

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS: O IMPACTO AMBIENTAL

Oliveira Rosário, *Professora Catedrática, Departamento de Engenharia Biológica, Universidade do Minho*

RESUMO

Faz-se uma introdução à política de gestão integrada de resíduos para enquadrar a valorização de resíduos como prática desejável para assegurar um desenvolvimento sustentado. Referem-se de seguida metodologias para avaliação do impacto ambiental da utilização de resíduos que possam ser usados como materiais de construção civil e obras públicas, ressalvando-se alguma falta de enquadramento legal.

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos são consequência da actividade humana e foram-se tornando problemáticos à medida que o Homem se foi organizando socialmente, primeiro em tribos e depois em comunidades urbanas, pela acumulação em espaços mais restritos. Até ao advento da revolução industrial os resíduos eram de natureza biodegradável e se devidamente depositos no solo não geravam problemas de tratamento.

Com a evolução da indústria química surgiram produtos xenobióticos e alguns com características de perigosidade para o ambiente e saúde pública que vieram introduzir uma grande complexidade nos processos de tratamento. Aliado a este factor, ocorreu uma enorme alteração dos hábitos de consumo, com os produtos a terem tempos de vida muito curtos, o que determina uma maior produção de resíduos e, dada a natureza de alguns, mais difíceis de tratar. Acresce, ainda, que a população mundial iniciou um crescimento exponencial, tendo duplicado nos últimos cinquenta anos, apresentando actualmente um crescimento médio de 80 milhões de pessoas/ano (Figura 1). Como resultado, a produção de resíduos a nível mundial está actualmente estimada em cerca de 4 milhões de toneladas por dia!

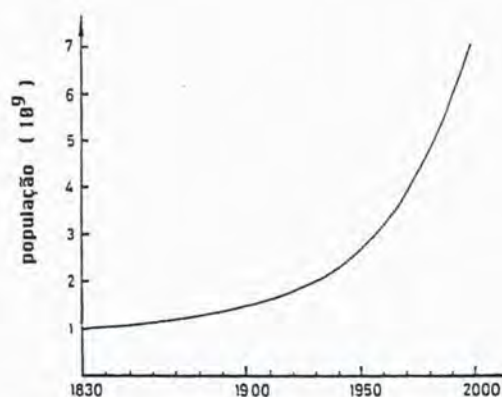


Figura 1. – crescimento da população mundial

Os resíduos passaram a fazer parte das preocupações da população em geral porque houve a consciencialização de que se não forem adequadamente tratados podem ter efeitos graves em termos de sanidade pública. No entanto, ainda são poucos os que se preocupam com outra vertente que é extremamente importante, pois se não houver abrandamento na produção de resíduos a acelerada depleção de recursos naturais poderá levar em breve à exaustão de muitos deles.

Surge, assim, a necessidade premente de se implementar uma *gestão integrada de resíduos* que se baseia numa hierarquia de actividades, com o objectivo de minimizar a produção de resíduos e de valorizar os que venham a ser produzidos.

Nessa hierarquia, a *Prevenção*, visando reduzir o quantitativo de resíduos, o custo associado ao tratamento e o respectivo impacto ambiental, é a actividade prioritária mas a de mais difícil implementação porque implica a alteração de muitos processos industriais e sobretudo dos hábitos de consumo.

A *Valorização* surge em segunda prioridade e tem por objectivo maximizar a *Prevenção*, conferindo uma mais valia aos resíduos e deve ser conseguida preferencialmente através da *reutilização*, seguida da *reciclagem* e só em última instância da *valorização energética*. Segundo as definições legais (DL 239/97), a *reutilização* corresponde à reintrodução, em utilização análoga e sem alterações, de substâncias, objectos ou produtos nos circuitos de produção ou consumo, por forma a evitar a produção de resíduos. A *reciclagem* é o reprocessamento, num processo de produção, dos resíduos para o fim inicial ou para outros fins, incluindo a reciclagem orgânica (compostagem e biometanização), mas não a valorização energética. A *valorização energética* pode ser feita por incineração ou gasificação. É relegada para último plano nas actividades de valorização porque transforma a matéria orgânica em energia, não favorecendo a contenção na depleção dos recursos naturais.

A *Eliminação Final* é a última instância na gestão de resíduos, sendo entendida como a deposição controlada no solo e só deverá ser solução quando de todo não seja possível qualquer forma de valorização.

É do conhecimento geral que esta hierarquia de actividades na gestão dos resíduos tem estado perfeitamente invertida, tendo sido até agora privilegiada a deposição em aterro. Prática, aliás, recente no país.

A União Europeia tem vindo progressivamente a legislar no sentido de impor práticas mais consentâneas com as exigências de preservação e melhoria da qualidade do ambiente. Nesse âmbito, inserem-se algumas Directivas, nomeadamente a Directiva nº 1999/31/CE do Conselho de 26 de Abril relativa à deposição de resíduos em aterros, já transposta para a lei nacional (Decreto-Lei nº 152/2002 de 23 de Maio). Nela estão previstas metas a atingir em 2006, 2009 e 2016 para redução da deposição em aterro dos resíduos sólidos urbanos biodegradáveis. Contudo, ainda há uma grande indefinição para resíduos de outras naturezas.

São de saudar todas as iniciativas que têm vindo a ser desenvolvidas no sentido de se incrementar a valorização de resíduos, para o que muito tem contribuído a criação de “bolsas” ou “mercados” de resíduos, tendo como princípio que *o resíduo de um pode ser a matéria prima de outro*. É de todo desejável que esta prática tenha uma rápida implementação a nível nacional. Refira-se que a primeira bolsa de resíduos da península ibérica já data de 1992, tendo sido constituída na Catalunha.

Neste contexto, apraz registar uma notícia recente do semanário Expresso, datada de 17 de Janeiro de 2004, intitulada “Cinzas da EDP valem 4,5 milhões”, que se passa a citar:

“A EDP lucrou 4,5 milhões de euros em 2003 com a venda de cinzas resultantes da queima de carvão na central de Sines. Do total, 3 milhões de euros serviram para abater o custo da electricidade, permitindo baixar as tarifas. As cinzas estão a ser utilizadas no fabrico de cimento foram empregues em obras como a construção do Estádio do Sporting (Alvalade XXI), na sede da Caixa Geral de Depósitos ou na Ponte Vasco da Gama. O interesse da indústria é tal que já se estão a importar cinzas de Itália.”

2. IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

Os resíduos formados por matéria orgânica são mais facilmente valorizáveis do que os resíduos inorgânicos. Se a matéria orgânica for facilmente biodegradável pode ser tratada por via biológica para produção de composto (corrector de solos) ou para produção de biogás, podendo, em último caso, juntamente com matéria orgânica não biodegradável, ser valorizada energeticamente.

No caso dos resíduos inorgânicos, a via mais comum de valorização consiste em utilizá-los ou incorporá-los em materiais de construção civil e obras públicas. Contudo, essa valorização tem que respeitar critérios ambientais não podendo restringir-se aos critérios físicos e mecânicos respeitantes aos fins a que se destinam.

Quando se pretende valorizar um resíduo tem que ser feita a avaliação do impacto ambiental que possa provocar. O principal estudo a efectuar é sobre a capacidade de mobilização de elementos prejudiciais ao ambiente, nomeadamente metais pesados e sais e eventualmente algum poluente orgânico que possam conter. Essa mobilização é essencialmente feita pelas águas resultantes da precipitação atmosférica que percolam através dos materiais. Admite-se que a maior parte das aplicações de materiais que incorporem resíduos a que possa estar associada alguma hipótese de perigosidade talvez não deva ser efectuada em zonas inundáveis.

A simulação da mobilização dos elementos nocivos é feita recorrendo a ensaios de lixiviação. A lixiviação pode ser considerada a dissolução de um sólido por uma solução aquosa. As reacções de lixiviação podem ser por hidrólise, ácida ou alcalina ou oxidação-redução. O pH do lixivante e a acidez/alcalinidade do sólido são considerados os factores controlantes do processo. Quanto mais baixo for o pH da solução maior é a solubilidade dos metais.

2.1 – Métodos de lixiviação

Um estudo relativamente recente (Kim, 2002) identificou a existência de mais de 100 métodos de lixiviação. Isto, porque podem ser utilizados com finalidades distintas: (1) os que são aprovados e promulgados para serem usados num contexto legal; (2) os adoptados por organizações normativas (ASTM, ISO) que se aplicam para um determinado conjunto de condições e por vezes a materiais específicos e (3) os métodos de investigação desenvolvidos com um objectivo particular.

Em termos do procedimento, os métodos de lixiviação podem caracterizar-se em estáticos e dinâmicos, isto é, se existe uma só adição da solução de lixiviação ou se esta é renovada continuamente. É comum caracterizarem-se também segundo a forma como a solução lixivante contacta com a amostra: (1) ensaios descontínuos (“batch”), em que a amostra é colocada num dado volume de solução lixivante; (2) escoamento em torno de amostras monolíticas; (3) escoamento através de colunas que contêm como enchimento o material em estudo.

O resultados são em geral apresentados na forma de concentração na solução lixivante da substância em estudo (mg/L), ou como concentração no sólido (mg/kg). Na maior parte dos métodos, a razão líquido/sólido (L/S) é usada para quantificar o volume de lixivante e a quantidade de amostra sólida, exprimindo-se frequentemente em L/kg.

Não existe regulamentação nacional para os testes de lixiviação a serem aplicados em estudos de valorização de resíduos e a autora também não tem conhecimento de que exista regulamentação europeia para o mesmo fim.

Da grande diversidade de testes existentes, talvez os mais comumente utilizados sejam o da norma francesa NF X 31-210; o da norma holandesa NEN 7343; o EPTox da Agência Americana de Protecção do Ambiente (EPA) e o da norma alemã DIN 38414-S4. Nos estudos realizados na península ibérica começa a ser frequente o recurso ao método segundo a norma DIN 38414-S4, estando este já consignado na lei nacional como aplicável ao estudo dos eluatos (solução obtida num ensaio de

lixiviação em laboratório) dos materiais a depositar em aterro (Decreto-Lei nº 152/2002). De acordo com este método, 100 g de amostra são imersos em 1 L de água desionizada (MilliQ) durante 24 horas com agitação mecânica. O eluato é posteriormente analisado para determinação do seu grau de perigosidade.

A avaliação da perigosidade de um resíduo é feita em conformidade com a Lista Europeia de Resíduos (Decisão da Comissão 2000/532/CE). No entanto, nestas situações não é o resíduo em si que está a ser avaliado mas a sua capacidade de lixiviação e a lei ainda é omissa na definição dos parâmetros a considerar. Alguns estudos têm assumido os critérios exigidos para a deposição de resíduos em aterro, consignados no DL nº 152/2002, cuja determinação é feita segundo a norma DIN 38144-S4, conforme já foi referido. Esses critérios são os apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Critérios para deposição em aterro – análise sobre o eluato

Parâmetro	Classe		
	Inertes	Não perigosos	Perigosos
pH	5.5<x<12	4<x<13	4<x<13
Condutividade (mS/cm)	6<y<50		100
COT (mgC/L)*	40	100	200
Arsénio (mg/L)	0.1	0.5	1
Cádmio (mg/L)	0.1	0.2	0.5
Cobre (mg/L)	2	5	10
Crómio VI (mg/L)	0.1	0.1	0.5
Crómio total (mg/L)	0.5	2	5
Mercúrio (mg/L)	0.02	0.05	0.1
Níquel (mg/L)	0.5	1	2
Chumbo (mg/L)	0.5	1	2
Zinco (mg/L)	2	5	10
Fenóis (mg/L)	1	10	50
Fluoretos (mg/L)	5	25	50
Cloretos (mg/L)	500	5 000	10 000
Sulfatos (mg/L)	500	1 500	5 000
Nitritos (mg/L)***	3	10	30
Amónio (mg/L)	5	200	1 000
Cianetos (mg/L)	0.1	0.5	1
AOX (mgCl/L)**	0.3	1.5	3

*Sempre que o aterro for especialmente concebido para admitir resíduos orgânicos este valor poderá ser ultrapassado. Também poderá ser ultrapassado sempre que se tratar de um resíduo que não seja susceptível de fermentar.

** Compostos orgânicos adsorvidos

*** Por lapso no DL está nitratos

A análise do eluato do resíduo estreme determinará o seu grau de perigosidade, o que é importante se a pretensão for a de usar o resíduo tal qual. No caso de resíduos que sejam incorporados com outros materiais dever-se-á efectuar a análise do material resultante. Deve referir-se que quando o tratamento final de resíduos considerados perigosos é a deposição no solo (aterros para resíduos perigosos) eles têm que ser previamente inertizados, podendo daí resultar materiais com alguma potencialidade de utilização, dado o processo de estabilização a que foram submetidos.

A título de exemplo, refere-se um estudo realizado em colaboração com o Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, em que foram incorporadas cinzas volantes de uma incineradora de resíduos sólidos urbanos em argamassas de cimento Portland (tipo I – classe 32,5R). A argamassa padrão tinha a seguinte composição em massa: uma parte de cimento, três partes de areia e a água foi ajustada à trabalhabilidade (desvio inferior a 10% da argamassa normalizada). Foram feitas argamassas em que a fracção de cimento foi substituída por 10, 20 e 30% de cinzas, mantendo-

se constante a massa de areia. Num outro conjunto, a areia foi substituída por 5 e 10% de cinzas, não sendo alterada a massa de cimento. Os ensaios de lixiviação foram efectuados aos 28 dias de cura dos provetos e segundo a Norma francesa.

A concentração de metais no eluato foi comparada com os valores recomendados para a qualidade das águas destinadas à rega (DL 236/98). Todos os metais se encontravam em concentrações inferiores ao permitido pela legislação. Só os eluatos das cinzas em bruto apresentaram valores referentes à concentração em alumínio superiores em 30% ao valor máximo admissível por lei. Apesar de todos os provetes terem lixiviado quantidades de alumínio inferiores aos admitidos para as águas de rega, foi o provete padrão (isento de cinzas) o que apresentou valores mais elevados de libertação deste metal. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Sprung et al. (1994) e Classen et al. (1999) que demonstraram que um elevado número de metais pesados presentes em resíduos podem ser imobilizados em matrizes de cimentos sulfo-aluminosos.

3. CONCLUSÕES

Face ao exposto, uma das principais conclusões que pode ser retirada é que existe ainda uma falta de enquadramento legal para o estudo do impacto ambiental da aplicação de resíduos como materiais de construção civil e obras públicas. Contudo, a enorme potencialidade de investigação na aplicação de resíduos como materiais de construção está a criar uma pressão crescente e será sem dúvida um dos motores que irá determinar a criação de normativas nacionais e até europeias.

A terminar, talvez não seja inoportuno citar o preâmbulo do Decreto-Lei 239/97 de 9 de Setembro:

“A gestão adequada de resíduos é um desafio inadiável para as sociedades modernas.

Com efeito, a complexidade e a gravidade dos problemas relacionados com a gestão de resíduos revestem-se hoje de uma tal magnitude que não é já possível ao Estado corresponder à tarefa fundamental que a Constituição lhe confia, no sentido de defender a natureza e o ambiente, ou de preservar os recursos naturais, sem estruturar uma consistente política de resíduos em lugar de destaque de uma mais vasta política de ambiente.

É certo, porém, que este desafio, sendo das sociedades modernas, não pode ser apenas do Estado. Na verdade, se todos têm direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado, tem também o dever de o defender.”

Está, assim, a Sociedade Portuguesa de Geotecnia a prestar um serviço de inegável préstimo ao país e a todos em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Classen, B.; Le Rolland; Colombert P. (1999). Immobilisation de quelques métaux lourds dans une pâte de ciment sulfoalumineux durcie. Stabilization des Déchets & Environment 99 – Posters; Lion; France.

EPTOX. (1992). Extraction Procedure Toxicity Test Method. US Environmental Protection Agency, Method 1310A, Test Methods for Evaluating Solid Waste: Physical/Chemical Methods (SW-846), 18 pp.

Institut für Normung, 1984, “DIN 38414 S4: German Standard Procedure for Water, Wastewater, and Sediment Testing-Group S (Sludge and Sediment); Determination of Leachability (S4),” Berlin, Germany.

Kim, A.G. (2002). Fluid Extraction of Heavy Metals from Coal Ash. PhD Thesis, University of Pittsburgh, USA.

NEN 7343 (1995). Leaching Characteristics of Building and Solid Waste Material, Leaching Tests, Determination of the Leaching of Inorganic Components from Granular Materials with the Column Test. Netherlands Normalization Institute, Delft.

NF X 31-210 (1992). Déchets. Essai de lixiviation. Normalisation française.

Sprung, S.; Rechenberg, W.; Bachman, G. (1994). Environmental compatibility of cement and concrete. Environmental Aspects of Construction with Waste Materials, Goumans, J.J.M. and van der Sloots (eds.) Elsevier Science B.V.