

# INCINERAÇÃO VERSUS CO-INCINERAÇÃO

Dulce Andreia Gomes

Licenciada em Engenharia do Ambiente

daamg@iol.pt

Alzira Dinis

Mestre Assistente

Faculdade de Ciência e Tecnologia - UFP

madinis@ufp.pt

*Em Portugal, os Resíduos Industriais Perigosos carecem de um tratamento especial adequado, com recurso a tecnologias eficazes do ponto de vista ambiental, económico e social. Cada vez mais, necessitamos de controlar correctamente estes resíduos, para que deles não resultem, directa ou indirectamente, impactes negativos significativos, que se traduzam em prejuízos incontroláveis e irreversíveis para o nosso país.*

*Existem várias estratégias colocadas como hipótese de análise e resolução do problema relativo aos Resíduos Industriais Perigosos. Entre as várias formas de tratamento dos mesmos, este artigo visa salientar e comparar duas delas, a incineração e a co-incineração, pelo facto de existirem estudos minuciosos, permitindo por isso, ponderar estas duas estratégias como melhores alternativas ao problema*

## 1. INTRODUÇÃO

Actualmente, a sociedade encontra-se cada vez mais industrializada e desenvolvida tecnologicamente. A actividade humana é extremamente poluidora e conseqüentemente, a indústria constitui uma fonte de poluição complexa, sendo extremamente difícil proceder-se a uma avaliação das suas implicações, quer para o meio ambiente, quer para a saúde pública (Garcia, 2004). A compatibilidade entre ambiente e desenvolvimento representa um desafio que a sociedade actual tem de encarar, pois esta questão afecta globalmente o mundo em que vivemos, apresentando em cada país contornos próprios. Segundo Braga (1999), em Portugal, este desafio acresce a outros que, com igual acuidade, condicionam o seu presente e influenciam o seu desenvolvimento futuro, nomeadamente na Gestão dos Resíduos no que diz respeito ao seu eficaz tratamento.

Existem, no entanto, questões de carácter universal das quais se salienta, pela sua dimensão, a indústria, como actividade integrada no ciclo da satisfação das necessidades da sociedade, inevitavelmente consumidora de recursos naturais e elemento transformador do meio em que se insere (Masters, 1991). Esta interacção tem aspectos claramente negativos que urge minimizar, na dupla consciência de que esta actividade é socialmente necessária e de que não é, de todo, possível a eliminação absoluta dos seus inconvenientes. Trata-se de um facto que todos têm de, na sua justa medida, aceitar, sob pena de se gerarem incompatibilidades entre as noções de "padrão de vida", (conceito tangível de compreensão imediata) e de "qualidade de vida" (conceito mais complexo de que existem várias definições e entendimentos) (Braga, 1999).

A indústria produz uma infinidade de resíduos com características próprias e distintas, em que, por vezes, devido à Política de Gestão de Resíduos Industriais das empresas, o caminho seguido não é o mais aconselhável (Barrow, 1997). A definição de uma forma correcta da composição dos resíduos que sofrem ou sofrerão um tratamento é extremamente difícil, sendo necessário ter-se consciência que uns resíduos industriais são mais perigosos do que outros (Wright, 2005).

Em Portugal, e ao longo dos últimos 15 anos, arrasta-se a discussão da melhor alternativa para minimizar o problema dos Resíduos Industriais Perigosos. Este debate interminável, com constantes alterações de política pelo caminho, pode dar a entender que todos os resíduos abrangidos nesta categoria não estão a ser tratados, sendo despejados por todo o lado e de qualquer maneira (Garcia, 2004).

Será a incineração ou a co-incineração a melhor estratégia para a resolução deste problema? Sabe-se que a realidade, é, no entanto, bem mais complexa do que esta simplificação. Uma certeza não se pode contrariar, é preferível ter uma estratégia do que não ter nenhuma.

## 2. ESTRATÉGIAS PARA A RESOLUÇÃO DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS PERIGOSOS

Após a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável realizada no Rio de Janeiro em 1992, o conceito de desenvolvimento sustentável passou a ser amplamente utilizado a nível mundial. Os seus principais aspectos assentam na integração das preocupações ambientais e nas decisões económicas sectoriais e é nesta consequência de uma consciencialização cada vez maior da necessidade de alterar os comportamentos e actividades humanas quanto à utilização dos recursos naturais que se pode atingir um equilíbrio que não comprometa o desenvolvimento das gerações futuras [DRAD, 1992].

Simultaneamente, foi-se constatando a existência de um interesse crescente, por parte de um grande número de países, na avaliação do desempenho e implementação das políticas nacionais de ambiente e de desenvolvimento sustentável, de modo a medir da melhor forma o cumprimento das exigências e metas que, quer a nível da comunidade nacional, quer internacional, se vão estabelecendo, procurando conjugar ambiente, economia e aspectos sociais [Barrow, 1997].

De acordo com a Associação Europeia do Ambiente, entre 1990 e 1995 a totalidade dos resíduos produzidos na Europa aumentou 10%, enquanto o PIB cresceu apenas 6,5%. O objectivo de um desenvolvimento que se pretende sustentável consiste exactamente no contrário, isto é, que para produzir a mesma ou maior riqueza se gerem menos desperdícios [Peper *et al.*, 1996]

O REA (2003) refere que a gestão de resíduos é um domínio onde se têm registado progressos no nosso País, resultantes do planeamento e aplicação concertada de um conjunto de estratégias coerentes. Conferindo um cariz de índole prática, e complementando o suporte legislativo nacional, foram aprovados três planos de gestão de resíduos sectoriais, especificamente o PERSU - Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos, o PESGRI - Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais e o PERH - Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Hospitalares (REA, 2003).

O PERSU foi aprovado em 1997, introduzindo metas de gestão a serem atingidas a curto e médio prazo e visando, numa primeira fase, o encerramento e recuperação das lixeiras inventariadas, seguida da criação das infraestruturas necessárias à gestão ambientalmente correcta dos resíduos urbanos, construção de aterros, de instalações de compostagem, de duas instalações de incineração com recuperação de energia, da promoção da recolha selectiva e da reciclagem.

No âmbito dos Resíduos Sólidos Industriais foi elaborado o PNAPRI - Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais para o período 2000-2015 o qual tem como objectivo

principal a redução da perigosidade e da quantidade de Resíduos Sólidos Industriais produzidos através da sua prevenção, incluindo valorização interna (REA, 2000).

No que diz respeito aos problemas relacionados com os Resíduos Industriais Perigosos, tem sido mais difícil e moroso encontrar uma resposta adequada. No âmbito da Estratégia Nacional para a Gestão de Resíduos Industriais Perigosos ficou patente a necessidade de dotar o país de CIRVER - Centros Integrados de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos Perigosos. Estes centros são unidades integradas que conjugam as melhores tecnologias disponíveis a custos comportáveis, permitindo viabilizar uma solução específica para cada tipo de resíduo, de forma a otimizar as condições de tratamento e a minimizar os custos do mesmo. No sentido de materializar este objectivo, foi publicado o Decreto-Lei n.º 3/2004, de 3 de Janeiro, que consagra o regime jurídico do licenciamento da instalação e da exploração dos CIRVER (REA, 2003).

O Decreto-Lei n.º 239/97 define resíduos industriais como "os resíduos gerados em actividades industriais, bem como os que resultem das actividades de produção e distribuição de electricidade, gás e água" e estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos:

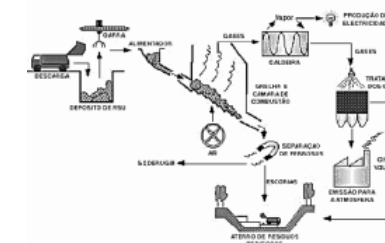


Fig.1 Produção de Resíduos Perigosos (REA, 2003)

- Reafirmar o princípio da responsabilidade do produtor e distribuir as responsabilidades na gestão de resíduos;
- Reformular as referências aos instrumentos de planeamento da política de gestão de resíduos, desfazendo-se algumas dúvidas e ambiguidades sobre competência nesta matéria;
- Proibir determinadas práticas de gestão de resíduos, como o seu abandono e o seu transporte, armazenamento, valorização ou eliminação em unidades não licenciadas e/ou autorizadas, bem como a sua incineração no mar ou injeção no solo;
- Consagra uma nova classe de resíduos, os "outros resíduos" permitindo evitar dúvidas quanto ao seu enquadramento legislativo.

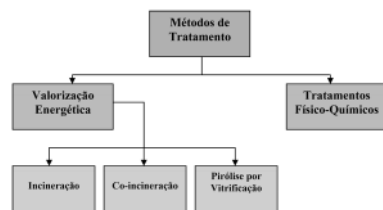
Considerando um resíduo industrial como uma matéria-prima, pode ser-lhe dada uma utilidade, reutilizando e diminuindo a sua taxa de poluição [Schmidt *et al.*, 2000]. Esta ideia, ao ser transmitida para o seio empresarial, possibilita que os resíduos industriais de uma empresa, sejam considerados como a matéria-prima de outra, ficando a empresa

produtora beneficiada, uma vez que conseguiu obter um fim viável para os seus resíduos. Neste prisma, segundo Schmidt *et al.* (2000) saem o ambiente e a saúde pública como vencedores.

No âmbito de uma gestão integrada, eficiente e adequada dos resíduos industriais perigosos, urge dar resposta ao problema destes resíduos que em Portugal assumem uma dimensão e uma gravidade extrema, claramente potenciado pela inexistência de um tratamento adequado que nos últimos anos tem conduzido a práticas ambientalmente inadmissíveis (Garcia, 2004).

Na maior parte dos países, os resíduos industriais e outros, foram-se acumulando durante anos, sem serem devidamente tratados e causando significativos impactes no Ambiente e na Saúde Pública, entre outros efeitos por contaminação de solos e aquíferos superficiais e subterrâneos, por emissões de cheiros, aparecimento de insetos e criação de condições insalubres às populações vizinhas (WIPH, 2000).

De acordo com o REA (2000), a União Europeia estabelece a hierarquia de preferência para os destinos dos resíduos. Em primeiro lugar, baseia-se numa estratégia de prevenção, evitando ou reduzindo, tanto quanto possível, a própria produção ou nocividade dos resíduos; posteriormente numa estratégia de valorização, reintroduzindo-os num ciclo produtivo - utilizando-os como



**Fig.2** Métodos a aplicar no tratamento de Resíduos Sólidos Perigosos (Wright, 2005).

matéria-prima para o fabrico do mesmo produto ou de outro produto (reciclagem) - ou pela produção de energia (valorização energética) e, finalmente, no seu tratamento e/ou em deposição em aterro, quando não seja viável adotar formas de valorização.

Apesar de existirem diferentes formas de tratamento (Figura 2) para os resíduos perigosos, salientam-se neste artigo a incineração e a co-incineração, pelo facto de existirem estudos minuciosos e aprofundados, permitindo ponderar estas estratégias como alternativas ao problema dos Resíduos Industriais Perigosos. Contudo, porque estas operações de gestão de resíduos comportam riscos para o ambiente e para a saúde humana, foram igualmente reguladas ao nível da União Europeia, de forma a prevenir, ou reduzir ao mínimo, os potenciais efeitos negativos para a atmosfera, para o solo e para as águas superficiais e subterrâneas (Gonçalves, 2002).

A resolução da questão dos resíduos, segundo Garcia (2004) não tem sido

fácil nem isenta de larga controvérsia, fazendo parte dessa controvérsia a incineração e co-incineração de resíduos perigosos, onde existem uma série de factores (Quadro 1) que potenciam estas dificuldades. O autor refere ainda que nas várias estratégias pensadas para analisar e resolver o problema dos Resíduos Industriais Perigosos, nenhuma chegou a ser colocada cabalmente em prática.

**Quadro 1** Factores que condicionam a utilização destas estratégias (Wright, 2005).

<b>Soluções Técnicas</b>	Incorrectamente projectadas ou dimensionadas, nomeadamente em incineradores de resíduos urbanos, hospitalares e industriais.
	Incorrectamente operadas criando incómodos, riscos ou danos às populações por criação de concentrações elevadas de poluentes perigosos, nomeadamente em diversos casos de incineradores de resíduos urbanos e hospitalares.
<b>Manutenção</b>	Insuficientes garantias de que uma vez instalados, os sistemas de incineração são correctamente operados.
<b>Informação Disponível</b>	Insuficiente esclarecimento do público e dos decisores quer sobre os diferentes sistemas de incineração quer sobre os diferentes tipos de resíduos, confundindo-se por vezes incineradores de resíduos hospitalares com incineradores de resíduos urbanos, ou com co-incineração em fornos de cimento de resíduos industriais perigosos e não perigosos.

Por um lado, a Directiva n.º 94/67/CE do Conselho de 16 de Dezembro transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 273/98 de 02 de Setembro, impôs rigorosas condições de funcionamento e de requisitos técnicos às instalações de incineração e fixou patamares ou valores limites para as emissões de substâncias poluentes de tais instalações. Por outro lado, a Directiva n.º 2000/76/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 04 de Dezembro, relativa à incineração de resíduos, veio estabelecer novos requisitos mínimos para as instalações de incineração e co-incineração de resíduos, com o objectivo de assegurar o estabelecimento e a manutenção rigorosa de condições de exploração, requisitos técnicos, valores limites de emissão e condições de monitorização para as instalações de incineração e de co-incineração de resíduos perigosos e não perigosos.

Esta Directiva, foi recentemente transposta para a legislação Portuguesa pelo Decreto-Lei nº 85/2005 de 28 de Abril, que estabelece, por conseguinte, o regime a que fica sujeita a incineração e a co-incineração de resíduos, visando prevenir, ou reduzir ao mínimo, os seus efeitos negativos no ambiente, em especial a poluição resultante das emissões para a atmosfera, para o solo e para as águas superficiais e subterrâneas, bem como os riscos para a saúde

humana. No âmbito deste decreto, as instalações de incineração e de co-incineração de resíduos carecem de uma licença de instalação e de uma licença de exploração a conceder pela autoridade competente (o Instituto dos Resíduos). Concluída a obra relativa à instalação de incineração ou co-incineração, o operador deve requerer a emissão da respectiva licença de exploração junto da autoridade competente. Esse requerimento deve ser instruído com a solicitação de vistoria a realizar à instalação e com um pedido de fixação dos termos e condições que devam constar no seguro de responsabilidade.

## 2.1. INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS PERIGOSOS

O processo de incineração, como hoje é conhecido, teve início há mais de 100 anos, mais propriamente em 1874, com a construção da primeira incineradora na cidade de Nottingham, na Inglaterra. Nos Estados Unidos, onde operam actualmente mais de 300 incineradoras de resíduos urbanos, a primeira incineradora foi construída em Governor's Island, em Nova York, em 1921. (Tchobanoglous *et al*, 1993)

Segundo Masters (1991), antigamente, o conceito de incineração era visto como um modo de equilibrar economicamente o empreendimento e actualmente, recebe a denominação de centrais de geração de electricidade e energia a partir de incineração, face a todas as exigências ambientais às quais estão sujeitos hoje estes equipamentos e à necessidade de recuperar a energia ali gerada sob a forma de calor. Historicamente, o principal objectivo da incineração era a redução das quantidades de resíduos a irem para aterro, com uma redução dos Resíduos Sólidos Urbanos de aproximadamente 50% do seu peso original e até 95% do seu volume (Schmidt *et al*, 2000).

O número de incineradoras de grande porte, de resíduos industriais perigosos, operadas por empresas de deposição de resíduos que recebam uma grande variedade de resíduos de diferentes fontes é relativamente pequena. Existem variadas indústrias que possuem incineradoras de resíduos perigosos/químicos instaladas no seus próprios terrenos e com o intuito de uso próprio, mas a maioria destes lida somente com um único fluxo de resíduos (Gonçalves, 2002).

Geralmente as incineradoras de resíduos industriais (Figura 3) não são uma fonte significativa de emissões, devido ao facto de os resíduos tratados frequentemente possuírem uma grande toxicidade, o que para cumprir os apertados limites de emissões requer uma grande eficiência de tratamento (Bililewski *et al.*, 1994). A proporção da contribuição das emissões das incineradoras de resíduos industriais varia consoante os poluentes: as emissões de CO<sub>2</sub>, compostos orgânicos voláteis (COV's) e ácido clorídrico, derivadas deste tipo de instalações

tendem a ser menos significantes do que outro tipo de fontes; porém, tendem a ser emissores mais significativos de dioxinas, cádmio e mercúrio do que muitas outras fontes, dependendo do tipo de resíduos, da eficiência da combustão e do grau de diminuição de toxicidade (EMEP, 1999).

Na realidade a incineração de resíduos industriais perigosos (que envolvem moléculas orgânicas, compostos clorados e fluorados e metais entre muitos outros constituintes complexos) se não for efectuada em condições adequadas pode induzir efeitos nefastos e criar riscos ou mesmo danos significativos para a saúde pública e para o Ambiente (Peper *et al.*, 1996). Se assim não fosse não se compreenderia a enorme controvérsia pública e os receios do público em relação a esta tipologia de instalações.

Segundo Garcia (2004) quando os problemas dos resíduos sólidos começaram a ser resolvidos noutros países, a incineração em incineradores sobressaía como, à partida, tendo as conhecidas vantagens de proporcionar a sua destruição por via de elevadas temperaturas de combustão. A questão é que tal só era verdadeiro, se se verificassem vários aspectos fundamentais:

- Operação dos incineradores a elevada temperatura especificamente da ordem de 1.000°C – 1.100°C onde uma percentagem muito elevada de destruição era



Fig.3 O processo de Incineração (Tchobanoglous *et al*, 1993).

efectivamente conseguida mesmo para moléculas muito estáveis e perigosas como dioxinas e furanos;

- Os tempos de residência dos gases a essas temperaturas fossem superiores a cerca de 2 segundos, para na realidade se verificar essa alta taxa de destruição;
- Que os incineradores funcionassem sem interrupção – mesmo que momentânea nessas condições – para não causarem emissões graves desses e doutros compostos;
- Que os equipamentos de remoção de poeiras (e consequentemente metais pesados) fossem bem projectados e explorados.

Tais aspectos como refere Gonçalves (2000) não foram respeitados em incineradores – e eventualmente não o serão ainda em algumas instalações – operando, em particular há anos atrás, em diversos pontos do Mundo. Este facto induziu à existência de elevadas emissões de compostos perigosos por esses incineradores (dioxinas e furanos causadores de potenciais efeitos can-

cerígenos) acrescidas de emissões, mais ou menos expressivas desses mesmos compostos, de muitas outras fontes a que estamos sujeitos no dia a dia, o que no conjunto começou a induzir, em particular em certos locais, elevadas concentrações desses poluentes no ar ambiente e sua introdução em seres humanos e animais pela cadeia alimentar, com enorme e justificado alarme público (Barrow, 1997). Finalmente, a incineração em incineradores gera por sua vez novos resíduos, cinzas, entre outros, e por vezes efluentes líquidos, cujo destino final tem por sua vez de ser adequadamente assegurado.

Em síntese, sendo a incineração um processo de grande valia para a eliminação de resíduos perigosos através da destruição das suas moléculas por combustão, verificou-se que os incineradores de resíduos perigosos por falhas de projecto ou operação não respeitaram por vezes, no passado, o conjunto de princípios que à partida a incineração como processo de eliminação de resíduos perigosos dispõe como válidos (Wright, 2005). Daí os efeitos nefastos induzidos em alguns locais e a grande preocupação do público e das entidades dos vários países em tomarem medidas no sentido de assegurarem correctos pressupostos de projecto e limitarem os teores de poluentes perigosos emitidos.

## 2.2. CO-INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS PERIGOSOS

A incineração de resíduos perigosos em fornos de cimento, co-incineração, não foge às questões gerais abordadas para incineradores, mas tem características particulares muito mais favoráveis que as dos incineradores em termos das suas emissões (Peper *et al.*, 1996).

Segundo Masters (1991), o processo de co-incineração baseia-se no mesmo princípio da incineração de resíduos (queima), diferindo no facto das instalações conterem outro tipo de funções. Na indústria cimenteira este processo foi desenvolvido no sentido de valorizar e/ou eliminar resíduos industriais no decorrer do seu processo produtivo. Tal como refere Gonçalves (2002) os fornos das cimenteiras serão alimentados com os resíduos industriais conjuntamente com os combustíveis utilizados para a produção do clínquer.

A co-incineração dos resíduos industriais perigosos e não perigosos nos fornos das cimenteiras é reconhecido como um processo de valorização energético, visto que permite o aproveitamento do calor da combustão para a produção do cimento e incorporação das cinzas no produto como matéria-prima (Schmidt *et al.*, 2000). De acordo com Wright (2005) o projecto de co-incineração visa a queima nos fornos de cimento de cerca de 100 mil toneladas anuais de resíduos industriais com poder combustível que substituirão parte do carvão utilizado no processo de combustão, serão também utilizados resíduos inorgânicos numa quantidade

aproximada de 25 mil toneladas que funcionarão como substitutos de parte da matéria-prima (calcários, argilas, escórias metalúrgicas, cinzas de pirites, escorias de alto forno, etc.).

Neste sentido, nas condições actuais do conhecimento científico, a questão fulcral da co-incineração de resíduos industriais perigosos e não perigosos em fornos de cimento não é assegurar que o processo de incineração seja perfeito, porque não há processos eficazes a 100% na indústria, mas assegurar que tendo à partida o processo características, capacidades e virtualidades, o mesmo assegure que os níveis de compostos e poluentes emitidos no processo de incineração estão abaixo dos níveis causadores de efeitos negativos no Ambiente e na Saúde Pública (Barros *et al.*, 2000). Na realidade, não é só a incineração de resíduos industriais perigosos e não perigosos em fornos de cimento ou incineradores que provoca emissões dos compostos mais temidos de que são exemplo as dioxinas, furanos e metais pesados, pois existem numerosos processos da natureza (fogos florestais por exemplo) e outros processos fabris os geram: produção de pasta de papel, incineração de resíduos urbanos, e emissões de circulação de veículos automóveis (EMEP, 1999).

Deste facto, existem naturalmente, níveis de concentrações destes compostos potencialmente cancerígenos, gerados pela natureza e naturalmente pelas actividades urbanas e industriais, em valores facilmente mensuráveis nos ambientes urbanos e industriais portugueses e internacionais. E, como atrás referido, tem sido a natureza dos resíduos, a perigosidade de alguns compostos emitidos, as questões verificadas pelo público no passado relativas a sistemas de incineração mal projectados ou incorrectamente operados causando impactes no Ambiente e na Saúde, a causa de grande número de dúvidas e questões sobre o assunto (Garcia, 2004).

O problema chave, segundo Gonçalves (2002), não é a existência ou inexistência de compostos no meio ambiente, mas sim qual(ais) o(s) nível(eis) em que se podem emitir, e portanto permitir no meio ambiente, sem causar efeitos negativos significativos nele ou na Saúde Humana. A autora refere ainda que os riscos e consequentes potenciais impactes negativos da co-incineração de resíduos industriais (perigosos e não perigosos) em fornos de cimento existem, da introdução de resíduos que estejam fora de uma gama de especificações adequada às características do processo cimenteiro; da introdução de lotes de resíduos sem serem previamente analisados e verificada a sua inserção nessa gama de especificações; do facto de uma diminuição da temperatura do forno; derrames de resíduos por roturas de tubagens de transporte dos depósitos para os fornos resultantes de descuido dos operadores.

Gonçalves (2002) refere alguns aspectos chaves a serem claramente reconhecidos como potencialmente minimizadores de impactes negativos:

- Os níveis de emissão que devem ser obrigadas as cimenteiras a co-incinerar resíduos industriais perigosos;
- As condições para assegurar uma correcta operação do processo, de modo a garantir o cumprimento dos níveis de emissão;
- Os sistemas operativos que devem ser introduzidos nas unidades de co-incineração de forma a assegurar que quando não estejam reunidas as necessárias condições de operação (inexistência de altas temperaturas) seja imediatamente impedida a injeção desses resíduos no forno.

## 2.3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS ESTRATÉGICAS

As vantagens e desvantagens associadas ao processo de funcionamento da Incineração e a Co-incineração de Resíduos Industriais perigosos são segundo os autores, Barros *et al.* (2000); EMEP (1999); INR/MCOTA (2003); Schmidt *et al.* (2000); Whigth (2005) e WIPH (2000) as seguintes:

### INCINERAÇÃO (VANTAGENS)

**Redução drástica do volume a ser descartado** – A incineração deixa como produto apenas as cinzas, que geralmente são inertes. Desta forma, reduz a necessidade de espaço para aterro.

**Redução do impacto ambiental** – Comparativamente com o aterro sanitário, a incineração minimiza a preocupação a longo prazo com monitorização do lençol freático já que o resíduo tóxico é destruído e não “guardado”.

**Destoxificação** – A incineração destrói bactérias, vírus e compostos orgânicos, como o tetracloreto de carbono, óleo asfáltico e até dioxinas. Na incineração, a dificuldade de destruição não depende da perigosidade do resíduo mas sim da estabilidade do calor. A incineração também pode ser usada para a descontaminação do solo contendo resíduos tóxicos. Esse, depois de incinerado, é devolvido ao seu lugar de origem (Schmidt *et al.*, 2000).

**Recuperação de energia** – Parte da energia consumida pode ser recuperada para geração de vapor ou electricidade e conservar áreas que seriam usadas como aterros. Permite ainda uma valorização dos resíduos industriais em termos energéticos. Neste ponto de vista teremos uma reutilização de um resíduo que aparentemente poderia funcionar apenas como “lixo” e poluente (Barros *et al.*, 2000).

**Diminuição no consumo de combustíveis fósseis** – Com a utilização dos resíduos como combustível existe uma diminuição no consumo de combustíveis fósseis. Esta substituição situar-se-á entre os 25 a 40% no consumo de combustível primário.

**Reciclagem das escórias e outros inertes** – Que podem servir como material de enchimento para a produção de asfalto, betão e também no fabrico de tijolos.

### INCINERAÇÃO (DESVANTAGENS)

**Custo elevado** – A incineração é um dos tratamentos de resíduos que apresenta custos elevados tanto no investimento inicial como no custo operacional. Normalmente, deve-se incinerar apenas o que não pode ser reciclado ou que tem um nível de perigosidade de tal modo levado que o único tratamento aceitável seja a incineração.

**Exige mão-de-obra qualificada** – É difícil encontrar e manter pessoal bem qualificado para a supervisão e a operação de incineradoras.

**Problemas operacionais** – A variabilidade da composição dos resíduos pode resultar em problemas de manuseio de resíduo e operação do incinerador e também exigir manutenção mais intensa.

**Limite de emissões** – para componentes da classe das dioxinas e furanos não existe consenso quanto ao limite de emissão dos incineradores. A emissão de metais pesados não se encontra suficientemente bem estudada, bem como a incorporação destas substâncias cancerígenas no cimento (EMEP, 1999).

**Composição química das emissões gasosas** – não se conhece ao certo a composição química dos gases produzidos pela incineração de resíduos perigosos.

**Incerteza dos efeitos das emissões** – Desconhecem-se as áreas de influência das emissões e da sua deposição nos solos.

**Agressividade da matéria-prima** – A matéria-prima é muito agressiva para os equipamentos, que precisam de constantes reparos.

**Poder calorífico** – Os resíduos extremamente húmidos e com alto teor de matéria orgânica, implicam um baixo poder calorífico (WIPH, 2000).

**Competição com outros tratamentos** – A incineração compete com mecanismos de conservação de energia como a reutilização e a reciclagem de materiais.

### CO-INCINERAÇÃO (VANTAGENS)

**Altas temperaturas** – Os fornos de produção de cimento elevam a temperatura da matéria-prima com vista à produção do cimento até aos 1.450°C, com temperaturas na zona da chama superiores a 2.000°C, comparativamente com um incinerador onde as temperaturas se situam na ordem dos 1.100°C-1.200°C, sendo por isso as taxas de destruição nesses fornos superiores às dos incineradores (INR/MCOTA, 2003).

**Tempos de Residência Elevados** – Os tempos de residência dos gases de combustão num forno de cimento andam à roda dos 6 segundos sendo o tempo de residência a temperaturas superiores a 1.200°C da ordem dos 3 segundos. Num incinerador os tempos de residência a temperaturas de 1.100°C são da ordem dos 2 segundos.

**Elevada Inércia Térmica** – A enorme massa de material em processo no interior dos fornos e o comprimento dos fornos de cimento, induzem uma enorme inércia térmica, que garan-

te que as temperaturas dentro do forno não variem rapidamente em caso de paragem ou alteração das condições de alimentação de combustível ao forno, permitindo assim grande regularidade na eficácia de destruição dos resíduos.

**Ambiente Alcalino** – Os fornos de produção de cimento devido ao facto de utilizarem como matéria-prima principal o calcário evidenciam um ambiente alcalino natural comportando-se por isso o forno como um “Scrubber seco” (lavador) natural que possibilita a neutralização dos componentes ácidos como o HCl, HF, SO<sub>2</sub>.

**Fixação de Metais Pesados** – O processo de cozedura da matéria-prima, fixa no clínquer os metais pesados, em combinações extremamente estáveis. As taxas de captação de metais pesados variam de metal para metal mas são elevadas (Whigh, 2005).

**Qualidade do Cimento Produzido** – Não há indicações de alteração de qualidade do cimento produzido, nem das condições de segurança das suas aplicações

**Não Geram Resíduos Sólidos** – Os fornos de cimento incorporam as cinzas de combustão dos resíduos na estrutura do próprio cimento no processo de cozedura e formação do clínquer não gerando por isso resíduos sólidos devidos ao processo, ao contrário de um incinerador que gera cinzas provenientes da combustão de resíduos perigosos que constituem por si um outro resíduo que terá de ir para aterro

**Quantidades de Resíduos** – Um forno de cimento não depende dos resíduos para o seu funcionamento pois utiliza como combustível básico o carvão e matérias-primas principais exploradas nas suas pedreiras, o que evidencia uma grande flexibilidade relativamente aos resíduos produzidos num determinado momento. Assim, uma eventual redução da produção de resíduos não afecta o funcionamento do sector. Os fornos de cimento, com um limite máximo de incineração de resíduos de 40% de substituição do calor libertado, fixado pela Directiva Comunitária 94/67/CE, evidenciam mesmo com uma taxa de 25% uma capacidade de tratamento muito superior à capacidade que estava prevista para o incinerador em Portugal.

**Custo** – O custo da instalação de um sistema de co-incineração é consideravelmente inferior ao da construção de um incinerador. Os custos da exploração e portanto os custos a pagar pelos utilizadores são muito mais baixos que os que têm de pagar no incinerador: da ordem de cerca 400 euros/tonelada em média, no incinerador, para cerca de 150 euros/tonelada em média, na co-incineração nos fornos de cimento.

### CO-INCINERAÇÃO (DESVANTAGENS)

**Temperatura** – Os fornos das cimenteiras não terem uma temperatura constante, terem uma extremidade com temperaturas muito elevadas e a outra com temperaturas mais baixas, o que não garante a formação de gases indesejados como as dioxinas, substâncias classificadas como cancerígenas (Schmidt *et al.*, 2000).

**Emissões** – Para as co-incineradoras o limite máximo do valor das emissões ser cerca de 3 vezes superior ao máximo admissível para uma unidade de incineração.

**Produção de Resíduos** – Poder-se com este processo criar um desincentivo à redução de produção de resíduos uma vez que o processo estará dimensionado para queimar uma percentagem bastante mais elevada do que a que actualmente é produzida.

**Filtros** – Quando a laboração é interrompida, os filtros deixam de funcionar e os gases escapam-se, praticamente sem tratamento, pela chaminé porque os filtros de mangas previstos para as poeiras não têm capacidade para reter gases mais voláteis como o mercúrio (WIPH, 2000).

**Metais Pesados** – Não está suficientemente estudada a questão das emissões de metais pesados pelas cimenteiras na sequência da queima de resíduos industriais perigosos, nem a incorporação destas substâncias cancerígenas no cimento.

## 3. CONCLUSÕES

As soluções que já existem em Portugal estão longe de serem suficientes para minimizar os impactes dos resíduos perigosos que o país produz, mas mostram que, ao contrário do que o bloqueio da incineração ou da co-incineração possa sugerir, não está tudo completamente parado, mesmo porque o tratamento dos resíduos é um negócio e muitas empresas estão a mover-se nesta área, apresentando alternativas para as indústrias (Garcia, 2004).

De outro modo, não há nenhuma razão para se dar tanto destaque às polémicas em torno da escolha do método de tratamento dos resíduos perigosos, e dedicar menos tempo aos efeitos dos depósitos sem controlo que já existem há décadas no país. Esta referência pode requestrar assuntos velhos, mas se há situações que realmente representam riscos para a saúde pública são estas, muito mais do que uma incineradora ou cimenteira a incinerar resíduos, onde o controlo ambiental será certamente muito maior (Gonçalves, 2002). Portugal tem muitos pontos negros de poluição, parte deles devido à deposição de resíduos perigosos, que com certeza levarão muito tempo até serem limpos, se é que algum dia serão.

Este facto, deve-se em parte, segunda Braga (1999) à inexistência de um Sistema de Gestão Ambiental adequado para este tipo de resíduos, limitando a prevenção e favorecendo as deposições clandestinas destes produtos em lixeiras a “céu aberto” ou descargas nas linhas de água, provocando contaminação do solo e dos recursos hídricos por substâncias perigosas.

Neste contexto, são necessários desincentivos à produção de resíduos, como iniciativas governamentais que incentivem a não produção de resíduos perigosos; a criação de taxas a aplicar a quem produz os resíduos; a aposta em metas claras para se atingir uma redução na produção, aplicando coimas às empresas que não respeitem essas metas; a não atribuição de certificações a empresas que não possuam uma Política de Gestão de Resíduos que visem uma redução de produção, reutilização ou reciclagem dos resíduos e a criação

de perspectivas aliciantes para as empresas que pretendam melhorar os seus processos produtivos, quer a nível tecnológico, quer a nível de fiabilidade dos processos, por forma a reduzir, a reutilizar ou a reciclar resíduos.

Pretende-se assim respeitar uma lei fundamental do Ecossistema de que “na realidade não existem resíduos, só recursos para outros fins”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Barrow, C.J. (1997). *Environmental and Social Impact Assessment: An Introduction (Hard-cover)*. Arnold Publishers

Bilitewski, B., Harde, G. e Marek, K. (1994). *Waste Manegement*. Berlím. Springer-Verlag Berlin Heiderberg.

Braga, J. (1999). *Guia do Ambiente – As empresas Portuguesas e o Desafio Ambiental*. Direcção Geral da Indústria. Monitor.

Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro. *Lei de base dos resíduos – Estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos*.

Decreto-Lei n.º 310/95, de 20 de Novembro. *Estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos, nomeadamente, a sua recolha, armazenamento, transporte, tratamento, valorização e eliminação*.

Decreto-Lei n.º 273/98 de 02 de Setembro. *Estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos, nomeadamente determinando que as operações de gestão de resíduos estão sujeitas a autorização prévia, abrangendo as operações de incineração*.

Decreto-Lei n.º 85/2005 de 28 de Abril. *Estabelece o regime que fica sujeita a incineração e co-incineração de resíduos*.

Decreto-Lei n.º 3/2004, de 3 de Janeiro. *Consagra o regime jurídico do licenciamento da instalação e da exploração dos CIRVER*.

Directiva n.º 94/67/CE do Conselho de 16 de Dezembro.

Directiva n.º 2000/76/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 04 de Dezembro.

DRAD (1992). *Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento*, de Junho de 1992.

EMEP Task force on Emission Inventory. (1999). *Atmospheric Emission Inventory Guidebook*. Copenhagen. Environmental European Agency. Second edition.

Garcia, R. (2004). *Sobre a Terra – Um Guia para quem lê e escreve sobre o ambiente*. Público.

Gonçalves, M. E. (2002). *Environmental Impact Assessment Review*. p.249–269. Elsevier Science Inc.

INR/MCOTA (2003). *Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais. Relatório Síntese*. Instituto dos Resíduos, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa.

Masters, G. M. (1991). *Introduction to Environmental Engineering and Science*. Prentice-Hall International.

PERSU, Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos, publicado em Julho de 1997 pelo Instituto Nacional de Resíduos;

PERH, Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Hospitalares aprovado em 5 de Junho de 1999;

PESGRI, Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Sólidos Industriais, legislado pelo Decreto-Lei n.º 516/99 de 02 de Dezembro;

PNAPRI, Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais para o período 2000-2015;

Peper, I.; Gerba, C. E Brusseau, M. (1996). *Pollution Science*. London, Academic Press Inc.

REA, *Relatório do Estado do Ambiente*, Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, 2000;

REA, *Relatório do Estado do Ambiente*, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, 2003;

Wright, R.T. (2005). *Environmental Science: Toward a Sustainable Future*, 9. Prentice Hall.

Schmidt, J.; Elser, A; Ströbel, R. (2000). *Dangerous Substances in Waste*. European Environmental Agency

Tchobanoglous, G.; Theisen, H. e Vigil, S. A. (1993). *Integrate Solid Waste Management: engineering principles and management issues*. McGraw-Hill International Editions

WIPH Waste Incineration & Public Health (2000) Committee on Health Effects of Waste Incineration Board on Environmental Studies and Toxicology commission on Life Sciences National Research Council NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington, D.C.