parâmetros e métodos analíticos aplicáveis no processo de compostagem; iii) recuperação energética.

O programa foi baseado na necessidade de se encontrar respostas adequadas para os Estados-Membros, em matéria de preservação de recursos naturais com a reutilização de materiais brutos, aumentando a auto-suficiência europeia e com o objectivo de reduzir as quantidades de materiais a depositar em destino final, contribuindo deste modo para a preservação efectiva do ambiente.

Em Portugal o Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU) que fez a radiografia da situação nacional,

perspectivou as soluções e estabeleceu metas para a sua implementação. Neste plano era preconizada a forma de tratamento dos RSU por compostagem para 15% dos resíduos até ao ano 2000 e 25 % do total até ao ano 2005, longe do que acontece em 2003, que não passa de 6%.

A agravar este panorama de baixa valorização orgânica por processos biológicos há a decisão do Tribunal europeu que não considera a incineração um processo de valorização.

4. A Importância da Matéria Orgânica no solo

A matéria orgânica exerce grande influência sobre as propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo. Diversos estudos comprovam estas propriedades, designadamente o contributo para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A existência de matéria orgânica diferencia uma rocha de um solo, segundo definição simplista do pedologista Palmann, citado por Kiehl, (1985). Com efeito, a taxa de meteorização e o processo de formação de um solo depende da rocha mãe (material originário), do clima, da actividade biológica, da geomorfologia e do tempo. Outros autores introduziram mais factores como a erosão, a hidrologia e o homem a afectar a taxa de meteorização das rochas na formação do solo (Gaucher, 1981), assim como a acção dos microrganismos que agem directamente sobre a rocha mãe ou matriz, (Lindsay, 1979; Stevenson, 1982, 1986).

Em termos físicos, o solo é composto por três fases: sólida, líquida e gasosa. A fase sólida, normalmente a predominante, é constituída por matéria inorgânica e matéria orgânica. A fase líquida é constituída pela água do solo (água, sais dissolvidos e colóides em suspensão) e a fase gasosa formada pelo ar do solo, cuja composição é diversa da do ar atmosférico em termos da proporção dos seus elementos (Kiehl, 1979).

A matéria orgânica do solo é constituída por substâncias húmicas e substâncias não húmicas (Gaucher, 1981; Stevenson, 1982, 1986). As substâncias húmicas, provavelmente derivadas da lenhina, dividem-se em huminas, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos, constituem uma mistura de compostos complexos, estáveis, de alto peso molecular e coloração castanho-escuro.

As substâncias não húmicas são essencialmente constituídas por hidratos de carbono de longas cadeias de átomos, aminoácidos, proteínas, gorduras e ácidos de baixo peso molecular, normalmente solúveis e facilmente atacáveis por microrganismos (Stevenson, 1982, 1986; Russell's, 1988).

A importância da matéria orgânica na agricultura tem vindo a merecer destaque na FAO, desde 1974, em cujo Seminário "Use of Organic Matter in Agriculture" recomendava a investigação sobre o uso de adubos de origem química no solo, dado o seu efeito nefasto no solo e nas águas, devido à lixiviação e infiltração, em contraste com a utilização da matéria orgânica dos compostos. A preservação destes mananciais é de extrema importância para a humanidade, dado que o grande desafio da agricultura é o desenvolvimento de sistemas agrícolas que possam produzir alimentos e fibras em quantidade e qualidade suficientes, sem afectar adversamente os recursos naturais (Bertrand, 1980).

4.1 Influência da Matéria Orgânica sobre as Propriedades Físicas do Solo

A matéria orgânica influencia as propriedades físicas do solo, como a densidade, a estruturação, arejamento e drenagem, capacidade de retenção de água e a consistência, (Epstein *et al*, 1976; Weil, *et al*, 1979; Kiehl, 1985, Diaz, *et al*, 1987). Apresenta-se no Quadro 2 uma síntese da influência da matéria orgânica nas propriedades do solo relacionadas com a qualidade e quantidade da água.

Propriedade física	Influência	Fonte
Estabilidade da estrutura	Formação de complexos argilo-húmicos	Anderson <i>et al.</i> , 1982 Stevenson, 1982 Pavan, 1984 Porta <i>et al.</i> , 1994
Permeabilidade	Aumento da macroporosidade da estabilidade e redução da formação de crosta	Martins <i>et al.</i> , 1983
Resistência à formação de crosta	Estabilidade da estrutura, aumento da porosidade e infiltração	Anderson <i>et al.</i> , 1982 Porta <i>et al.</i> , 1994
Capacidade de retenção de água	Aumento da meso-porosidade, da estabilidade da estrutura, pela formação de complexos argilo-húmicos e agregados como o limo, pela capacidade de retenção de água própria dos ácidos húmicos.	Epstein, <i>et al.</i> , 1976 Martins <i>et al.</i> , 1983 Kiehl, 1985; Guidi, 1985 Porta <i>et al.</i> , 1994 Albaradejo, 1995
Balanço hídrico	Aumento da taxa de infiltração, com retenção radicular e água de drenagem para recargas de aquíferos	Porta <i>et al.</i> , 1994 Albaradejo, 1995
Adsorção e dessorção de iões	Capacidade de troca catiónica dos ácidos húmicos e fúlvicos	Stevenson (1982) Sequeira (1993 e 1994)

Quadro 2 - Relação entre as propriedades do solo e a matéria orgânica em termos de quantidade e qualidade da água

Densidade

A aplicação de matéria orgânica no solo induz à diminuição da densidade aparente do mesmo (relação entre a massa de uma amostra de terra seca a 110°C e o volume global ocupado pela soma das partículas e poros. Como consequência, leva à diminuição da resistência de penetração das raízes no solo.

Os solos arenosos, de textura grosseira, têm densidade (1.4 a 1.6 g/cm³) cerca de 17% superior aos solos argilosos, de textura fina. Os solos ricos em matéria orgânica têm baixa densidade (0.6 a 0.8 g/cm³), como é o caso das turfas.

A mecanização na actividade agrícola moderna provoca a compactação dos solos devido ao peso do equipamento utilizado. A aplicação de matéria orgânica ao solo contribui para tornar o solo compactado menos denso e estruturado, por via da formação de novos agregados e pelo facto da mistura ser de menor densidade.

Estruturação

Durante a decomposição da matéria orgânica produzem-se hidratos de carbono que permitem as partículas formarem agregados estáveis e, por isso, beneficiam a estrutura do solo (Stevenson, 1982, 1986; Pavan, 1984).

A estrutura é o resultado da agregação das partículas primárias (areia, silte e argila) com outros componentes do solo como a matéria orgânica e o calcário. Na formação dos agregados há uma acção mecânica de junção das partículas e um agente aglutinante, a matéria orgânica e a argila, sendo aquela mais eficaz que esta, (Kiehl, 1985).

Arejamento e Drenagem

Sob o ponto de vista do arejamento e drenagem, a aplicação de matéria orgânica no solo beneficia ambos os factores (Epstein, *et al.*, 1976), como consequência da diminuição da densidade aparente e da estruturação. Com efeito, o aumento da agregação de partículas do solo corresponde a uma porosidade maior, logo, maior é a facilidade do fluxo de líquidos e gases.

O arejamento do solo permite a troca entre o CO₂ existente nos poros, proveniente dos processos respiratórios das raízes e do metabolismo microbiano, e o oxigénio atmosférico, necessário aos processos respiratórios. A porosidade, cuja capacidade de arejamento do solo é óptima, corresponde a agregados com diâmetros médios de 2 a 3 mm (Kiehl, 1985).

Os solos argilosos são mal arejados e mal drenados em oposição aos arenosos, que o são em excesso. A matéria orgânica aplicada a solos daquelas características, corrige as deficiências, equilibrando a agregação e a estruturação.

A adição de composto ao solo para melhoramento da drenagem e da capacidade de arejamento tem limites, pois em excesso tem o efeito oposto, ou seja, tende a colmatar os poros (Egreja Filho, 1993).

Capacidade de Retenção de Água

A capacidade de retenção de água do solo aumenta com a matéria orgânica, especialmente com a fracção húmica (Epstein, *et al.*, 1976; Kiehl, 1985). De facto, a matéria orgânica aumenta a capacidade de infiltração da água devido à melhor estruturação e granulação do solo, facilitando a infiltração da água e evitando o escoamento superficial e a erosão e empobrecimento do horizonte superficial do solo.

A capacidade de retenção de água varia de 80% a 800%, para a matéria orgânica crua e para o húmus puro, passando por 300 a 400% para as turfas. Deste modo, a matéria orgânica tem também capacidade de retenção de água directa, como consequência das suas características intrínsecas.

4.2 Influência da Matéria Orgânica nas Propriedades Físico-Químicas do Solo

A matéria orgânica é uma fonte importante de nutrientes essenciais às plantas, à microflora e à fauna terrestre (Kiehl, 1985; Brito, 1997), fornecendo-os gradualmente consoante as necessidades, tornando-se menos sensíveis à lixiviação, volatilização ou fixação, absorções excessivas, salinização secundária dos solos, em comparação com os adubos minerais. Assim, a aplicação da matéria orgânica ao solo degradado e erodido, permite a recuperação da sua fertilidade.

pH

A matéria orgânica humificada aplicada a um solo ácido aumenta o pH, contribuindo para que este solo corrigido seja mais favorável ao crescimento das plantas.

De facto, o pH do solo afecta a disponibilidade de nutrientes, particularmente dos micronutrientes. Muitas culturas crescem bem em solos com pH entre 6 e 7. O composto de RSU é levemente alcalino, pelo que quando aplicado em solos levemente ácidos, reduz ou elimina a toxicidade do alumínio e do manganês, os quais podem ocorrer em solos cujo pH é inferior a 5.5.

Taxas de aplicação de 10 a 20 toneladas / acre, usualmente aumentam o pH de 0.5 a 1 o pH de solos ácidos, enquanto em solos levemente alcalinos (7.1 a 7.5) o seu efeito é nulo ou quase (Herando, *et al.*, 1989).

Adsorção de Nutrientes

É uma propriedade que os colóides apresentam de reter catiões, quando submetidos à acção de campos eléctricos. Esta propriedade é observada em argilas e no húmus, dois colóides electronegativos, sendo maior no húmus devido à sua maior superfície específica, ou seja, à sua maior área de exposição.

Esta propriedade da matéria orgânica no solo, permite reter os nutrientes para utilização pelas raízes das plantas, evitando que se infiltrem no solo por acção da água de chuvas ou de regas.

Capacidade de Troca Catiónica (CTC)

A capacidade de troca catiónica (CTC) é uma propriedade que certos materiais, designadamente as argilas e a matéria orgânica, têm em adsorver catiões como P, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Na, e outros, evitando a sua lixiviação pelas águas que percolam esses materiais (normalmente no solo), ocorrendo a perda por permuta com outros catiões.

Esta propriedade representa a capacidade que um fertilizante tem em reter nutrientes para os libertar para as plantas, sendo essa capacidade de troca directamente proporcional à quantidade de substância húmica nele existente, ou seja, quanto mais curado estiver o composto, maior a sua capacidade de troca catiónica (Kiehl, 1993).

Apresenta-se no Quadro 3 o efeito da adição de composto ao solo, segundo McConnell, D. *et al* (1994) e o seu efeito sobre diversas propriedades.

Propriedade do solo	taxa de aplicação (ton/acre)	alterações
Matéria Orgânica	18 - 146	6 - 163% aumento
Capacidade de retenção de água	7 - 16	5 - 43% aumento a 0 - 1 atm de pressão
Densidade	20 - 146	4 - 71% diminui
pH	20 - 146	0.8 - 1.4% aumento
CTC	57 - 228	31 - 94% aumento
Macronutrientes	20 - 146	2 - 136 aumento
Micronutrientes	18 - 446	0 - 500% aumento

Quadro 3 – Resumo de efeitos do composto nas propriedades físico-químicas do solo

5. Usos e Qualidade do Composto Orgânico

O composto orgânico tem vários usos na agricultura, florestação, horticultura, combate à erosão e na recuperação de solos degradados. Como correctivo de solos pobres, na recuperação de taludes degradados de estradas e no combate à erosão, tem sido utilizado com bons resultados, designadamente com o rápido recobrimento vegetal e boa aderência em zonas inclinadas (Pereira Neto, 1987). É uma fonte de nutrientes para plantas e de matéria orgânica para o solo (Quadro 4).

Nutriente	Teor no composto reportado à matéria	Quantidade Veiculada por 10 t/ha (Kg)	Quantidades de Adubos que contêm o mesmo teor de nutrientes (Kg)		
	original (%)		Sulfato de amónio	Superfosfato simples	Cloreto de potássio
Azoto (N)	1.4	140	700	-	-
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.9	90	-	500	-
Potássio (K ₂ O)	1.1	110	-	-	230

Quadro 4 - Quantidades de macronutrientes principais veiculados pelo composto e por alguns adubos simples tradicionais.

A utilização de composto na actividade agronómica depende principalmente de: qualidade do composto, especialmente do conteúdo em matéria orgânica, maturidade do composto, concentração em nutrientes e na presença ou ausência de substâncias potencialmente perigosas e indesejáveis ao ambiente agrário (Zucconi *et al.*, 1981; Zucconi & Bertoldi, 1982; Anderson, 1983; Cossu, R. *et al.*, 1984; Mezzanotti *et al.*, 1986; Genevini, P.L. *et al.*, 1986).

De acordo com as experiências e práticas desenvolvidas ao longo de mais de dezanove anos por Mays *et al.*, (1989), utilizando composto orgânico de RSU, estes autores concluem que a aplicação é benéfica para sustentar elevadas produtividades vegetais e fornecimento de nutrientes às plantas. Em experiências levadas a cabo por Garner (1962) comparando a produtividade de solos beneficiados com composto de RSU e com estrumes pecuários, chegou à conclusão que ambas aumentam a produtividade vegetal, porém os estrumes são mais produtivos.

Tietjen *et al.*, (1969) comprovam em experiências com batatas, que a produtividade é aumentada com composto maturado, enquanto que os compostos não curados ou frescos, diminuem a produção. Van Assche *et al.*, (1982) afirma que acréscimos de composto de RSU em culturas de alface contribuem para o decréscimo da sua produção, em oposição à cultura do aipo, que aumenta.

Destas experiências e respectivas conclusões, fica especialmente claro que no âmbito da aplicação do composto orgânico do solo, este deve ser feito tendo em atenção as características do composto e do solo, da cultura, do clima, entre outros factores e, sobretudo, fica realçada a importância da investigação, em especial as quantidades de composto a aplicação na agricultura para aumento das produtividades vegetais, em função das diversas condições edafo-climáticas (Brito, 1997), características do solo e das culturas.

5.1 Composto Produzido em Portugal

Com base em determinações realizadas nos Laboratórios da ESTG/IPVC, laboratórios da Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho, de Braga, no Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS) e apresentadas pela Koch de Setúbal, apresentam-se as médias ou intervalos de variação dos resultados de análises ao composto produzido pelas 4 estações portuguesas, durante 1998 e 1999, em campanhas de caracterização.

Parâmetro	Composto produzido em Portugal (médias e intervalos) (*) 1998/99				Proposta de Directiva da
	LIPOR	AMAVE	AMTRES	AMARSUL	UE
Humidade (%)	35.3 - 49.4	38 - 51	24.3	30	
pH	5 - 6.5	5.9 - 7.4	7.6	8	5.5 - 8
Matéria Orgânica (%)	19 - 26	24.9 - 34.6	53.2	35	
C/N	25 - 36	17 - 24	16	12	< 22
Taxa de humificação			24		
Ácidos (húmico/fúlvico)			2.3	3.2	
N _{total}	0.85 - 0.98	0.9 - 1.9	1.8	1.7	> 0.6
P (P ₂ O ₅)	0.57	0.6 - 1.2	1.4		> 0.5
K (K ₂ O)	0.44	0.6	1.6		> 0.3
Metais pesados (total):					
Cd	< 2.2	<5	2.5	2	< 5
Cr	28 - 94	<100	68	25 - 68	< 150
Cu	157 - 284		305	248 - 522	< 300
Ni	<30	<30	61	38 - 56	< 50
Pb	181 - 720		306	320 - 490	< 750
Zn	323 - 780		612	308 - 652	< 1000
Microbiológicas:					
Coliformes fecais (ufc/g)	<400		1.5x10 ³	< 20	< 500
Streptococos fecais	4.2 x 10 ⁴		5.6x10 ⁵	< 1.1x10 ³	< 5000
Salmonella sp.	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente

Resultados reportados à matéria seca, com excepção do pH e microbiológicos.

Quadro 5 - Características do composto produzido em Portugal e limites propostas para a UE

Analizando o quadro anterior chega-se à conclusão que todos cumprem com as normas europeias, no entanto, avaliações laboratoriais de alguns deles permitiu constatar que a qualidade da maior parte deles ainda necessita de afinações operacionais, pois não se apresentaram completamente maturados e humificados, sendo mesmo possível reiniciar a degradação, com aumento da temperatura (reaquecimento das pilhas de composto mal maturado), sendo por isso um material não estabilizado. Não será de estranhar a eventual resistência de muitos consumidores relativamente a produtos que exalam um cheiro desagradável devido à volatilização da amónia, por exemplo.

6. ESTRATÉGIA NACIONAL PARA O SECTOR

Em recente apresentação pública no âmbito do Conselho de Acompanhamento dos RSU foi feita a apresentação da estratégia governamental para a valorização da fracção orgânica dos RSU e de redução desta componente em aterros.

Nesta estratégia considera valorização orgânica dos RUB pela compostagem, digestão anaeróbia e pela incineração,

considerando para isso os seguintes valores instalados:

Para a compostagem conforme se pode verificar pelo

Estação	Localização	População servida (2001)	Capacidade (ton/ano)	RUB valorizados (ton/ano)	Dados (ano)
AMAVE	Riba d'Ave	472 382	131 400	52 560	2003
AMTRES	Trajouce	750 918	150 000	60 000	2001
AMARSUL	Setúbal	110 000	50 000	50 000	2001
Cova da Beira	Fundão	221 191	50 000	20 000	2001
ALGAR	Algarve	395 218	10 000	10 000	2002
TOTAL			391 400		

Quadro 6 – Entidades gestoras de RSU com unidades de compostagem

O plano governamental contabiliza as instalações de incineração existentes em Lisboa e Porto (continente português) e da Ilha da Madeira como instalações de valorização de RUB (Quadro 7), ao contrário da decisão do Tribunal Europeu.

Sistema	Localização	Capacidade (t/ano)	RUB incinerados (t/ano)	Obs
Lipor	Área Metropolitana do Porto	400 000	238 400	Resíduos provenientes de recolhas indiferenciada
VALORSUL	Área Metropolitana de Lisboa	660 000	393 360	Idem
Madeira	Ilha da Madeira	126 000	75 096	Idem
		1 186 000	706 856	

Quadro 7 – Capacidade instalada de incineração de RUB

Neste sentido, de acordo com o referido plano, Portugal conta em 2003 com capacidade instalada de valorização orgânica e incineração para processar 1.700.800 t/ano de RSU, dos quais 992 816 t/ano são RUB. Face a estes dados e pressupostos, o balanço relativamente à capacidade de tratamento de RUB é apresentado no Quadro 8, em que se considera a capacidade instalada (*) a que resulta das instalações existentes e as que se encontram já em construção (compostagem na LIPOR, ampliação da AMAVE, Valorsul e Madeira).

Ano	Produção de RSU (t)	RUB (t)		Capacidade de tratamento de RUB (t)	
		Produzidos	Admissíveis em aterro	Instalada (*)	A Instalar
2006	5.029.952	2.997.852	1.689.540	992.816	3.639
2009	5.228.636	3.116.267	1.126.360	992.816	624.115
2016	5.119.319	3.051.114	788.452	992.816	757.914

Quadro 8 – Capacidade instalada de incineração de RUB

No entanto, não considerando a fracção de RUB incinerada de 706.856 toneladas (2002) a capacidade de valorização orgânica terá que aumentar consideravelmente, como se pode observar pelo Quadro 4.1, com a crescente diminuição de deposição em aterro dos resíduos biodegradáveis, que entretanto crescem.

No Quadro 9 apresenta-se o que poderá ser a leitura sobre os quantitativos de RUB a valorizar adoptando a decisão do Tribunal Europeu sobre o entendimento que este faz da incineração.

	2003	2004	2005	2006	2009	2016
RSU – Total em Portugal	4 739 855	4 834 652	4 921 675	5 000 422	5 146 779	5 009 118
RUB admitidos em AS (base 1995)	2 512 123	2 562 365	2 608 488	1 689 540	1 126 360	788 452
RUB produzidos	2 512 123	2 562 365	2 608 488	2 650 224	2 727 793	2 654 833
Resíduos Putrescíveis (verdes, ..)	1 658 949	1 692 128	1 722 586	1 750 148	1 801 372	1 753 191
Resíduos de embalagem (total)	1 279 761	1 305 356	1 328 852	1 350 114	1 389 630	1 352 462
Embalagens papel/ cartão	379 188	386 772	393 734	400 034	411 742	400 729
RUB Para valorização biológica				960 684	1 601 433	1 866 381
Capacidade valorização orgânica	285 960	285 960	285 960			
Valorização orgânica a instalar				674 724	640 749	264 948

Quadro 9 – Balanço dos Resíduos em aterro e valorização da fracção orgânica (valores em toneladas)

Apresentam-se nos gráficos seguintes o balanço de um cenário de gestão dos RSU para Portugal cumprir a Directiva Aterros.

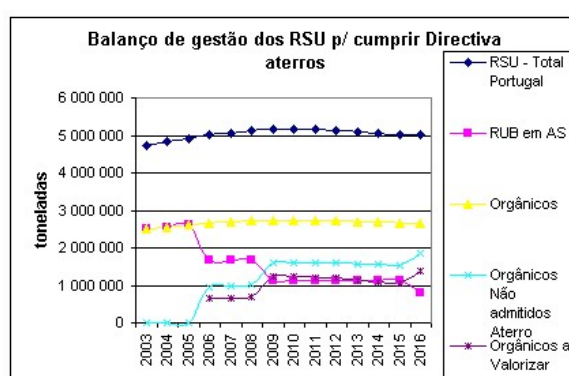


Gráfico 4 –Balanço de um cenário de gestão dos RUB e da redução destes em aterros

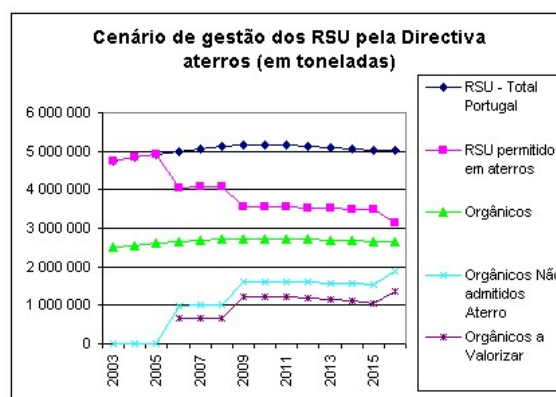


Gráfico 5 – Cenário da gestão de RSU em face da Directiva 1999/31/CE c/ redução de orgânicos em aterro

Constata-se que a necessidade de valorização de RUB é inversamente proporcional à redução de orgânicos em aterros.

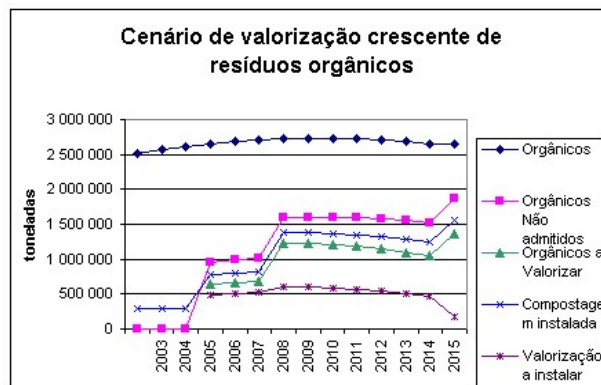


Gráfico 6 – Cenário da evolução gradual da capacidade de valorização orgânica para cumprir a Directiva

Até 2003 estão previstas entrar em funcionamento a nova unidade de compostagem da LIPOR, em Gondomar (Porto), com capacidade similar à que vai ser desactivada, ou seja, de 60.000 ton/ano e uma unidade para a VALORSUL, em Amadora (Lisboa) com capacidade de 40.000 toneladas por ano. Também se prevê a ampliação das unidades da AMAVE (Norte) de 87.600 ton para 131.400 ton e a da Koch de Setúbal para 89.000 ton, perfazendo uma capacidade instalada em 2003 de 520.400 toneladas por ano, que não é suficiente, como se pode verificar.

Os investimentos previstos pelo governo para a implementação de unidades de valorização/processamento de resíduos orgânicos é de 124 milhões de €, porém, a necessidade de investimento para cumprir a legislação cifrar-se-á em mais 150 milhões de € que a previsão do governo, uma vez que a incineração não poderá ser considerada. Deveria, em nosso entender ser repensada a 3ª unidade de incineração no centro do país, canalizando o investimento para colmatar o não previsto para a compostagem e/ou digestão anaeróbia.

7. CONCLUSÕES

A capacidade de valorização dos resíduos sólidos através da compostagem em Portugal representa actualmente cerca de 10% do total dos RSU produzidos, sendo que o composto representa cerca de 6%. Se forem considerados os resíduos orgânicos presentes nos RSU, o composto produzido representa cerca de 12%.

Para cumprir as previsões da comissão especializada da FAO, que estimou em 20×10^6 toneladas de matéria orgânica para recuperar a fertilidade dos solos portugueses, a produzir o que actualmente as fábricas nacionais produzem, seriam necessários mais de 400 anos. O argumento de que não há mercado para o composto não se encaixa nestas previsões.

O plano nacional para redução de RUB em aterros e consequente valorização considerou a incineração como valorização, enquanto decisão recente do Tribunal Europeu anunciava o contrário. Ou há revisão geral dos planos de valorização orgânica ou a decisão do Tribunal terá que ser alterada, o que parece pouco provável. As opções de valorização merecem uma discussão técnico-económica e ambiental mais aprofundadas. Realça da avaliação que a redução de RUB em aterros vai implicar num esforço acrescido não só do governo, mas dos diversos intervenientes, designadamente dos 30 sistemas de gestão de resíduos existentes no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonçalves, M. J. S., (1997) - "Composto de RSU's: Qualidade e Utilizações", in Seminário Produção de Correctivos Orgânicos a Partir de RSU - Sua Importância Para a Agricultura Nacional, Lipor, Porto. p17
2. Chanyasak, V. and Kubota, H. (1981) - "Carbon/Organic Nitrogen ratio in water extract as a measure of composting degradation", J. Ferment Technol. V 59(3) pp 210-219.
3. Clark, C. S., Rylander, R. & Larson, L. (1983) - "Levels of gram-negative bacteria, *Aspergillus fumigatus*, dust and endotoxin at compost plants". Applied Environmental Microbiology 45, pp. 1501-1505.
4. Coker, E. G. and Matthews, P. J. 1983 - "Metals in Sewage Sludge and Their Potential Effects in Agriculture". Water Science Tech., Vol. 15, pp 209-225.
5. Cowling, E. B., and Kirk, T. K. (1976) - "Properties of Cellulose and Lignocellulosic Materials as Substrates for Enzymatic Conversion Processes". Biotechnology and Bioengineering Symposium, 6, pp95-123.
6. Crook, C. S. et al.(1983) - "Domestic waste composting plants as source of airborne micro-organisms". UK Dept. of Environment, grant n° 1/MS/126/209/85.

7. Epstein, E., Taylor, J. M. and Chaney, R. L. (1976) - "Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some physical and chemical properties". *Env. Qual.* 5:422-426.
8. Fassi, B. Breesy, G. Jodice, R. (1976) "Organic Fertilisers of Poplar Bark and Other Paper-mill Residuals. Industrial Production and Agronomic Use" *Annals of Academy of Agriculture of Turin*; 119 pp.
9. Finstein, M. S., Wei-Ru Lin, K., Fischler, G. E. (1982) - "Sludge Composting and Utilization". Review of the Literature on Temperature Inactivation of Pathogens" Cook College. Rutgers, New Jersey, Jan., 29 pp.
10. Finstein, M. S. (1982) - "Temperature Implications for Process Design and Control", in "Composting - Theory and Practice for City, Industry and Farm", Ed. J.G. Press, pp 150-157.
11. Giordano, A. (Coord.), Bonfils, P., Roquero, C. Yassoglou, N., Sequeira, E.M., (1992) - "CORINE Soil Erosion Risk and Important Land Resources in the Southern Regions of the European Community. An assessment to evaluate and map the distribution of land quality and soil erosion risk". Ed. C.E.C., 1992.
12. Golueke, C. G. (1977) - "Biological Reclamation of Solid Wastes". Rondale Press, Emmaus. 256 pp.
13. Haug, R. T. (1993) - "The Practical Handbook of Composting Engineering". Lewis Publishers, Florida, USA.
14. Kiehl, E. J. (1993) - "Fertilizantes Organominerais, Ed. Edmar J. Kiehl, Av. Brasil 910, CEP 13416-530 Piracicaba, Brasil 189 pp.
15. Klees, R. (1986) - "Aerated Static Pile Composting of Sewage Sludge in Longmont, Colorado". M. Sc. Thesis, University of Colorado, Boulder, USA, pp. 163.
16. Leton, T. G. (1984) - "Composting of Sewage Sludge and Domestic Refuse". PhD Thesis. Department of Civil Engineering, University of Leeds, pp. 245.
17. Lynch J. M., (1985) - "Lignocellulolysis in Composts" in proceedings Compost: Production, Quality and Use, Ed. M. de Bertoldi and F. Zucchini, Elsevier Appl. Sc., London. pp 178-189.
18. MacGregor, S. T., et al., (1981) - "Composting process control based on interaction between microbial heat output and temperature". *Applied Environmental Microbiology*, pp 1000-1009.
19. Malavolta, E (1980) - "Elementos de Nutrição Mineral de Plantas", Editora Agronômica Ceres, Lda., S. Paulo, Brasil. 251pp.
20. Mays, D. A. and Giordano, P. M. (1989) - "Landspreading municipal waste compost", *Biocycle* (4):37-39.
21. McKinley, V. L. Vestal, J.R., (1985) - "Microbial Activity in Composting". Part I. *BioCycle*, 26 (6) pp 39-44.
22. Millner, P. D., Marsh, P. B. Snowden, R. B. & Parr, J. F. (1977) - "Occurrence of *Aspergillus fumigatus* during composting of sewage sludge". *Applied Environmental Microbiology* 34, pp. 765-772.
23. Pereira Neto, J. T. , Stentiford, E. I. and Mara, D. D. (1986c) - "Comparison of Windrow and Aerated Static Piles for Refuse/Sludge Composting", in *International Symposium in Composting Process, Quality and Use*, Udine, Italy, 21 pp.
24. Russell's (1988). *Soil conditions and plant growth* (11th ed). (Ed Alan Wild). London.