

## 1. Enquadramento

O acusado é professor catedrático de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico desde 1965, na sequência de concurso de provas públicas.

É também o decano dos catedráticos de engenharia mecânica em Portugal. Fundador do ramo de Termodinâmica Aplicada e iniciador do doutoramento nesta área científica, está actualmente integrado na Secção de Ambiente e Energia, de que é coordenador.

É «*life member*» da American Society of Mechanical Engineers, Membro da *Institution of Mechanical Engineers*, o que lhe permite exercer a actividade profissional de engenheiro nos Estados Unidos da América e no Reino Unido.

Foi o primeiro membro português do «*Combustion Institute*».

Foi professor e *senior research fellow* do Imperial College da Universidade de Londres

Faz parte do *honorary editorial board*, desde 1969 do *International Journal of Heat and Mass Transfer*, e faz parte do Conselho Científico do *International Centre for Heat and Mass Transfer*.

No início dos anos 60 foi engenheiro da empresa Suiça Sulzer, em Winthertur e participou no projecto, cálculo e ensaios de incineradores em funcionamento na Suiça, nomeadamente em Zurich.

Foi engenheiro na MAGUE, em Alverca, onde teve importantes responsabilidades na formação dos engenheiros portugueses que iniciaram o projecto, construção e ensaios das modernas centrais térmicas em Portugal, de que a primeira foi a central do Carregado, em meados dos anos 60.

Foi consultor da empresa americana Foster Wheeler, licenciadora da MAGUE para as centrais térmicas. A Foster Wheeler foi a adjudicatária da incineradora de lixos urbanos da região de Lisboa, operada pela Valorsul.

Foi um dos introdutores em Portugal da área de investigação em combustão e o supervisor dos primeiros doutoramentos nesta área que entre nós se realizaram.

Foi um dos fundadores e coordenadores da licenciatura em Engenharia do Ambiente do Instituto Superior Técnico, onde também é professor e co-coordenador.

Às muito sucintas referencias anteriores, que abrangem um período de mais de 40 anos de actividade profissional, e de conhecida participação pública em temas da sua especialidade, deve acrescentar-se que é a primeira vez que é alvo de um processo judicial por supostas afirmações difamatórias, posto por quem foi oficialmente nomeado para produzir um parecer científico num tema em cujo estudo nunca tinha participado ( de acordo com o Decreto-Lei 120/99, artigo 7º,1, que criou a Comissão Científica Independente , ter participado em estudos sobre a co-incineração era motivo, entre outros, de exclusão).

## 2. A Acusação

Para maior clareza de resposta, reproduz-se seguidamente o texto da acusação em itálico e intercala-se, sem itálico, a resposta sucinta.

### COMARCA DE AVEIRO SECRETARIA DO MINISTÉRIO PÚBLICO

*Conc. 29/05/01*

*(...)*

*O Ministério Público em processo comum e para julgamento em Tribunal Singular, acusa:*

*José Joaquim Delgado Domingos, casado, professor catedrático, nascido em 17/06/35, filho de Narciso Domingos e de Maria dos Anjos Delgado Domingos, natural da freguesia de Castelo Branco, titular do B.l. n.º 1610630, e residente na Rua do Monte Olivete, n.º 39, R/ch B, Lisboa,*

*Porquanto:*

*O arguido subscreveu um artigo publicado na edição do dia 31 de Maio de 2000, do jornal diário "Público", publicação de difusão nacional, intitulado "Co-incineração e fraude científica", junto a fls. 7, que aqui se dá por reproduzido para todos os efeitos legais, onde tece comentários ao relatório apresentado pela Comissão Científica Independente de Controlo e Fiscalização Ambiental da Co-Incineração (C.C.I.).*

*Neste artigo, o arguido profere, através da escrita, designadamente, as seguintes afirmações: "como mero cidadão o cientista pode, e deve, participar, como todos os cidadãos, na formação da decisão política enquanto expressão das suas convicções culturais, sociais, ou políticas. Não pode é fazer passar por científico o que não passa de emoção ou conveniência pessoal; (...) não será fazer política permitir que se prostitua a credibilidade, a competência e a idoneidade que dignificam uma classe e enobrecem um cidadão; a co-incineração é um teste paradigmático, porque existem já, amplamente disponíveis, os elementos documentais que permitem aferir a qualidade científica do relatório produzido pela C.C.I. e a postura intelectual dos seus Autores, (...) em linguagem científica, a este comportamento chama-se fraude científica".*

Este artigo, que se reproduz integralmente em anexo, foi enviado para o Público com o título: «**A Co-incineração e a Comunidade Científica**». A paginação e os títulos foram da responsabilidade do jornal, como é uso.

Como facilmente se constata, **a acusação retirou completamente de contexto a afirmação " fraude científica"**.

O que no artigo se diz é:

---

«A co-incineração é um teste paradigmático, porque existem já, amplamente disponíveis, os elementos documentais que permitem aferir a qualidade científica do relatório produzido

pela CCI , e a postura intelectual dos seus autores. Para tal, não é preciso ser especialista. Bastam algumas ideias claras sobre o que é Ciência e o incómodo de consultar os dados, bastando como exemplo a estimativa das emissões de dioxinas, em Portugal, feita pela CCI, e as declarações dos seus autores à comunicação social, (v. Expresso de 27 de Maio, p. 7 e Público de 26 de Maio, p.3).

Comece o leitor por consultar na Internet o relatório da CCI (<http://www.incineracao.online.pt/home.htm>) e o trabalho dinamarquês (Working Document: Dioxin Sources, Levels and exposures in Denmark. Danish Environmental Protection Agency, 20 Oct. 1997, <http://irptc.unep.ch/pops/DENDIOX.html> ), único que a CCI utilizou para afirmar que 513 fogões de sala emitem as mesmas dioxinas que a co-incineração (p A.11 do relatório da CCI). A CCI, afirma que, para Portugal: «**Emissão de dioxinas para queima de madeira em fogões de sala: 200 ng I-TEQ/ kg lenha**».

Na verdade, o que consta do relatório dinamarquês não é nada disso. O que nele figura é, na página 15 ( das 47 que o relatório tem):

*“Primeiras medidas de uma investigação de 1986-87 em 2 fogões de lenha deram para a queima de madeira de faixa 1-200 ng/Nm3*

E na p.16:

*O valor, inesperadamente elevado, foi explicado por amostras não representativas, interferência nas medidas de alcatrão da madeira e contaminação das amostras por queima anterior de madeira contaminada.*

*(...)*

*Uma investigação de confirmação, utilizando quatro fogões diferentes, e com amostragem e métodos analíticos melhorados, foi iniciada em 1990, concluída em 1993 e publicada em 1994. No total foram feitos 24 ensaios. As madeiras queimadas foram faia, bétula e picea com um conteúdo médio em cloro de 60, 70 e 112 mg Cl/kg , peso seco. Houve grandes diferenças nas emissões de tipos diferentes de fogões. A média ponderada da geração de dioxinas correspondeu a 1.9 ng N-TEQ/kg.. As concentrações foram muito mais elevadas queimando picea do que queimando outras madeiras.*

Confirmamos, junto da Direcção Geral das Florestas, que as espécies vegetais utilizadas nos ensaios não têm expressão em Portugal. Verifica-se também que o número de 200 ng se refere ao Nm3, ( metro cúbico referido a pressão e temperaturas

normais) e não ao kg e que não foi feita a equivalência a I-TEQ utilizado pela CCI, o que obrigaria a dispor de informação suplementar, que não existe. Aliás, estes mesmos valores foram postos de lado pelos autores dinamarqueses quando fizeram a estimativa das emissões de dioxinas na Dinamarca.

***Se os cientistas da CCI fossem representativos da Comunidade Científica, teriam reconhecido o engano e pedido desculpa. Mas não só o não fizeram como substancialmente o agravaram com declarações públicas amplamente difundidas. Em linguagem científica, a este comportamento chama-se fraude científica. »***

»

---

A afirmação de fraude científica encontra-se perfeitamente circunscrita no artigo citado, no qual também se sublinha o facto de a CCI ter cometido um grave engano na citação do relatório que utiliza para justificar as suas afirmações.

Tendo jornalistas do Público e do Expresso chamado publicamente a atenção para o erro cometido, a CCI não só converteu o eventual engano em erro consciente, como criticou asperamente quem o revelou. Torna-se assim evidente que **o erro foi intencional. Um erro intencional para fundamentar uma conclusão científica é uma fraude científica.**

O artigo citado, foi uma reacção directa às declarações públicas da CCI, nomeadamente na RTP, e correspondeu ao imperativo cívico e profissional de defender a credibilidade e a seriedade da comunidade científica portuguesa, a que o arguido se honra de pertencer e na qual tem responsabilidades.. Não ser conivente pelo silêncio faz parte da responsabilidade social do cientista.

O artigo citado é posterior ao enviado para o Diário de Notícias com o título: «Política, Ciência e Co-Incineração» e publicado em 2 de Junho de 2000 e que se anexa. Sintomaticamente, a acusação não o refere. Nesse artigo afirma-se:

No anexo II do relatório é feito um exercício de quantificação das dioxinas que seriam emitidas em Portugal por cremação de cadáveres, queima de lenha em fogões de sala, ou cimenteiras em co-incineração. Estes números foram já várias vezes repetidos e sublinhados pelo Ministro do Ambiente e daí a importância de os não deixar passar em claro. Por um lado, é extraordinária (tabela 2.1 ,p. 2.6) a conclusão de que os fogões de sala produzem cerca de 6 vezes mais dioxinas que os incêndios florestais, tornando os fogões de sala, com 46%, na fonte dominante de dioxinas em Portugal.

Na ausência de medições concretas que suportem tal conclusão, faz-se apenas notar que tal valor é 100 vezes superior ao que seria obtido usando os valores referidos pela USEPA (EPA/600/P 98 / 002Aa, Abril 1998) e resultantes de uma extensa recolha de dados e análise crítica, para além de submetidos a um exigente «peer review». No caso da cremação de cadáveres, os valores estimados pela CCI são 1000 a

1.000.000 de vezes superiores a valores experimentalmente observados.

É com este tipo de fundamento que a CCI se permite afirmar (p A.11) que a emissão de dioxinas/furanos por uma cimenteira corresponde à de 513 fogões de sala, ou à cremação de 8540 cadáveres! Tais afirmações, acompanhadas do uso demagógico que delas já se fez, envergonham-nos a todos.

**Em face do anterior, a questão reduz-se pois a verificar se o facto objectivo que justificou a acusação de fraude tem ou não tem fundamento, ou seja, se o valor para as emissões utilizado pela CCI e por si justificado pela citação do relatório dinamarquês, figura ou não no referido relatório.**

**Esse relatório junta-se em anexo. Nele não figura o valor que a CCI invocou.**

**Este é o facto. A acusação de fraude feita pelo arguido refere-se a este facto e restringe-se a ele.**

Comportamentos posteriores da CCI, nomeadamente a supressão, sem aviso, de um parágrafo comprometedor referente a este tema e que figurava no relatório original, são esclarecedores quanto à ética da sua actuação. Aliás, este caso, bem como muitos outros relacionados com a actuação da CCI são amplamente documentados no *site* [www.coincineracao.online.pt](http://www.coincineracao.online.pt), de que em anexo se reproduzem extractos.

Todavia, mesmo que viesse a verificar-se que o número adoptado pela CCI era aceitável, o que até hoje não sucedeu e é altamente provável que nunca o venha a ser, nem por isso a afirmação do arguido deixaria de ser válida e bem circunscrita a um facto objectivamente comprovável.

A acusação prossegue:

*Ainda, na edição do dia 31 de Maio de 2000, do jornal regional "Diário de Coimbra", publicação de índole regional, foi publicada uma entrevista dada pelo arguido a um jornalista daquele diário, na qual este afirma, através da escrita, nomeadamente, que o relatório da C.C.I. "é uma fraude científica e os estudos apresentados foram todos deturpados (...) existe uma fraude científica e houve intenção de enganar, sendo mesmo um engano reforçado (...)", conforme consta da cópia junta a fls. 8, que aqui se dá por reproduzida para todos os legais efeitos.*

É perfeitamente claro, na notícia referida, que se não trata de nenhuma entrevista nem de um texto escrito pelo acusado mas sim da chamada de atenção da jornalista para o artigo do Público, publicado nesse dia e a que a jornalista tivera acesso. Houve, efectivamente, um contacto telefónico de que resultou a cedência do artigo antes da publicação no Público, e para o qual foram remetidas as declarações de fundo.

A paginação e os títulos são, obviamente, da responsabilidade do jornal, tal como a mistura do discurso directo com a escrita da jornalista.

Quanto ao artigo do Publico, o conteúdo já foi discutido acima.

*Na edição do dia 13 de Junho de 2000, do jornal regional "Diário de Coimbra", foi publicada uma entrevista dada pelo arguido a um jornalista daquele diário, constante de fls. 9 a 11, que aqui se dá por reproduzida para todos os legais*

*efeitos, na qual este profere, através da escrita, designadamente, as seguintes afirmações: alguma da argumentação da Comissão "é um disparate (...) determinado argumento é falacioso (...) não é legítimo estar a afirmar o que quer que seja. Nem fazer como a C.C.I. que, para fazer bater certo as suas contas, arbitrariamente escolheu madeira tratada, - contaminada na quantidade necessária, para que os números dessem certo (...), é esta confusão que se quer transmitir".*

*Ainda nessa entrevista o arguido refere que a comunidade científica não criticou o relatório da C.C.I. porque "há medo na comunidade científica (...) depois pensa que pode ter a carreira académica liquidada porque estas pessoas podem vir a ser júris de um trabalho".*

*O arguido insinua, assim, que os membros da C.C.I. não admitem críticas e que, indirectamente, vingar-se-iam de quem eventualmente os criticasse, através da reprovação de trabalhos que fossem submetidos à sua apreciação.*

*Mais referiu o arguido na entrevista supra referida, a instâncias do entrevistador que:*

*- Jornalista: "se a comissão tivesse outros elementos não chegaria a estes mesmos resultados?"*

*- o arguido: "Não."*

*- Jornalista "o «mal» está nas pessoas que constituem a Comissão?"*

*- arguido: " se fizesse um, trabalho honesto não chegava a estes resultados".*

*A finalizar esta entrevista, o arguido profere a seguinte declaração: " Mas já agora mando um recado para o primeiro ministro que disse na televisão que vai enviar o relatório da C.C.I. para Bruxelas, para justificar Outão. Acho que é melhor não mandar o relatório, é melhor mandar o ministro.*

*Tal como está feito, este relatório, será um gozo e envergonha qualquer Governo que o leve para defender a opção Outão, mas também a comunidade científica portuguesa."*

A leitura da entrevista completa, que a seguir se reproduz, sem efeitos de paginação ou títulos da autoria do jornal, revela com clareza o sentido das frases que a acusação retirou intencionalmente de contexto para lhes atribuir um significado ou intenção que não possuem. Na entrevista apontam-se erros científicos e técnicos e abusos de interpretação cometidos pela CCI relativamente aos documentos que invoca. Tais erros e abusos são documentados pelo arguido em documentos anexos e de que a CCI teve conhecimento.

A entrevista integral é a seguinte:

-----  
« Diário de Coimbra , 13 de Junho de 2000

A voz que se levanta contra o processo de tratamento de resíduos industriais perigosos vem de Lisboa, do Instituto Superior Técnico. Delgado Domingos, professor catedrático, assegura que poucas vozes se juntam à sua, por "medo". Da sua vasta experiência em engenharia e dos conhecimentos que "bebeu" na indústria, Delgado Domingos explica porque "é trágico que, em Portugal, a co-incineração se transforme num pilar de um sistema. Isso é perigosíssimo". E lembra que, se os limites de emissões aceitáveis fossem iguais para uma cimenteira em co-incineração e para uma incineradora dedicada, o

equipamento adicional a instalar na cimenteira tornava o preço do produto inviável. Os efeitos desta teimosia do ministro Sócrates serão "gravíssimos" e visíveis a longo prazo. "Avisei-o que seria um erro defender cientificamente o que é indefensável"

*CONCEIÇÃO ABREU*

**Diário de Coimbra (DC)** - É contra o Processo de co-incineração?

Delgado Domingos (DD) - Sou contra a co-incineração na maneira como está a ser promovida em Portugal. Em absoluto não sou contra o processo mas repare que a co-incineração já se faz em Portugal há muitos anos na cimenteira da Maceira, ao queimar pneus. A incineração não é em si mesma um mal absoluto, o que é verdadeiramente trágico é que, em Portugal a co-incineração se transforme no pilar de um sistema. Isso é perigosíssimo.

**DC - Perigosíssimo porquê?**

DD - A gama de resíduos é muito variada e, no modo como a co-incineração foi decidida em Portugal, dá-se a prioridade da incineração dos resíduos às cimenteiras. Já disse que isso é conceder um monopólio às cimenteiras. Não tenho nada contra as cimenteiras, não é disso que se trata.

Depois, a co-incineração não se faz só em cimenteiras, há uma enorme variedade de instalações nas quais se pode co-incinerar. A questão central é esta: co-incinerar o quê? Isto é o cerne da questão. Do ponto de vista técnico a co-incineração é aceitável, nunca pode ser constituída como o centro de um sistema de eliminação de resíduos tóxicos e perigosos, essa situação não existe em país algum.

Nos países da União Europeia onde existe co-incineração, o debate refere-se àquele conjunto de resíduos marginais que tanto podem ser co-incinerados como tratados numa incineradora dedicada e que não têm um outro destino. Em Portugal, como não existe nada mais, a escolha é absurda. Põe-se este problema crucial, se se vai co-incinerar unicamente e apenas aqueles resíduos que têm uma perigosidade aceitável e entrega-se apenas para co-incinerar aqueles resíduos que, noutras circunstâncias, se pagaria para os utilizar como combustível. O que acontece aos outros resíduos? Para serem exportados aumenta enormemente o preço do tratamento e vai contra a política da União Europeia.

O que se faz a esses 98% omite-se completamente.

Depois, pelo relatório apresentado pela Comissão Científica Independente não se percebe o que distingue um lixo perigoso de um lixo urbano. Com a argumentação que a Comissão produz, uma incineradora urbana também poderia queimar resíduos industriais perigosos. E mais, o que é curioso, a incineração dos lixos urbanos é mais exigente quanto às emissões do que a co-incineração, o que é um disparate.

Em absoluto e em termos técnicos, certos resíduos podem ser co-incinerados, os que têm um poder calorífico elevado e que não têm contaminação por metais pesados etc.. restrições que, se forem aplicadas, restringe uma grande quantidade de resíduos.

**DC - Mas haverá sempre um tipo de resíduos que não pode ser co-incinerado nem ir para aterro, Que tipo de tratamento aponta para estes casos?**

DD - Sempre defendi a construção de uma incineradora dedicada e devidamente projectada para o caso português.

**DC - Mas os argumentos para não se seguir essa opção apontam para uma reduzida produção nacional de resíduos industriais perigosos e que, por isso, a incineradora não é viável, por falta de "lixo"...**

DD - Esse argumento é contraditório com tudo o resto que se diz. A CCI faz uma ligação da produção de resíduos com o PIB. Se o PIB crescer os resíduos vão crescer. Esse argumento é falacioso e a própria CCI diz que as incineradoras dedicadas se

constroem a partir de uma produção de 30 mil toneladas ano. Existe a demonstração clara, noutros países, que há processos térmicos de tratamento de resíduos, sem incinerar nem co-incinerar e, no caso de se construir uma incineradora dedicada não precisa de mais toneladas do que as 16 mil de que já se falaram há um ano atrás. Portanto esse argumento é falacioso, porque os resíduos existem. E mais, existe também a solução de poderem ter tratamento junto das unidades industriais o que minimizaria todo o processo.

**DC - Como, em aterros?**

DD - Não. O tratamento térmico tem várias modalidades. Por isso digo que este problema dos resíduos tem sido tratado em Portugal baseado na ignorância, porque existem muitas soluções tecnológicas.

**DC - Explique-nos por que razão uma incineradora dedicada é mais segura do que uma co-incineração em cimenteira?**

DD - Num caso temos um forno de cimento que é adaptado em extra para co-incineração. É do senso comum que se eu fizer um só para tratar lixos tóxicos tem mais flexibilidade. Isso reflecte-se em vários aspectos. O circuito dos gases e da carga é diferente numa cimenteira e numa incineradora dedicada, porque num visa-se a produção do cimento e na outra visa-se a eliminação dos resíduos.

**DC - E em termos de emissões gasosas, há diferentes riscos?**

DD - Com certeza que há. Vamos ver o que é preciso pôr numa cimenteira para que ela garanta que não emite mais do que uma incineradora dedicada a usar os mesmos resíduos. Aceitemos por agora que certo tipo de emissões são aceitáveis, mas que esses limites sejam iguais para uma e para outra e vamos ver o que é preciso pôr de equipamento suplementar numa cimenteira para que as emissões não excedam nunca esses limites, iguais aos de uma incineradora dedicada. Esta é que é a questão. O equipamento adicional a instalar numa cimenteira para co-incineração tornava o preço inviável, se tivesse que cumprir as mesmas emissões. Uma cimenteira não é competitiva com uma incineradora dedicada. Então por que existe? Porque, em vez de se adaptar a instalação aos resíduos, escolheram-se os resíduos que dão vantagem à instalação.

**DC - Um dos problemas que mais preocupa as populações são os riscos para a saúde. Uma incineradora dedicada também libertaria dioxinas? Não é um filtro de mangas que vai reter essas emissões pois não?**

DD - Sem dúvida. Mas, numa incineradora dedicada o tratamento dos gases, depois da combustão, representa mais de 50% de custo da instalação. Isto praticamente não existe na co-incineração.

Veja o caso da ValorSul (incineradora em Lisboa de resíduos urbanos), tem filtros de mangas, filtros de carvão activado e injeção de produtos que neutralizam as emissões. Os gases, além de passarem nesses filtros, têm um extra de tratamento para garantir que não se excede esse limite. Este tipo de equipamento não existe na cimenteira e se ele fosse lá posto. (na cimenteira), o preço disparava. Porque tinham que tratar os gases que saem pela produção de cimento, como teriam que tratar os gases que estão contaminados. Por isso digo que, tecnicamente, é uma solução errada, quando é reduzida a ela própria.

**DC - Mas há risco para a saúde pública?**

DD - As dioxinas são muito perigosas, nisso não tenho qualquer dúvida e é preciso ter limitações de ordem técnica. Com a tecnologia actual não é possível medir em contínuo, como se faz para as partículas. Não é possível ter uma indicação imediata. As quantidades são tão pequenas que é preciso ter longos tempos de amostragem e, para se ter uma medida, mesmo nas boas condições, pode-se ter de analisar tempos de amostragem de 24 horas. Depois o processo de análise química é extremamente moroso e caro, não há uma resposta imediata. Por isso mesmo o que se promete são duas a três análises por ano e isso é o máximo que se exige e as pessoas poderão, naturalmente, manifestar a sua desconfiança.. É possível aumentar a confiança e dizer



que não há fugas, controlando determinados tipos de compostos, que se sabe que contribuem para a formação de dioxinas, mas isso numa incineradora dedicada

Há também um ponto fulcral, porque para se construir uma incineradora dedicada pode-se escolher o local e longe dos aglomerados populacionais, no caso da co-incineração só têm quatro sítios. Podia haver uma incineradora ou mais que uma e podia haver tratamento de resíduos, ou seja um pré-tratamento que convertesse um resíduo perigoso num combustível já tratado e menos perigosos. Há um leque de soluções que podem ser adoptadas no caso de o problema ser discutido

**DC - É possível comparar a perigosidade do tipo de dioxinas libertado pela combustão de madeira, no caso das lareiras, com as dioxinas libertadas em co-incineração de resíduos perigosos? A perigosidade é a mesma?**

DD - Há 219 tipos diferentes de dioxinas e furanos uns mais perigosos do que outros. Não sei se alguém consegue responder directamente à sua pergunta, porque ainda ninguém fez medições como deve ser.

**DC - Mas a perigosidade libertada não está directamente ligada ao que se queima?**

DD - Penso que como não há medidas em Portugal não é legítimo estar a afirmar o que quer que seja. Nem fazer como fez a CCI que, para fazer bater certo as suas contas, arbitrariamente escolheu madeira tratada, contaminada na quantidade necessária, para que os números dessem certos.

**DC - Mas é possível fazer essa comparação?**

DD - O tipo de dioxinas libertado deixa quase a própria assinatura do resíduo. Cada produto, em situações muito concretas, produz uma composição ou uma mistura de dioxinas que é diferente da outra e portanto há algumas referências que se aceitam cientificamente. O valor de que se pode falar é o valor total, mas são as quantidades que são diferentes, por isso é bastante grave o que está no relatório. As dioxinas em si têm a mesma equivalência, mas o que importa para a saúde pública - e segundo os números da Organização Mundial de Saúde - é que o ser humano não pode ingerir mais que 0,1 picogramas -por quilograma e por dia. As dioxinas não intoxicam por respiração, intoxicam porque entram na cadeia alimentar e são recebidas nas plantas e animais. A perigosidade final acaba por vir através dos alimentos, por isso não se pode falar dessa perigosidade numa lareira isoladamente sem ir muito mais longe. Os valores das lareiras apresentados no relatório são discutíveis.

**DC - Há ainda uma outra questão: a co-incineração não vem resolver o problema das lamas contaminadas, nomeadamente as que são produzidas no parque químico de Estarreja e isso representa outro problema... o que fazer?**

DD - Não vão ser tratadas por co-incineração, nem podem. Mas essas lamas poderão ser tratadas numa incineradora dedicada.

**DC - E não libertam mercúrio com esse processo de eliminação?**

DD - Não, porque a incineradora dedicada tem mecanismos de tratamento dos gases, depois da combustão, que os retêm. Mas há sempre perigo, até no queimar dos plásticos. É exagerado o valor que se está a dar ao peso das lareiras e esse exemplo foi usado com intenção, porque se usam os números para justificar os mais elevados valores para as lareiras e os mais baixos valores admissíveis para as cimenteiras. Isto não é correcto e, depois, repare: comparam-se os crematórios não regulados, que não obedecem a legislação nenhuma, com uma cimenteira, suposta a cumprir a legislação mais exigente. É absurdo. Lá fora, os crematórios também têm regulamentação, não sendo permitido emitir mais dioxinas por metro cúbico do que uma cimenteira. Por outro lado, os crematórios libertam dioxinas por causa do caixão e do verniz que pinta o caixão. A comparação é caricata e manipuladora.

O que caracteriza a perigosidade das dioxinas não é a concentração por metro cúbico, é a quantidade total que sai. No fundo, um cigarro também tem dioxinas e, usar o exemplo de uma lareira, no fundo, é dizer que um cigarro é

tão perigoso como a chaminé de uma lareira. A diferença é que mesmo que a concentração por metro cúbico fosse a mesma, num caso tem quantidades absolutamente ridículas e no outro tem quantidades enormes. É esta confusão que se quer transmitir.

**DC - Pelo que disse somos levados a concluir que co-incineração é só um bom negócio para as cimenteiras?**

DD - Fique claro que agora vou dar a minha opinião pessoal e não científica. Primeiro, existe um cartel das cimenteiras cuja existência foi provada e levou a Comissão Europeia a avançar com as maiores multas até hoje aplicadas a violações de lei. A multa já foi aplicada e ninguém deu por isso, parece que agora recorreram ao tribunal. Seja como for, o cartel, tal como a Comissão Europeia o entendeu, existe. A indústria de cimento é eminentemente uma indústria europeia. O combustível pesa nas cimenteiras mais de 50%, e é dominante no preço. Trocá-lo por um resíduo que se recebe é efectivamente um bom negócio. As cimenteiras descobriram a oportunidade do negócio e avançaram, beneficiando ainda de legislação mais favorável, porque havia este conceito de que para que nós possamos ter as cimenteiras a funcionar não podemos exigir o mesmo tipo de rigor, em termos de poluentes, do que o que se exige à outras indústrias. E posso demonstrar isso. O caso do NOx, um gás com efeito de estufa, é um precursor do ozono na baixa atmosfera extremamente perigoso e contribuiu para reduzir o ozono na alta atmosfera, na estratosfera. O NOx é um dos maiores poluentes nessa área, mas as cimenteiras, devido à legislação específica que possuem, têm valores admissíveis muito superiores. Neste caso da co-incineração a estratégia das cimenteiras foi fazer crer que um combustível tóxico é a mesma coisa que um combustível normal. Mas não se pode dizer isso, as cimenteiras querem fazer passar a ideia de que a substituição não tem consequências, e com isso não se exige um novo licenciamento nem um novo estudo de impacte ambiental, ficando assim ao abrigo da anterior legislação. É com esta interpretação simplista que o ministro Sócrates diz que o Outão é igual ao resto.

A esta questão junte-se ainda o facto de eu considerar completamente ilegítimo consentir concentrações diferentes numa cimenteira ou numa incineradora, porque quando uma poeira ou um óxido de azoto entra nos nossos pulmões, ele não traz um carimbo a dizer se é bom ou mau. Ele é o mesmo componente e não tem qualquer defesa possível a ideia de que num caso é permitido ser mais elevado que no outro. O que torna admissível que seja numa cimenteira é que, se nós exigirmos à cimenteira iguais limites, elas precisariam de mais equipamento.

Será que as cimenteiras não suportam filtros de manga e não podem baixar o NOx? E a resposta técnica é que podem e devem. A directiva europeia, já em fase final de aprovação exige, para o caso das poeiras, 30 miligramas por metro cúbico, o mesmo que se exige para a co-incineração. Posto de outra maneira, a generosidade do governo para com as populações foi para com as cimenteiras e não para com as pessoas, porque as cimenteiras serão, dentro de dois a três anos, obrigadas a pôr os filtros de mangas. Não é uma vantagem dada a Coimbra, porque ela vai ser para todos. Pergunto: estamos a falar de negócio ou de saúde das populações?

Estou apenas a apontar a hipocrisia com que isto tem sido definido. É chocante e não me venham dizer que isto é para proteger a saúde das pessoas. Se fosse

esse o interesse obrigavam as cimenteiras a cumprir - e já as normas de emissão de uma incineradora municipal, como é a de Valorsul

**DC - Tem algum cabimento dizer que o cimento Produzido em co-incineração representa perigo para a saúde pública? É um produto contaminado?**

DD - Nos Estados Unidos há associações que proíbem o uso de cimento que venha deste processo, não existe uma norma oficial mas há normas federais, que podem proibir o seu uso em escolas e hospitais. Há receios.

Vou dar um exemplo, que também responde à enorme segurança que o relatório quer fazer passar. O cristal português era feito com chumbo e teve um reverso da medalha. A exportação de cristal esteve proibida para os Estados Unidos precisamente por usar o chumbo e se quiseram entrar naquele mercado tiveram que encontrar um tratamento extra para não permitir o uso de chumbo.

**DC - Chocou os elementos da CCI rotulando o relatório de "fraude científica", explique-nos o que quis dizer.**

DD - Em Portugal somos todos uns bonzinhos. Veja, a Comissão comete um erro que é mostrado e que continua a negar, no caso das lareiras. E nega para manter o impacto das suas opiniões

**DC - Em que se baseia para dizer que há essa fraude científica", além dessa questão das lareiras?**

DD - Toda a gente se engana e até tenho mais uma nova gralha que descobri no relatório, logo no glossário. Ali definem o picograma como 10 levantado a -15 gramas, mas isso não é o picograma é o fentograma. O picograma é 10 levantado a -12, e isso qualquer menino do final do Secundário sabe isso. Repare, eu chamo grama a uma coisa e você diz que é um quilo e insiste o que chama a isso? Não é fraude? Como este há vários exemplos e depois de natureza técnica há imensas supressões. Depois, veja as repercussões políticas que isto tem. O ministro não parou de falar no caso das lareiras e pior que isso invocou que essa era a verdade científica

**DC - Mas também acusa a CCI de usarem estudos e deturparem esses mesmo estudos, com intenção**

DD - Eles chamam ciclo de vida, aquilo que os próprios autores dizem que não é ciclo de vida São discussões técnicas. Depois, usam um relatório encomendado pela União Europeia e fazem referência a ele 15 vezes, relatório esse que tem carimbo de acesso restrito, mas que aparece nas mãos dos jornalistas 15 dias antes de sair o relatório da CCI. Um relatório que, a meu ver, foi divulgado expressamente para os jornalistas. Depois, veja qual foi a sequência que a CCI faz a esse relatório, um estudo comparativo entre co-incineração e incineração dedicada, as conclusões do relatório português surgem adaptadas e com sérias omissões.

**DC - Também avisou que o que estava em causa era a credibilidade científica, mas esses mesmos cientistas mantêm-se em silêncio. Como explica isso? É medo ou incapacidade para falar sobre este tema?**

DD - É uma combinação das duas coisas. Repare a violência com que reagiram ao caso das dioxinas das lareiras.

**DC - Mas, há medo na nossa comunidade científica, não temos cientistas independentes?**

DD - Isso é grave, mas há medo na comunidade científica. Veja o processo de financiamento às universidades e a progressão na carreira. Depois basta olhar

para o trabalho que isto dá, rever e criticar o relatório da CCI. E não se pode considerar que a comunidade científica é uma espécie de deuses.

Grave ainda é quando um governo invoca a verdade absoluta de 3, 4 investigadores e invoca que essa é a verdade científica. Eu não faço parte desse saco, é inconcebível e o ministro disse isso.

**DC - É esse mesmo medo que também cala a Universidade de Coimbra?**

DD - Há várias maneiras de fugir ao problema. Primeiro é dizer que isso é política e não se metem em política. A pessoa também pode invocar que não tem conhecimento e é um argumento respeitável, depois pensa que pode ter a carreira académica liquidada porque estas pessoas podem vir a ser júris de um trabalho. Depois; os projectos de investigação também podem ser avaliados pelas pessoas que eventualmente vão criticar. Por isso há muito que falo na co-incineração da comunidade científica.

**DC - Então acabamos por ter de partilhar da dúvida do ministro Sócrates, quando diz que "as pessoas não acreditam nos políticos, nem nos cientistas, então acreditam em quem?"**

DD - Temos que esclarecer essa posição. A última coisa é criar alguma coisa acima de toda a suspeita, a quem a gente se entregue e esse é o ditador. Repare que a verdade científica só existe no confronto permanente e constante.

A prática numa revista científica é o editor pedir dois pareceres sobre um trabalho, pareceres que são depois transmitidos ao autor do trabalho que nem sabe quem os fez e o autor discorda ou não. Há aqui uma adulteração dos domínios neste processo. Dizer a alguém que esse alguém é uma verdade científica é uma instrumentalização da pior natureza da classe científica. Mesmo que estivesse certa, este abuso do poder é perigosíssimo. Não podemos destruir a credibilidade da comunidade científica, senão entramos num regime em que a verdade está onde estiver a força, por isso nós temos de ter os mecanismos da discussão permanentemente. O que eu critico neste relatório é que ele foi direitinho dali para a comunicação social e para o ministro, isto não se faz, mesmo que ele estivesse impecável. Isto é inconcebível.

**DC - Se a comissão tivesse outros elementos não chegaria a estes mesmos resultados?**

DD-Não.

**DC - O "mal" está nas pessoas que constituem a Comissão ?**

DD - Se fizesse um trabalho honesto não chegava a estes resultados. O máximo que podia dizer é que não fui capaz de decidir.

Não é possível, neste momento, invocar o argumento científico para dizer que isto é melhor do que aquilo, porque não é possível, só se compararmos rigorosamente os resíduos. Repare que a comissão não tinha qualquer experiência no assunto e custa a entrar nesta matéria alguém deve ter facultado os estudos e relatórios. Não quero dizer que a Comissão teve má-fé. A minha indignação é pela defesa que ela faz do que é indefensável. E se gosto da minha independência como professor também tenho deveres e um dos meus deveres é este, poder falar e explicar.

**DC - Qual será o desfecho deste Processo?**

DD - Há um ano atrás, avisei o ministro Sócrates. Avisei-o do erro em querer defender cientificamente o que é indefensável. Não tenho qualquer animosidade contra as cimenteiras, que fique claro. Se o processo avançar as pessoas descobrirão os riscos. Contudo, alguns dos perigos são de longo prazo

e, em Portugal, preocupamo-nos muito com o imediato. Se numa manhã morrem 20 pessoas num autocarro, isso é um acontecimento nacional, mas se morrem duas mil por incúria ambiental não se liga.

Há efeitos gravíssimos. Este é um problema científico, técnico e de saúde, isso é indiscutível e a preocupação das populações é legítima

Mas já agora mando um recado para o primeiro-ministro que disse na televisão que vai enviar o relatório da Comissão Científica Independente para Bruxelas, para justificar Outão. Acho que é melhor não mandar o relatório, é melhor mandar o ministro.

Tal como está feito, este relatório será um gozo e envergonha qualquer Governo que o leve para defender a opção Outão, mas também a comunidade científica portuguesa. Por isso acho extremamente importante que os reitores discutam e analisem isto. »

-----

Nem o primeiro-ministro nem o ministro do ambiente são parte no processo. Se o fossem, ter-se-ia de lembrar que a localização proposta para o Outão contraria um anterior estudo oficial de impacto ambiental e que o argumento invocado pela CCI (Normas ISO 14000) é irrelevante na escolha em causa porque tais normas nada têm que ver com aspectos relativos à localização, ao ambiente ou ao impacto ambiental.

*Na edição do dia 16 de Junho de 2000, do jornal regional "Diário de Coimbra", foram publicados enxertos de um parecer redigido pelo aqui arguido, constante de fls. 13, que aqui se dá por reproduzida para todos os legais efeitos, na qual este profere, através da escrita, designadamente, as seguintes afirmações: "superficial, pretensioso e sem qualquer justificação" é a forma como a C.C.I. tratou o tema que tinha em mãos.*

*Mais ali referiu, o arguido, que as conclusões do relatório da C.C.I. "expõe o País e a comunidade científica portuguesa à chacota internacional. (...) os autores do relatório mostraram-se incapazes de formular um juízo consistente e fundamentado susceptível de conferir autoridade e credibilidade às conclusões e recomendações finais que enunciam".*

A edição do dia 16 de Junho de 2000, do jornal regional "Diário de Coimbra", limita-se a referir e transcrever excertos do parecer que o acusado elaborou para o Conselho de Reitores a pedido do Reitor da Universidade de Coimbra. Esse parecer reproduz-se aqui em anexo.

O acusado não tem de responder nem pelos excertos nem pelos comentários que a jornalista entendeu fazer. A CCI conhecia este relatório e se deliberadamente o ignorou na acusação foi certamente porque a versão truncada e os comentários de uma jornalista serviam melhor os seus propósitos do que o rigor do parecer em que se fundamentaram as críticas que o arguido fez ao seu trabalho.

*Todas estas imputações feitas aos aqui ofendidos, Sebastião José Formosinho Sanches Simões, Casimiro Adrião Pio, José Henrique Dias Pinto de Barros e José Roberto Tinoco Cavalheiro, todos melhor id. a fls. 2, pela sua falta de fundamento e de veracidade, atingiram gravemente a sua honra e consideração, tanto como indivíduos como na qualidade de professores universitários, e membros da já referida C.C.I., e conseqüente prestígio profissional.*

*Com efeito, no Diário da República, Ia Série, de 16 de Abril de 1999 foi publicado o Decreto Lei n.º 120/99, que criou a Comissão Científica Independente de Controlo e Fiscalização Ambiental da Co-Incineração, tendo os aqui ofendidos sido nomeados pelo Governo, mediante escolha do Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas para comporem tal comissão.*

O Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas (CRUP) não escolheu os professores acima referidos no sentido que a acusação faz inferir. A pedido do Governo, o Conselho de Reitores das Universidades portuguesas elaborou, isso sim, uma lista de professores satisfazendo os requisitos impostos pelo Governo, nomeadamente quanto às suas especialidades profissionais, a que acrescentou **a condicionante de nunca terem, anteriormente, participado em estudos ou trabalhos sobre Co-incineração.**

Da lista proposta pelo CRUP, o Governo escolheu três e juntou-lhe o Sr. Prof. José Roberto Tinoco Cavalheiro, que nunca figurou naquela lista.

Tem sido permanente e já foi estridente a afirmação ou a insinuação de que a CCI representa a Comunidade Científica e que as suas conclusões são a verdade científica. Trata-se de uma afirmação deliberadamente manipuladora. Efectivamente, se um acto administrativo pode conferir uma competência legal, não está ao seu alcance imbuir de competência científica ou técnica quem anteriormente a não possuía.

Invocar o Conselho de Reitores para legitimar uma competência que legalmente não existia antes do acto da nomeação administrativa, é ofensivo da dignidade e seriedade da Universidade Portuguesa e da comunidade científica em geral.

Sublinhe-se, aliás, que o Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas nunca se pronunciou sobre o conteúdo do relatório produzido pela CCI, nem nunca lhe foi solicitado que o fizesse, tanto pelo Governo como pela CCI.

*O arguido agiu livre, voluntária e conscientemente, sempre sob a mesma resolução criminosa, bem sabendo que tais afirmações não correspondiam à realidade dos factos.*

**De facto, o arguido agiu livre, voluntária e conscientemente, no cumprimento do seu dever cívico e deontológico de esclarecer a realidade dos factos, e de defender a idoneidade e seriedade da classe profissional a que pertence. Ao fazê-lo estava ciente dos riscos, incómodos e despesas em que poderia incorrer, como este processo exemplifica, tal como exemplifica os motivos porque a comunidade científica participa tão pouco na discussão pública e na remoção dos obstáculos ao desenvolvimento científico, económico e social do país.**

*Tinha conhecimento que os ofendidos são todos eles professores universitários, sendo os ofendidos Sebastião, Casimiro e José Henrique com o grau de professor catedrático e o ofendido José Roberto professor associado.*

*Sabia ainda que a sua conduta era punida e proibida por lei*

*Pelo exposto, constituiu-se, o arguido, autor material de quatro crimes de difamação, p. e p. pelas disposições conjugadas dos arts. 180º, 183º, nº 1, als. a) e b) e 184º, todos do Código Penal (CP) e 30º e 31º, nº 1 da Lei nº 2/99, de 13 de Janeiro.*

*(....)*

---

# **Instituto Superior Técnico**

Parecer sobre o Relatório

da

## **Comissão Científica Independente de Controlo e Fiscalização Ambiental da Co-Incinação**

José J. Delgado Domingos  
Prof. Catedrático

12 .Junho.2000

email: [jjdd@ist.utl.pt](mailto:jjdd@ist.utl.pt)



# INDÍCE

<b>INDÍCE .....</b>	<b>1</b>
<b>0. Nota Prévia: .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Enquadramento e princípios .....</b>	<b>3</b>
1.1 Enquadramento legislativo.....	3
1.2 Enquadramento científico .....	3
1.2 Enquadramento técnico-económico .....	5
<b>2. Outros erros e contradições.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Emissões de dioxinas. Impacto possível dos processos de incineração ou co-incineração .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Análise do ciclo de vida.....</b>	<b>9</b>
<b>5. Vantagens comparativas da Incineração dedicada e Co-incineração em Cimenteiras .....</b>	<b>10</b>
<b>6. Relatórios restritos e inacessíveis. Adulteração de fontes .....</b>	<b>13</b>
<b>7. Localização.....</b>	<b>17</b>
<b>8. Conclusão .....</b>	<b>18</b>
<b>Referências Bibliográficas importantes: .....</b>	<b>18</b>
<b>ANEXO I :.....</b>	<b>20</b>
<b>Textos publicados em 1999 e 2000 .....</b>	<b>20</b>
<b>O absurdo da Co-incineração dos Resíduos Perigosos .....</b>	<b>21</b>
<b>A CO-INCINERAÇÃO DA COMUNIDADE CIENTÍFICA .....</b>	<b>25</b>
<b>Política, Ciência e Co-Incineração.....</b>	<b>27</b>
<b>A Co-incineração e a Comunidade Científica .....</b>	<b>30</b>
<b>A Comunidade Científica a Co-incineração e o MCT.....</b>	<b>33</b>
<b>A Ciência da Comissão Científica Independente .....</b>	<b>35</b>

## **0. Nota Prévia:**

01. Por ofício de 26 de Maio de 2000 (Ofº nº 47/GR), o Magnífico Reitor da Universidade de Coimbra solicitou que me pronunciasse sobre o «Parecer relativo ao tratamento de resíduos perigosos» que se encontra na INTERNET em [www. Incineracao.online.pt/Relatorio/ Rcom.PDF](http://www.Incineracao.online.pt/Relatorio/Rcom.PDF) ».

02. Este ofício foi recebido após terem sido enviados para publicação, dois artigos meus, sobre o mesmo tema: um com o título «Política, Ciência e Co-incineração», enviado ao Diário de Notícias em 25 de Maio e publicado em 2 de Junho, e outro intitulado «A Comunidade Científica e a Co-incineração», publicado no Público, em 31 de Maio, com o título (da responsabilidade do Público) «Co-incineração e fraude Científica». Este artigo foi motivado pelas declarações do Presidente da Comissão Científica Independente (CCI) à RTP1 (26 de Maio, telejornal das 20h). Estas declarações, proferidas tendo em segundo plano o CRUP e após a notícia, em «off», de que o CRUP renovara a sua confiança na CCI, tiveram como efeito subliminar transmitir o aval do CRUP ao conteúdo do Relatório. É evidente que o CRUP não poderia dar o seu aval ao conteúdo de um relatório que acabara de receber, mas tal evidência escapou a um grande número de telespectadores..

03. Mantenho todas as afirmações contidas nos artigos referidos e a elas junto as que constam de dois artigos publicados em princípios de 1999 sobre o mesmo tema, uma no Público e outra no Jornal de Notícias. Junto as versões integrais, porque num dos casos foi publicada uma versão mais reduzida, por questões de espaço, a que fui sensível.

04. Do artigo divulgado pelo Público em 31 de Maio consta, explicitamente :

*Dada a tecnicidade de múltiplos outros aspectos, não é este o local próprio para os discutir e fundamentar. Por isso aqui deixo a solicitação ao CRUP para tomar a iniciativa de promover tal discussão no seio da comunidade científica que foi suposto representar.*

O documento anexo procura corresponder à própria solicitação que publicamente fiz ao CRUP. Sem ser exaustivo, retoma essencialmente as questões por mim já levantadas nos artigos publicados, limitando-se a documentar e comentar, para uma audiência com a formação científica esperável nas Universidades Portuguesas, algumas das contradições, omissões e erros mais evidentes no Relatório da CCI , as quais ajudam a perspectivar algumas das conclusões e recomendações produzidas pela CCI.

# 1. Enquadramento e princípios

## 1.1 Enquadramento legislativo

O Decreto-Lei n.º 120/99 de 16 de Abril, que criou a Comissão Científica Independente, estipula no seu Artigo 7.º:

“1 – Não pode ser designado membro da Comissão quem:

(...)

- d) Tenha participado em estudos ou pareceres directamente relacionados com a adopção da co-incineração como forma de eliminação dos resíduos ou relativos à escolha da localização dos fornos a utilizar para essa actividade;

Esta redacção da lei, cuja letra não corresponde certamente ao espírito que a ditou, exprime todavia a convicção de que se trata de uma questão facilmente derimível do ponto de vista científico e concretizável em curto prazo. E o legislador encontrava-se tão seguro do seu saber científico e técnico que até estipulou ao CRUP a especialização dos cientistas que este deveria nomear.

Neste contexto, é interessante referir que a EPA ( Environmental Protection Agency) dos EUA, após um processo de quase 10 anos, e vários “ peer reviews” intermédios, no seu relatório final de 7 de Agosto de 1998, (REPORT OF THE MEETING TO PEER REVIEW “THE INVENTORY OF SOURCES OF DIOXIN IN THE UNITED STATES”) afirma explicitamente no seu ponto 1.2, **Scope of the Peer Review** p. 10/146 o seguinte:

«To thoroughly review the comprehensive emission inventory document, EPA requested (...) five peer reviewers who were engineers or senior scientists with demonstrated expertise in any combination of the following areas:

- National databases of emissions from human and natural sources
- Mathematical derivation of emission factors for combustion processes
- Emission sources and releases of dioxin-like compounds to the environment
- Derivation of emission factors using stack testing data
- Numerical and statistical analyses

(...) While the reviewers’ collective expertise is quite broad, they may have been unfamiliar with some material in the emission inventory report (e.g., a detailed understanding of every emission source of dioxins). As a result, the current peer review should be viewed as an extremely thorough, but not necessarily comprehensive, critique of the current dioxin emission inventory.»

## 1.2 Enquadramento científico

Parece ter-se esquecido que existe consenso generalizado em torno de princípios científicos fundamentais, os quais foram e continuam a ser sistematicamente validados experi-

mentalmente, seja por teste directo, seja por teste às inferências lógicas que desses princípios decorrem. Sem este consenso generalizado e sem a permanente exigência da sua validação experimental, não existiriam as Ciências Físicas, tal como as conhecemos hoje. No mundo científico, ninguém contesta actualmente o princípio da conservação da energia nem a 2ª lei da Termodinâmica, para só citar um exemplo. Todavia, existiu em torno delas a mais viva controvérsia nos finais do século XIX, envolvendo alguns dos maiores vultos da Ciência, sendo de sublinhar que a controvérsia não foi resolvida com novos dados experimentais mas sim com um novo enquadramento teórico. Enquadramento que se transformou num dos pilares de toda a Física ( no sentido amplo, do qual a Química faz parte) e Tecnologia actuais.

Sucedem por vezes, e tem sucedido mais vezes do que habitualmente se pensa, que alguns autores, em busca de prioridade, de celebridade ou na prossecução de interesses obscuros, forçam ou inventam dados experimentais para credibilização das suas teorias, ou meras asserções. Outros, impacientes, esquecem alguns preceitos básicos da boa ciência, como seja a reprodutibilidade dos dados ou das experiências. É esta exigência metodológica que exclui o milagre das Ciências Físicas e que distingue a comunidade científica de uma seita, política ou religiosa.

Na interpretação dos mesmos dados experimentais, sobretudo tratando-se de temas novos, é habitual haver interpretações divergentes nonexo de causalidade. Tais divergências, na maioria dos casos, acabam por desaparecer, seja perante novos e convincentes conjuntos de dados, seja por formulação ou reformulação de uma adequada teoria explicativa. Neste período de transição, não é legítimo falar de verdade científica. Admitindo que não houve manipulação ou adulteração intencional dos dados, podem quando muito invocar-se inferências plausíveis, mas sem omitir os resultados contraditórios reveladores de um conhecimento insuficiente.

Esta longa explanação do meu próprio conceito de Ciência, tornou-se necessária para caracterizar o relatório da CCI, pois a mera consulta da literatura relevante, no que se refere às dioxinas, fontes de emissão, processos de formação e destruição, para já não referir os próprios métodos de determinação experimental e de reprodutibilidade, estão muito longe de ser consensuais.

Quem utiliza os valores fixados pela EPA para as emissões de dioxinas em instalações de resíduos perigosos, legalmente consagrados desde finais de 1999 no «Federal Register» dos EUA e os converte em verdade científica, estabelece uma perigosa confusão entre dados, conclusões científicas, e soluções de compromisso técnico-económico e social. É também não fazer justiça a um trabalho de muitos anos, de centenas de técnicos e cientistas e ignorar deliberadamente os milhares e milhares de páginas de documentos acessíveis a toda a gente e nas quais se não escondem dados, confiança nos dados, críticas de especialistas e do grande público, modelos de cálculo e justificação das soluções de compromisso.

Embora menos extensos, menos acessíveis e menos documentados, existem também inúmeros trabalhos europeus. A mera comparação do que era a “sabedoria” corrente há 2 ou 3 anos, com a que actualmente parece prevalecer, teria recomendado prudência aos autores do relatório da CCI e ter-lhes-ia evitado algumas das gritantes contradições em que caíram, como adiante mostraremos.

Seja como for, no que à Ciência se refere, o relatório da CCI não é um trabalho científico no sentido em que não corresponde minimamente aos pressupostos aqui enunciados.

## 1.2 Enquadramento técnico-económico

A concretização técnica de um equipamento industrial resulta sempre de uma optimização técnico-económica, mais ou menos aprofundada, mas nem sempre assumida com clareza. Por isso, toda a análise comparativa de equipamentos que não explicitamente os objectivos técnicos a atingir, e os encargos de investimento e exploração, permite sempre grandes distorções nas conclusões finais, sobretudo quando elas se traduzem apenas num melhor ou pior. As propostas comerciais de fornecimento de grandes instalações ou equipamentos são casos ilustrativos.

Exemplificando com o relatório da CCI, esta nunca explicita claramente os requisitos técnicos exigidos a uma incineradora dedicada e à co-incineração em cimenteiras.

A mero título de exemplo, considerem-se as emissões de NOx e de metais pesados.

**Se às cimenteiras fosse imposto o mesmo limite de emissão em NOx, CO e metais pesados que é imposto a uma incineradora dedicada, mesmo tratando-se de uma incineradora de lixo urbano, como a Valorsul, o equipamento adicional que seria necessário, tornaria economicamente impraticável a co-incineração.** Aliás, um estudo efectuado no IST( “Co-incineração em fornos de cimento» N.Pires, M.Lavita, Trabalho Fnal de Curso, Engenharia do Ambiente, Orientação Prof.J.Bordado), partindo do pressuposto que os resíduos a incinerar numa cimenteira e numa incineradora dedicada seriam os mesmos, tal como teriam de ser iguais os poluentes emitidos, levou à nada surpreendente conclusão de que o custo de tratamento por co-incineração, devido ao equipamento adicional necessário, seria superior ao anunciado para as incineradoras dedicadas. Este trabalho, de engenharia, está acessível e foi há muito entregue ao Ministério do Ambiente e OT.

Em termos de segurança e flexibilidade de tratamento de resíduos, a CCI firma que :

*«As incineradoras dedicadas permitem uma maior abrangência no tipo de resíduos a tratar que as cimenteiras.( ...) Isto põe o problema do destino a dar a este tipo de resíduos se for instalado unicamente o sistema de co-incineração em Portugal. (p. 4.56)*

E na p 4.63:

*«Quando há, e se houver, um episódio de combustão incompleta de resíduos perigosos a incineradora dedicada está melhor preparada para lidar com o acidente sem deixar sair efluentes gasosos para a atmosfera»*

**Como as cimenteiras não seriam competitivas se tivessem que tratar o mesmo tipo de resíduos, com a mesma segurança para as populações e o ambiente, o que se fez foi restringir o tipo de resíduos a tratar numa cimenteira, sem quantificar o custo global do tratamento dos que ficarão de fora .**

Se se tratasse de uma efectiva comparação de soluções, a CCI teria estimado o investimento e os custos de exploração de uma incineradora que apenas tratasse os resíduos

que uma cimenteira pode tratar. Os custos iriam substancialmente baixar, **com a suplementar vantagem de que as emissões de NOx serem muito inferiores** ( o custo de tratamento dos efluentes gasosos representa mais de 50% do investimento numa incineradora moderna). Se, por outro lado, e além disso, lhe fosse imposta uma optimização da valorização energética dos resíduos, o rendimento termodinâmico da instalação seria muito superior ao que é citado.

Estas observações são extensivas a todos os outros métodos comerciais de tratamento de resíduos, incluindo a reciclagem e a regeneração, que a CCI refere.

Em qualquer dos casos, **não é admissível, como foi feito, comparar soluções com pressupostos acentuadamente diferentes, sobretudo quando tais pressupostos favorecem uma das soluções, para depois vir a concluir que tal solução é a melhor.**

Para concluir este ponto, deve sublinhar-se que não é atractivo para uma cimenteira cumprir valores de emissão de NOx como os que são impostos, por exemplo, à Valorsul. Tal facto decorre da temperatura da chama no forno, a qual é imposta pelo processo de fabrico de cimento e não pelo tratamento dos resíduos tóxicos e perigosos.

Significativamente, a própria CCI não se apercebe da contradição em que cai, ao reproduzir o argumento das cimenteiras e do anterior estudo de impacte ambiental, de que só num forno de cimenteira se conseguiriam as elevadíssimas temperaturas (próximas de 2000 °C para alguns, >1400°C para outros), em que as dioxinas seriam todas rapidamente destruídas. A afirmação, que também a CCI faz, de que numa incineradora dedicada tal não seria possível, é um completo absurdo, científico e técnico, não só porque tal temperatura se poderia facilmente obter, mas sobretudo porque tal é desnecessário e prejudicial para o tratamento dos resíduos (mas necessário na tecnologia actual de fabrico de cimento). Como já referido, tal temperatura iria originar um aumento inadmissível das emissões de NOx.

Para além deste argumento, existe também a constatação de que uma importante produção de dioxinas resulta de um processo de síntese catalizado durante o arrefecimento dos gases de combustão. Só um processo de rápido arrefecimento dos gases de combustão, até pelo menos 200 °C, o poderia minimizar. Este arrefecimento é possível e contemplado numa incineradora dedicada, mas difícil de garantir numa cimenteira, porque susceptível de interferir negativamente com a produção de cimento. A CCI omite aquele valor, que figura na especificação da EPA, além de taxativamente afirmar, na secção de perguntas e respostas:

*«Após a destruição completa e durante o processo de arrefecimento não é possível reconstituir as moléculas iniciais ou formar novas moléculas, igualmente perigosas como as dioxinas»*

A CCI afirma também (p 3.75) que nas torres de ciclones as temperaturas variam entre os 300 e os 850 °C., mostrando na figura 4.3, p.4.30, como a produção de dioxinas aumenta com a temperatura do despoeiramento.

Anote-se também que, no Reino Unido, uma das condições estritas de licenciamento provisório de co-incineração é que a temperatura à saída do forno de cimento não

ultrapasse os ~250 °C. A não verificação deste limite levou mesmo à suspensão de uma licença provisória que havia sido concedida.

Nesta matéria da formação e destruição de dioxinas, a sabedoria científica e a experiência do processo recomendariam prudência, porque existem múltiplas contradições em dados igualmente respeitáveis. Por outro lado, muitas questões permanecem em aberto, nomeadamente quanto à precisão e reprodutibilidade dos valores obtidos em instalações industriais. A título de exemplo, citem-se os trabalhos canadianos recentemente divulgados (*Level of Quantification Determination: PCDD/PCDF and Hexachlorobenzene Environment Canada*, November 1999, <http://www.ec.gc.ca/dioxin/>) em que se conclui que as técnicas actuais põem como limite de precisão e de reprodutibilidade os 0,032 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>, pelo que qualquer imposição ou medida que refira valores inferiores deve ser considerada com reserva.

Citando o original canadiano, que adopta as recomendações da «American Chemical Society's Committee on Environmental Improvement», também adoptadas pela A.S.T.M. («American Society for Testing and Materials»):

**“LoQ for PCDD/PCDF is estimated to be 32 pg/m<sup>3</sup> TEQ”**

Deve notar-se que a CCI, no glossário do seu relatório, p VII, afirma que

**pg=Picograma=10<sup>-15</sup> gramas.**

Pelas convenções internacionais **Picograma=10<sup>-12</sup> grama.**

Trata-se de uma diferença de 1000, certamente atribuível a erro dactilográfico.

Deve ainda acrescentar-se que a CCI desconheceu soluções comerciais de pirólise e termólise, para além de revelar um conspícuo desconhecimento de aspectos fundamentais da concepção e funcionamento das modernas incineradoras dedicadas. Ignorou também o facto de uma incineradora dedicada não ser como o produto acabado que se encontra na prateleira de um supermercado, pois o projecto e dimensionamento de muitas dos componentes fundamentais é determinado pelas especificações da encomenda e pelas características do produto a tratar.

## 2. Outros erros e contradições

Na p 4.40, a propósito das incineradoras dedicadas são feitas as seguintes afirmações:

*As incineradoras dedicadas têm maiores dificuldades em manter temperaturas elevadas do que os fornos das cimenteiras porque não fazem o reaproveitamento do calor gerado na combustão para aquecer o ar comburente. Assim, há uma maior necessidade de consumo de combustível auxiliar quando o poder calorífico dos resíduos é baixo.*

Na sua singeleza, há um mundo de significativas revelações no que se afirma porque, nada impede, tecnicamente, que numa incineradora dedicada se atinjam temperaturas tão

elevadas como numa cimenteira. Como já anteriormente se referiu tal aumento é, não só desnecessário, como prejudicial porque está na origem das elevadíssimas emissões de NOx das cimenteiras.

Por outro lado, o grau de pré-aquecimento do ar de combustão é estritamente determinado por considerações de natureza económica. Acresce que, se a temperatura é mais elevada numa cimenteira, tal decorre da exigência da fabricação do cimento e não da de eliminação dos resíduos. Essa exigência do fabrico de cimento obriga a reduzir o oxigénio disponível, o qual é fundamental para uma boa eliminação dos componentes perigosos dos resíduos. Aliás, essa redução reflete-se no aumento do CO, que é um indicador primário da qualidade da combustão, e como tal fixado em todas as normas de emissão. Nas cimenteiras, permite-se que esse valor seja mais elevado ...

A afirmação «*Assim, há uma maior necessidade de consumo de combustível auxiliar quando o poder calorífico dos resíduos é baixo*» exige uma referência particular, porque levaria a concluir que, se o poder calorífico dos resíduos é mais baixo, só no caso da incineradora dedicada seria necessário consumir mais combustível auxiliar. **Tal conclusão é errada, como decorre do mero primeiro princípio da Termodinâmica.** Por outro lado, escamoteia inteiramente o facto de, numa cimenteira, por exigências do processo de fabrico, ser muito mais limitada a fracção de resíduos de baixo poder calorífico que pode ser utilizada.

### **3. Emissões de dioxinas. Impacto possível dos processos de incineração ou co-incineração**

A CCI dedica a secção 2.2 do seu relatório, às «Emissões de dioxinas. Impacto possível dos processos de incineração ou co-incineração», e prolonga-o com exemplos quantificados no anexo. Atendendo à sensibilidade das populações para o tema e à demagogia política a que se presta, não é aceitável o modo superficial, pretensioso e sem qualquer justificação com que a CCI tratou este tema. Esta atitude foi consideravelmente agravada pelo modo como a CCI reagiu às críticas que recebeu e se encontra bem documentada nas declarações ao Público de 1 de Junho.

Na minha opinião pessoal e à luz dos critérios de transparência e rigor que sempre defendi e defendo, foi muitíssimo mais grave a defesa que a CCI quiz fazer do seu cálculo das emissões de dioxinas pelos fogões de sala, do que a total ausência de fundamento para o valor que apresentou.

A total ausência de fundamento existe também para a Tabela 2.1 e levanta a pertinente questão de descodificar a afirmação:



*Os valores apresentados na Tabela 2.1 resultaram de uma transposição para a realidade portuguesa (...) seguindo os valores propostos para o nosso país no âmbito do European Dioxin Inventory*  
( p 2.5 sublinhado nosso)

Parece poder inferir-se desta afirmação que alguém propôs já, eventualmente com carácter oficial, uma estimativa para a emissão global de dioxinas em Portugal... Confesso o meu total desconhecimento de tal proposta, se é que existe. Mas se existe e foi o fundamento que a CCI invoca para os números que apresenta, estamos face a algo de muito grave, porque expõe o país e a comunidade científica portuguesa à chacota internacional. Não sendo conhecidas quaisquer medidas feitas em Portugal para a emissão de dioxinas pela queima de madeira, é extraordinário que alguém decida adoptar factores de emissão cerca de 100 vezes superiores aos utilizados nos EUA, Canadá, Dinamarca,... pelas respectivas Agências do Ambiente, sem que tal decisão mereça um vislumbre de justificação, para além da explícita referência a uma publicação dinamarquesa onde tais valores nem sequer figuram.

Refira-se que a Agencia do Ambiente do Canadá, numa página de WEB cujo *update* é de 14 de Janeiro de 2000, refere («*Dioxins and Furans and Hexachlorobenzene, Inventory of releases*, January 1999, <http://www.ec.gc.ca/dioxin/english/index.htm>) explicitamente, no ponto 6.2 **Wood Combustion Residential**, p 2-3 , que as suas estimativas se baseiam no valor da EPA, duplicando assim as anteriores estimativas. O valor adoptado foi de **“.002mgTEQ/tonne”**, ou seja **0.2 ngTEQ/kg**. **O valor ponderado que a Agencia Dinamarquesa indica foi 1,9ngTEQ/kg**. **A CCI , que apenas citou a Agencia Dinamarquesa, utilizou um valor cerca de 100 vezes superior, sem qualquer vislumbre de justificação.**

Anote-se, também, que na tabela 2.1 figuram com 4,00 g I-TEQ/ano, «unidades de **sintetização**». Trata-se, porventura, de uma gralha tipográfica, devida à semelhança com **sinterização**. Abstenho-me de comentar, por agora, as implicações , quer seja gralha quer não.

#### **4. Análise do ciclo de vida**

A CCI invoca várias vezes no seu relatório a Análise do Ciclo de Vida (LCA ou Life Cycle Assessment) efectuada por outras entidades para suportar as suas conclusões. Existe no IST algum pioneirismo nesta área, a qual foi iniciada com a Análise Energética de Sistemas, que existe como disciplina curricular há quase 20 anos na licenciatura de Engenharia Mecânica. A AES esteve na origem da LCA, mas contrariamente a esta, os factores finais de ponderação subjectiva, têm pouca relevância. E se este facto é mencionado, é apenas para sublinhar que as conclusões finais de um LCA contêm factores subjectivos e opções de natureza político-económica nem sempre claramente explicitadas, as quais são induzem facilmente em erro quem adopta as conclusões sem adequadamente contextualizar os pressupostos. Foi isto o que sucedeu com a CCI ao tratar «As cadeias de reciclagem e valorização energética de óleos usados» (p. 3.22) adoptando sem espírito crítico as conclusões de um estudo francês. Basicamente, a CCI desconhece que,

na redução do impacto global a um valor numérico, foi necessário exprimir, em termos quantitativos, o custo da saúde ou da vida humana, comparativamente a danos no ecossistema ou no efeito de estufa, entre outros. Nestas ponderações há pouco de ciência exacta e muito de preconceito político e ideológico. Que tais factores estejam, frequentemente, submersos em bases de dados, normas ou procedimentos consensuais, não alteram o fundo da questão. ...

Refira-se, a título meramente informativo, a existencia de um estudo aprofundado do LCA, de uma das maiores marcas mundiais de automóveis feito no IST por encomenda do fabricante. Um trabalho da mesma equipa, referente ao LCA de pneus, foi recentemente galardoado com o prémio do melhor «*paper*» na última conferência da SAE ( Society of Automotive Engineers, dos EUA).

A CCI fez um uso abusivo do conceito, permitindo-se mesmo considerar como LCA o que os seus autores originais afirmam explicitamente não o ser, como adiante se mostrará (ponto 6)

## **5. Vantagens comparativas da Incineração dedicada e Co-incineração em Cimenteiras**

O capítulo 4 do relatório da CCI é todo ele dedicado à incineração e co-incineração, concluindo-se com as «Vantagens comparativas da Incineração dedicada e Co-incineração em Cimenteiras».

O aspecto mais marcante deste capítulo, aliás recorrente em todo o relatório, é a junção de afirmações e declarações contraditórias, sem qualquer justificação ou comentário crítico. Dir-se-ia que os autores não tiveram tempo para rever criticamente e integrar o material acumulado. Encontram-se, por isso, asserções consistentes e correctas, de mistura com inferências sem nexos e erros elementares. Os autores do relatório mostram-se incapazes de formular um juízo consistente e fundamentado susceptível de conferir autoridade e credibilidade às conclusões e recomendações finais que enunciam.

Ilustremos alguns aspectos:

*Existe um número importante de unidades de incineração e co-incineração a funcionar em paralelo e concorrência na América do Norte e União Europeia. A existência dos dois tipos de solução é uma demonstração pragmática de que nenhuma das duas alternativas tem vantagens claras e insofismáveis sobre a outra e de que ambas as soluções podem ser aplicadas na destruição térmica dos resíduos perigosos.*

(...)

*As incineradoras dedicadas permitem uma maior maleabilidade na escolha do local de instalação, de modo a minimizar os efeitos ambientais relativos às emissões e os custos e riscos do transporte dos resíduos desde os seus locais de produção.*

(p 4.54)

*As incineradoras dedicadas permitem uma maior abrangência no tipo de resíduos a tratar que as cimenteiras. Nos fornos de cimento não podem ser queimados resíduos*

*com níveis elevados de cloro, devido aos problemas que o cloro põe no processo de fabricação do clínquer, nem resíduos com mercúrio, porque as cimenteiras não permitem o controlo deste metal tóxico que sairia maioritariamente pela chaminé. As incineradoras dedicadas se possuem as técnicas BAT, incluindo scrubber e sistema de carvão activado, podem lidar com resíduos contendo níveis mais elevados de cloro e mercúrio. Isto põe o problema do destino a dar a este tipo de resíduos se for instalado unicamente o sistema de co-incineração em Portugal. (...) Se o território Português fosse um espaço fechado, a capacidade da incineração para tratar uma gama de resíduos mais vasta seria certamente uma vantagem importante em relação à co-incineração. (p. 4.55)*

*A instalação em Portugal de uma unidade com maiores custos de tratamento, como é o caso da incineradora dedicada, poderá ter como consequência o desvio dos resíduos para unidades de co-incineração em Espanha com a consequente falta de resíduos para incinerar e os respectivos prejuízos económicos.(4.58)*

Como se verifica, comparam-se soluções técnicas que na verdade correspondem a exigências técnicas diferentes. **Se em Portugal já existissem, como nos países referidos, incineradoras dedicadas, a comparação faria sentido para os resíduos que poderiam ser tratados indiferentemente por uma e outra. Mas em Portugal não há uma nem outra, pelo que o argumento utilizado não faz sentido num relatório que se pressupõe científico, independente e ao serviço de uma solução nacional.**

**Ao enveredar por deambulações políticas e de política económica, a CCI extravasou claramente o seu mandato, por muito respeitáveis que sejam as suas opiniões e opções pessoais.**

Em termos pessoais, e puramente opinativos, penso que a CCI vai a contra-corrente da opinião que prevalece na Europa, que é a de que cada país trata todos os seus resíduos. A entidade que vigorosamente defende a livre circulação dos resíduos é o cartel das cimenteiras (os carteis são proibidos pela legislação comunitária, e as cimenteiras europeias sofreram recentemente pesadas multas aplicadas pela Comissão Europeia devido às suas práticas de cartel, em prejuízo dos consumidores...). Conscientemente ou não, a CCI adopta as teses que esse cartel advoga, sem dissecar essas teses na perspectiva concreta da situação portuguesa e do interesse nacional. Todavia, e independentemente destes considerandos, anote-se apenas a incongruência da perspectiva advogada pela CCI com os próprios fundamentos da sua estimativa para os resíduos perigosos produzidos em Portugal. A CCI baseou a sua estimativa na correlação que apresentou, entre a produção de resíduos perigosos e o PIB( ver em anexo uma crítica a esta parte). Ora, **se a correlação que apresenta é plausível (figura 2.1 p 2.27), o que se irá passar é um aumento e não uma diminuição da produção de resíduos perigosos se, como todos esperamos e desejamos, o PIB continuar a crescer.** Se tivermos em conta tudo o que se passou com o crescimento do consumo de energia relativamente ao PIB, o crescimento da produção dos resíduos irá continuar ainda, por muitos anos, por mais campanhas de sensibilização que se façam e mais incentivos fiscais que se dêm. E tudo isto pela simples razão de que **a estrutura produtiva que gera os resíduos leva muito tempo a alterar-se.** É por isso que é duvidoso o argumento de recomendar a co-incineração por ser a solução que pode abandonar-se em qualquer altura, seja por aparecimento de uma nova e

revolucionária técnica de tratamento, seja por deixarem de se produzir resíduos perigosos, como argumenta o PESGRI. **Nesta questão, não há verdades científicas... tal como não pode haver opções políticas que com elas se acobertem.**

Retomando os aspectos estritamente técnicos, anote-se a seguinte afirmação:

*Numa incineradora dedicada moderna a combustão, embora não tanto como no forno de uma cimenteira, também é bastante completa e as dioxinas/furanos presentes nos resíduos são eficazmente destruídas pela temperatura. No entanto as incineradoras modernas contêm caldeiras recuperadoras de calor para obter custos de incineração mais baixos. Os efluentes do forno ao passar pela caldeira arrefecem lentamente, dando origem à síntese de dioxinas/furanos a partir de precursores orgânicos não completamente destruídos no forno.*

As afirmações e inferências anteriores são um absurdo técnico e uma flagrante contradição com afirmações anteriores.

Por um lado, seria interessante explicar porque motivo é que, numa instalação expressamente concebida para eliminar bem os resíduos tóxicos, a combustão não é tão boa como numa cimenteira. Deseja a CCI que se extraia a conclusão de que os engenheiros que projectam as incineradoras dedicadas são tão incompetentes que nem sequer as características adequadas para a combustão conseguem, enquanto que os engenheiros que projectam os fornos de cimento não só conseguem uma boa combustão, como um bom cimento ?

Infelizmente, o que a CCI revela com este e outros comentários análogos é que nunca assimilou verdadeiramente, nem os aspectos industriais nem os aspectos térmicos, que são cruciais, tanto numa cimenteira, como numa incineradora dedicada. Será que a CCI alguma vez se interrogou sobre a razão de ser do comprimento de um forno de cimento? Será que a CCI se apercebeu de que a carga num forno de cimento é má condutora de calor e que a cinética química das reacções impõe um tempo comparativamente longo de permanência, em contacto com os gases da combustão. Apercebeu-se a CCI que a dinâmica do processo de fabricação de cimento impõe um lento arrefecimento dos gases e que este lento arrefecimento é altamente favorável à reformação de dioxinas ?. (é o chamado «De-Novo-Effect» na literatura especializada )

Enquanto que numa cimenteira o lento arrefecimento dos gases de combustão é imposto pelo processo de fabricação, numa caldeira de recuperação todo projecto é orientado para aumentar a transferência de calor dos gases de combustão para o termofluido que serve de veículo de recuperação da energia libertada na combustão. O arrefecimento é, por isso, muito mais rápido que na co-incineração. Acresce, além disso, que é muito mais fácil e económico fazer um pós-tratamento dos gases de combustão, para garantir que as especificações são cumpridas, em benefício da saúde das populações.

Estes argumentos, estritamente técnicos, poderiam aliás ser substituídos por afirmações anteriores da CCI dispersas pelo relatório, levando a pensar que as suas afirmações e conclusões flutuam ao sabor da bibliografia compulsada no momento da escrita da correspondente página do relatório.

## 6. Relatórios restritos e inacessíveis. Adulteração de fontes

Não é curial, num relatório desta natureza, invocar comunicações pessoais, relatórios internos das empresas que não podem ser consultados ou documentos de divulgação restrita, para justificar conclusões ou inferências de crucial importância, como é o caso.

O Sr. Degré é um conhecido especialista das cimenteiras, várias vezes referido em comunicação pessoal, ou como autor de um trabalho amplamente citado e utilizado, mas restrito: (Degré J.P. (1996) “ *Waste Co-processing in Industry. Criteria's for an optimal waste management in the Cement Industry*” Holderbank, Corporate Industrial Ecology. **Documento interno**). A Holderbank é a maior cimenteira mundial. De acordo com o Expresso ( 27 de Maio, p. 7 ), um dos membros da CCI, José Cavalheiro, alega que «**se tentou obter também dados de empresas ligadas à incineração dedicada, mas essa informação não foi enviada**».

O documento “*Poncelet E. (1994) “ Incinerations des Dechets en Cimenterie: Evaluation des Performances”*. ADEME - Agence de L'Environnement et de la Maîtrise de L'Énergie. **Documento Confidencial**) é indicado na bibliografia mas não citado no texto. Porque motivo será confidencial ?

Em contrapartida, o fundamental documento :

*“RDC e KEMA (1999) Comparative study on the Environmental Performances of Co-incineration and Specialized Incineration. Final Report. Study performed for the European Commission, DG XI, Ref N°: B4-3040/98/000109/MAR/E1 “*

que é citado 15 vezes no relatório (pag 4.7 ,4.10 ,4.12 ,4.12 ,4.12, 4.16, 4.28, 4.33, 4.33, 4.36, 4.43, 4.58, 4.70 , 4.71, 7.16 ) foi distribuído em Portugal com a expressa indicação, em todas as páginas e em português “DOC. NÃO PUBLICADO .DIVULGAÇÃO RESTRITA”, contendo na capa a indicação DOCUMENTO NÃO PUBLICADO PELA COMISSÃO.

Significativamente, o Independente referiu as conclusões do relatório favoráveis à co-incineração, indicando que era confidencial, mas que o Independente soubera. Esta notícia saiu antes de conhecido o relatório da CCI.

Já depois de saído o relatório, e com o título «*Co-incineração na mó de cima*» (Diário de Notícias, 23.5.00) são resumidas as conclusões favoráveis à co-incineração, sublinhando-se de novo que se tratava de um relatório de difusão restrita. Este artigo e sobretudo as suas conclusões foram objecto de relevo informativo nalguns telejornais.

Não é difícil pensar que houve fugas planeadas de informação tal como a nenhum observador atento teria escapado o facto de as conclusões divulgadas corresponderem às certas sempre marteladas, antes, durante e depois da divulgação do relatório da CCI pelo Ministro do AOT.

Muito correctamente, a CCI não apensou a este relatório nenhuma das restrições informativas que acima se indicaram. O documento é, como sempre foi, de acesso livre, o que permitirá confrontar o uso que deles fez a CCI com o que de facto o relatório contém.

O relatório da RDC e Kema é um documento relativamente extenso (180 páginas + anexos) e bastante técnico, elaborado na sequência de um concurso promovido pela Comissão Europeia. Para evitar questões de tradução, manteremos todos os extractos na língua original, o inglês. Tal permite também claramente distinguir o que é citação do que é comentário nosso. Os sublinhados são da nossa responsabilidade, salvo quando expressamente indicado:

Na abertura do relatório executivo consta, p. i:

#### **“State of co-incineration in the European Union**

*In this study, five industrial sectors were considered because of their potential for co-incineration: cement industry, lime industry, thermal power generation, the pulp and paper industry and the blast furnace for the production of pig iron industry.*

(...)

*According to the terms of the call for tender the cement sector was investigated in more details than the other sectors.*

(...)

#### ***Quantitative description***

*There is no co-firing of waste in numerous cement plants, totalling about 50% of European clinker production capacity. Where waste is co-incinerated in cement kilns, the (European average) substitution rate is in range of 11-20%.*

## **Comparison between co-incineration and dedicated incineration**

### **Background**

The basic generic question that has to be answered by this report is:

« *Which of the two types of waste treatment process, co-incineration and specialised incineration, causes less environmental impact ?* »

**(...) The results of this comparative study are only valid for the air pollution and not in order to perform a global comparison of the two types of processes (p. iii)**

(...)

(p. iv)

Ideally **the impacts of the air pollution should be regarded instead of the amount of pollutants emitted** because the emission-impact relation is not linear; it depends on many factors like:

- Dilution and dispersion of the pollutants in the atmosphere
- Background pollutant concentrations
- **Sensibility and biologic value of ecosystems surrounding the emission source**
- **population density surrounding the emission source**

(...)

Todas as conclusões se basearam num cenário e modelos de cálculo, algumas questionáveis, mas claramente explicitadas.

Recommendations for further study (p viii e p 173)

We recommend the European Commission to perform the following studies concerning cement kilns :

- Large scale experimental investigations, to establish the energy efficiency of co-incineration and **a more detailed relation between waste input and emissions from cement kilns ; it mainly concerns:**
  - NOx reduction due to the addition of waste water
  - Mercury, thalium, cadmium and sulphur distribution over phases (clinker, dust and flue gases)

**A neutral and objective assessment of the influence of waste burning on cement industry emissions should be performed by a third party** for and coordinated by the European Commission. This should include a theoretical **part to support the experimental data; scientifically proven methods, such as thermodynamic computation, mass transfer and partition modelling**

- to support the development of primary measures to reduce NOx emissions
- to develop new pre-treatment techniques to limit emissions due to the raw materials (e.g. VOC, mercury, SO2)
- **to determine the environmental impact of dust separated from flue gases: is it always acceptable to incorporate it in the clinker (mainly the fine dust) ?**
- **to determine the leaching rate, in both the short and the long terms, of heavy metais incorporated in the cement**

Ainda na Introdução ao relatório, p 3 volta a sublinhar-se:

As some important data are lacking, incomplete or insufficiently controlled, the conclusions drawn from this study should be considered carefully and be limited to general tendencies.

The following items were **out of the scope of this study (p. 3)**

Emission of pollutants not considered in the Directive proposal (31/08/98), e.g. CO<sub>2</sub>;  
Impacts on soil, water, waste, noise,..., **which should be analysed with other management support tools like Life Cycle Assessment (LCA)**

A CCI, afirma no seu relatório e citando este estudo (p.4.70) :

*A Comissão europeia encomendou um estudo comparativo da performance ambiental da incineração dedicada e da co-incineração em cimenteiras (RDC e KEMA, 1999). A comparação teve como ferramenta o LCA, aplicado ao*

*esgotamento de recursos energéticos, gases de estufa, SO<sub>2</sub>, ácidos clorídrico e fluorídrico, compostos orgânicos tóxicos e partículas ...*

Como se constata pelas citações anteriores, **os autores do estudo citado declaram explicitamente que não fizeram um LCA, que não fizeram um estudo comparativo da performance ambiental e que não consideraram o importantíssimo gás com efeito de estufa que é o CO<sub>2</sub>. A CCI diz que sim, que fizeram !!**

A RDC e Kema consideraram tão importante efectuar o LCA (que não fizeram) que voltam a inclui-lo na recomendação 9 :

#### **Recommendation 9** (p 171)

**A comparative study** between co-incineration and incineration **should use a Life Cycle Assessment (LCA)** approach and thus include the effects on water, soil, noise and waste.

Exemplos deste tipo repetem-se tantas vezes que se torna penoso e deprimente enumerar um a um.

Devo esclarecer que o relatório da RDC e Kema não é um modelo de perfeição e que muitas das suas hipóteses, modelos e dados utilizados exigem uma revisão atenta. Mas são claros, explicitam as limitações e só induzem em erro quem, com um mínimo de preparação científica e técnica, deseje ser enganado.

Seja como for, é verdadeiramente chocante e abusivo o uso que dele fez a CCI.

Para completar, transcrevem-se algumas das recomendações mais importantes do relatório da RDC e Kema:

#### **Recommendation 3** ( p. 164, os sublinhados e negritos encontram-se no original)

a) It should be **analysed whether** the revenues generated by waste disposal **allow** the cement industry **to finance gas cleaning** installations while remaining competitive

- If the net income from fuel substitution is not sufficient to finance gas cleaning installations, the emissions limit values should be the same for cement kiln burning primary or alternative fuels
- If the net income is sufficient, **more tightened emissions limit** values should be required for cement kiln burning waste.

(...)

d) **Mixing waste with raw materials should only be allowed for mineral waste.** ( este sublinhado é nosso)

#### **Recommendation 4** ( p 166)



*Co-incineration in cement kilns should be considered as a more environmental friendly waste management solution than dedicated incineration and **should therefore be encouraged**, even if present emission codes are not tightened.*

*However, emission data are scarce, incomplete and often provided unilaterally. They seem insufficiently supported by scientifically proven methods, such as thermodynamic computation, mass transfer and partition modelling corroborating the scarcely available partition data over the phases clinker, flue gas dust and stack flue gas.*

*Therefore **this recommendation should be considered carefully** as long as there is not more substantial data available from experimental work performed under control of independent authorities (see “ recommendations for further study”)*

Notar-se-á que, desta recomendação, tudo foi suprimido para a comunicação social excepto o primeiro parágrafo. A CCI avalisou este comportamento.

### **Recommendation 6** (p 168)

**Dust emission limit** should be lowered down to **30 mg/Nm<sup>3</sup>** ( ...)

This limit should be **applied to all cement plants**, independently from whether they co-incinerate or not. This limit could be further lowered ( see recommendation 3 a).

### **Conclusion 9:** (p 171)

**A fair comparison between co-incineration and incineration should also include the effects on water, soil, noise and waste, and not limited to air.**

## **7. Localização**

Optando-se pela co-incineração em cimenteiras, só havia quatro locais possíveis. Não tendo havido qualquer estudo sério de impacte ambiental na anterior decisão, a opção foi estritamente política, como ficou amplamente demonstrado nas audições parlamentares. Quem citou tão abundantemente a EPA para justificar emissões de dioxinas podia também citar e inspirar-se nos volumes complementares em que exaustivamente se documentam os estudos de impacte na saúde das populações ( [www.epa.gov/hwcmact](http://www.epa.gov/hwcmact)).

Utilizando tais critérios, tornar-se-iam mais credíveis as sugestões que faz, mas corria também o risco de concluir que nenhuma das localizações satisfazia. Em meu entender, a CCI não tinha que indicar as localizações. Todavia, como pré-optou por defender a co-incineração foi coerente consigo própria e com a ciência que praticou. É por isso que a escolha dos locais tem o mesmo nível de qualidade, fundamentação e rigor científico que o resto do relatório.

## 8. Conclusão

Afirmo, com indesejável frequência, que **faço o que devo e os outros o que costumam** . Não me surpreendeu o silêncio público da comunidade científica, mas também não posso ser acusado de não ter avisado a tempo. Pressenti, há mais de um ano, que a comunidade científica iria ser co-incinerada (A co-incineração da Comunidade Científica, Jornal de Notícias). Defendi publicamente (Público) que as normas de emissão deveriam ser iguais para a incineradora dedicada e a co-incineração, tal como aponte o exemplo da queima de pneus na Maceira como a demonstração da má-fé com que o poder instituído lidava com o processo e instrumentalizava os cientistas. A CCI retirou a Maceira da lista de locais e a Comissão Europeia prepara a promulgação da directiva que, se não torna iguais, pelo menos aproxima bastante as exigências impostas às emissões da co-incineração e da incineração dedicada.

Nunca fui facciosamente contra a co-incineração, nem cegamente a favor da incineradora dedicada. Fui sempre, isso sim, a favor da boa engenharia, da boa ciência e de uma visão equilibrada e realista da sociedade portuguesa.

Como professor de engenharia, sempre defendi e defendo a promoção da qualidade técnica e científica da engenharia nacional, como geradora de emprego qualificado, de mais valia económica e de progresso social.

O debate público sobre o tratamento dos lixos tóxicos e perigosos a que vimos assistindo, reduzido obsessivamente ao sim ou não à co-incineração é simultaneamente trágico e caricato. Em nenhum país civilizado e evoluído, governo algum exaltou tanto a verdade e o rigor científico para destruir a credibilidade e intimidar a comunidade científica.

Voltando à co-incineração e à generosidade do governo que mandou instalar os filtros de mangas em todas as cimenteiras, lembre-se apenas que tal instalação se tornará obrigatória, face à nova directiva comunitária, quer as cimenteiras co-incinerem, ou não.

Em face de tudo isto, é francamente mais saudável, cómodo, útil e prestigiante, para um cientista/engenheiro dedicar-se à astrofísica, às partículas fundamentais, à filosofia das ciências ou à teorização da sociedade do conhecimento do que descer à Terra, à sua terra, e cair no lixo asfixiante em que a sua Terra sufoca.

### **Referências Bibliográficas importantes:**

Indicam-se apenas os livros de texto significativos cuja consulta é de interesse geral:

**Hazardous Waste Incineration, Evaluating the Human Health and Environmental Risk**, *S.M. Roberts, C.M. Teaf, J.A. Bean (Ed)*, 1999, CRC Press, Lewis Publishers

**Introduction to Hazardous Waste Incineration**, *L. Theodore, J. Reynolds*, J. Wiley, 1987

**Hazardous Waste Incineration Calculations**, *J.Reynolds, R.R.Dupont, L.Theodore*, J.Wiley,1991

**Waste Management**, *B.Bilitewski, G.Hardtl,K.Marek,A.Weissbach, H.Boeddicker*, Springer, 1997

**Handbook of Environmental Management & Technology**, *G.Holmes, B.R. Singh , L.Theodore*, J.Wiley,1993

**Handbook of Ecotoxicology**, *D.J.Hoffman,B.A.Rattner, G.A. Burton,J.Cairns*, 1995, CRC Press, Lewis Publishers

**Handbook of Ecotoxicology**, *P.Calow (Ed)*, Blackwell Science, 1998

ANEXO I :

**Textos publicados em 1999 e 2000**  
(por ordem cronológica)

11 de Janeiro de 1999

Publicado no Público, em versão condensada e o título ( da responsabilidade do Público  
«Não ao Monopólio das Cimenteiras)

## **O absurdo da Co-incineração dos Resíduos Perigosos** **J.J.Delgado Domingos**

### **Antecedentes:**

Há quatro anos, estava em debate público a localização da incineradora de resíduos tóxicos e perigosos. Sob o título de “*Impacto Ambiental da Incineradora de Resíduos Industriais*”, divulguei no Público de 31.03.95 uma versão condensada da comunicação escrita que apresentei na sessão que encerrou a consulta pública sobre a Avaliação do Impacte Ambiental daquela incineradora. Das afirmações então feitas, e nunca rebatidas, consta:

**“A situação a que chegou o problema dos resíduos em Portugal é uma vergonha colectiva. Não pode é ser, por isso, uma oportunidade para negócios e atropelos à custa da suposta ignorância da maioria.**

*Numa sociedade já traumatizada pelo acelerado descrédito em que a Administração Pública caiu, a que se vêem diariamente juntar novos exemplos, que legitimidade existe para esperar, por parte das populações, uma aceitação acrítica das garantias que lhes dão e das promessas que lhes fazem?*

Quanto aos resíduos, o primeiro facto a assumir é que são perigosos, que muitos dos efeitos da sua incineração ou tratamento se desconhecem, que nenhuma solução tecnológica conhecida é completamente segura e que quanto maior for a segurança mais elevado é o custo.

**Num processo desta natureza, prometer o que se não pode e garantir o que se não sabe, apenas serve para agravar a desconfiança que tantos outros precedentes já criaram.**

### **Actualidade:**

O actual governo:

- não aprofundou a caracterização e quantificação dos resíduos perigosos.
- permitiu a incineração sem controlo de pneus na Maceira-Liz, não tendo efectuado nenhum estudo epidemiológico que permitisse aferir o seu efeito na saúde das populações, apesar do tempo já decorrido. Aliás, nem sequer assegurou que as emissões cumprissem a legislação aplicável.
- não promoveu os estudos, nem facultou os dados, que permitissem caracterizar adequadamente a dispersão dos poluentes atmosféricos na pequena e média escala. Trata-se de uma incúria muito grave, pois impede qualquer conclusão séria e fundamentada acerca do risco corrido pelas populações urbanas, não só neste caso

como em todos que envolvem poluição atmosférica, nomeadamente das incineradoras dos lixos urbanos ( Lipor e Valorsul)

- sem justificação fundamentada e credível, tomou a decisão política de adoptar como sua a proposta das cimenteiras, tornando preferencial, e praticamente obrigatória, a co-incineração dos resíduos perigosos nos seus fornos. Esta opção governamental dá às cimenteiras nacionais um estatuto e um monopólio que nenhuma outra multinacional do cimento havia conseguido até agora em países da UE.

Permitir às cimenteiras que utilizem, de forma controlada, alguns resíduos como combustível ( p.ex. pneus) é uma coisa. Torná-las o pilar do sistema, como se pretende agora, é um absurdo.

**A decisão é um absurdo técnico** porque:

- Os fornos das cimenteiras foram **concebidos para produzir cimento e não para queimar resíduos perigosos**. Por este facto, só poderão incinerar, com alguma segurança, um número restrito de resíduos, exactamente aqueles que são facilmente recicláveis, reutilizáveis, ou simplesmente utilizáveis como combustíveis.
- A prioridade operacional num forno de cimento é a produção de cimento, não é a incineração dos resíduos. Produzir bom cimento e eliminar bem os resíduos, têm exigências muitas vezes contraditórias, como por exemplo no excesso de ar e na temperatura da chama.
- A reciclagem das poeiras e não queimados aumenta a sua concentração em produtos tóxicos e perigosos os quais têm de ser extraídos, tratados e depositados.
- As cimenteiras beneficiam de legislação especial, muito mais permissiva quanto às emissões, do que a aplicável às incineradoras especialmente projectadas para a incineração dos resíduos perigosos. Não existe nenhuma justificação técnica ou científica para que tal suceda. Esta dualidade de critérios é tão escandalosa que a UE decidiu fazer a revisão da directiva que o permite. Aplicar igual legislação para igual perigosidade é o mínimo que se exige para credibilidade do sistema.

Independentemente de considerandos técnicos, toda a gente perceberá que optar pela co-incineração nas cimenteiras pré-seleciona de imediato as localizações possíveis e que estas irão quase sempre cair em zonas urbanas. Só a mais incompetente tecnocracia, ou a mais tacaña das percepções sociais e políticas poderia imaginar que um estudo de especialistas pudesse vir a negar o que as populações constataram durante anos a fio: que a poluição das cimenteiras lhes entra pela casa dentro e que não há estudo ou acto de governo que revogue as leis da Física.

## Conclusão

O anterior governo optou, sem concurso, por um sócio e uma tecnologia franceses. Este governo optou também, sem concurso, por um sócio e uma tecnologia franceses, como se nada mais existisse do que tal tecnologia e tal processo de planear e negociar.

Tanto no anterior como no actual governo, as Comissões de Avaliação do Impacte Ambiental foram colocadas perante decisões políticas e factos consumados, como se não houvesse alternativas.

É por isso que este Estudo de Impacte Ambiental da Co-Incineração enferma de todos os vícios do anterior e consegue ainda ser pior nos aspectos cruciais da combustão, das emissões e da dispersão atmosférica. Refira-se que o cálculo das possíveis concentrações de dioxinas é de uma confrangedora e indefensável pobreza perante o que está em causa.

A Comissão de Avaliação, da confiança da Ministra e agora presidida pelo Prof. Oliveira Fernandes, que também participou na Comissão de Avaliação nomeada pelo anterior governo, tinha como tarefa justificar e avaliar a decisão já tomada, e foi o que fez.

Tendo em conta os antecedentes e o modo como o processo de decisão foi viciado e condicionado, a que propósito esperaríamos a Sr<sup>a</sup> Ministra ou o Sr. Prof. Oliveira Fernandes uma participação cientificamente qualificada e tecnicamente competente no âmbito do inquérito público ?

Como facilmente se infere, tanto o anterior como o actual governo viciaram o processo de decisão e de avaliação do impacte ambiental, não permitindo reais opções nem alternativas. A pretexto do pragmatismo e da urgência, perdeu-se um tempo precioso, delapidaram-se milhões e minou-se a confiança pública que é fundamental neste tipo de decisões .

A louvável atitude do primeiro ministro decidindo instalar os filtros prometidos nas cimenteiras existentes, é a simples resposta a um imperativo legal e social.

Aquilo que é um direito não pode transformar-se num meio de pressão, pelo que a requalificação ambiental das zonas afectadas pela laboração das cimenteiras deve ser dissociada do facto de nelas se poder vir, ou não, a fazer a co-incineração de resíduos perigosos.

Se queremos ser sérios e credíveis, e resolver bem o problema dos resíduos perigosos, temos de encarar desde já a muito plausível hipótese de uma comissão independente e cientificamente credível não vir a avaliar a decisão da Ministra.

Por outro lado, e tendo em conta que a co-incineração é apenas uma parte do problema global, o que a urgência do problema exige é que se crie desde já uma comissão independente para quantificar, examinar e seriar alternativas tecnicamente credíveis e economicamente viáveis. É sobre a escolha entre essas opções que deve incidir uma futura e não viciada avaliação do impacte ambiental.

Nesta perspectiva, ganhar tempo não é esperar pelo resultado de mais ensaios, mas sim revogar desde já o monopólio concedido às cimenteiras quanto à incineração de resíduos perigosos e colocá-las em pé de igualdade com todos quantos pretendam fazer a

incineração de resíduos perigosos, exigindo a todos por igual o cumprimento da mesma legislação.



## A CO-INCINERAÇÃO DA COMUNIDADE CIENTÍFICA

J.J.Delgado Domingos

Nunca o governo entregou à comunidade científica nacional a palavra decisiva sobre uma questão de tão grande relevância pública como a da co-incineração dos resíduos tóxicos e perigosos. Também não me recordo de algum ministro ter alguma vez invocado a concordância ou o apoio de **TODA** a comunidade científica nacional para uma decisão sua, tomando como voz dessa comunidade os pareceres dos professores por si escolhidos e a quem pagou para fazerem esse trabalho. No entanto, foi isso que constatámos durante as últimas semanas. Vimos também a Administração do sucesso bolsista que são as cimenteiras CIMPOR e SECIL, vir declarar, em anúncio de página inteira que, se iam entrar no negócio da incineração dos lixos perigosos, o faziam a pedido do Ministério do Ambiente, sendo esse um dos seus contributos para a solução do grave problema ambiental que os resíduos industriais representam. Não esclareceram que noutros países, da UE aos EUA, os seus parceiros das multinacionais do cimento lutam, com todas as armas e em todas as frentes, para que os respectivos governos lhes garantam legislação especial para prosperar no negócio, ou para que tornem definitivas as autorizações temporárias concedidas, a título experimental, para uma gama seleccionada e restrita de resíduos perigosos.

A Ministra do Ambiente absolveu as cimenteiras com o argumento de que esta actividade representaria, para elas, não mais do que 3 milhões de contos, quantia insignificante nos 300 milhões de contos que são o seu volume de negócios, mas esqueceu-se de esclarecer porque motivo 3 milhões de contos deixam de ser insignificantes se aplicados à protecção do ambiente e da saúde das pessoas afectadas pela laboração industrial das mesmas cimenteiras. Será que o lucro e a consequente valorização bolsista de que as cimenteiras gozam é obtido à custa do dumping ambiental, da saúde e da esperança de vida das populações que sofrem os efeitos? Será por isso que os filtros que o governo se comprometeu a instalar irão ser custeados por todos aqueles de nós que pagam os impostos?

Quem produz os lixos que fique com eles...parece ter-se transformado na sabedoria corrente. Esquecem, porém, que os lucros ficam num lado e os lixos com quem gerou o lucro, à custa da sua saúde, e da sua esperança e qualidade de vida.

Nada disto é novo, salvo em Portugal, no limiar do ano 2000. Novo, verdadeiramente novo, é o silêncio cúmplice duma comunidade científica transformada em aval e dócil instrumento de políticos que incitam os industriais a fruírem de um capitalismo selvagem que se julgava extinto com o século passado.

Compreendo que alguns professores e cientistas se não queiram envolver no que consideram ser a *politica*. Mas não será fazer política permitir que se prostitua a credibilidade, a competência, a independência e a idoneidade que dignificam uma classe e enobrecem um cidadão?

No caso vertente, a Ministra do Ambiente tem utilizado, como se fossem definitivos, alguns argumentos de natureza científica e técnica que não passam de grosseiras mistificações, no que é acompanhada pelo comunicado das administrações das cimenteiras. Retenhamos apenas um, facilmente compreensível: a superioridade da queima dos resíduos nos fornos das cimenteiras. Tal superioridade decorreria da elevada temperatura da chama, que afirmam ser de cerca de 2000°C, e de um muito mais elevado tempo de permanência dos produtos perigosos no seu interior, assegurando assim uma combustão completa e a destruição dos compostos perigosos. Ora, sendo os pneus basicamente constituídos por carbono e hidrogénio, a que se deve a emissão do “*pó preto*” cuja existência e quantidade ninguém nega ? Deve-se, fundamentalmente, às partículas não queimadas resultantes de uma combustão deficiente. Se os argumentos científicos da ministra e das cimenteiras fossem correctos, não haveria “*pó preto*”...

E as dioxinas ?

Não há em Portugal nenhum laboratório apetrechado para efectuar a sua determinação. Ensaios efectuados em quatro fornos de cimenteiras na Califórnia, relativos à incineração de pneus, revelaram aumentos na emissão de dioxinas entre 53 e 100%. Nos PAHs (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*), em 3 de 4 testes, os aumentos situaram-se entre 296% e 2230%. No chumbo, entre 59% e 475%, e no crómio, para 1 dos testes, 727% . Nos fornos da Maceira, a queima de pneus tem vários anos, pois foi autorizada (fomentada ?) pelo governo anterior. Se o que afirmam os tratados de Ecotoxicologia for verdadeiro, será possível determinar, desde já e sem mais ensaios, o nível de concentração das dioxinas no solo, na água e no ar. Mas segundo a ministra, uma supercompetência em saúde pública (e consultor da SCORECO) garante não haver qualquer perigo para a saúde pública com a co-incineração. Não seria muito mais sério informar desde já, se houve, ou não, efeitos na saúde pública com a queima dos pneus?

A doença das vacas loucas também não existia e um ministro, para o demonstrar, comeu mesmo mioleira, mediaticamente. Será que as cimenteiras incineram vacas devido a uma doença inexistente ?

Desconheço a resposta que irá dar o Conselho de Reitores ao pedido do governo para nomear os professores que irão restabelecer a confiança dos portugueses na competência, independência e idoneidade dos conselheiros científicos dos seus ministros. Que eu me tivesse apercebido, nenhum Reitor, e muito menos o seu Conselho, reagiu à utilização do nome das suas Universidades ou Institutos quando o governo anterior os utilizou para dar credibilidade ao Estudo de Impacte Ambiental que justificou a instalação de uma incineradora dedicada em Estarreja. Fiz, na altura, um alerta público para os riscos que se corriam e os abusos a que poderia chegar. Será que, nas actuais circunstâncias, a comunidade científica vai persistir no silêncio para se lamentar mais tarde que foi... co-incinerada ?

IST 16.1.1999

jjdd@ist.utl.pt

.25 de Maio 2000

Publicado no Diário de Notícias em 2 Junho 2000-06-11

## **Política, Ciência e Co-Incineração**

José J. Delgado Domingos

Prof. cat. I.S.T.

### 1. Política

O debate sobre a co-incineração foi re-iniciado pelo governo como um dogma científico, esquecendo que o relatório da Comissão Científica Independente (CCI) e as suas recomendações só assumiriam o estatuto de cientificamente aceitáveis depois de submetidas ao rigoroso escrutínio dos cientistas seus pares.

A credibilidade dos trabalhos científicos resulta deste escrutínio, deste “peer review”, e não da publicitação dogmática e mediatizada que se tem estado a fazer, em que de um lado estão os “sábios e o governo” e do outro a massa “ignara” dos que discordam.

### 2. O Relatório da CCI

2.1 Nenhuma das consagradas revistas científicas especializadas aceitaria este relatório para publicação sem profundas revisões. Por um lado, a CCI não distingue entre os dados razoavelmente fiáveis que utiliza, dos que são meramente indicativos ou simples hipótese de trabalho. Por outro, e sem qualquer justificação, nega nas conclusões e anexos o que afirma no relatório que era suposto justificá-las.

2.2 Por exemplo, na secção “*Questões mais frequentes sobre co-incineração*” destinadas ao grande público afirma (p. 5.5) (...)

*Após destruição completa e durante o processo de arrefecimento não é possível reconstituir as moléculas iniciais ou formar novas moléculas, igualmente perigosas como as dioxinas”.*

Todavia, na p. 4.30, afirma-se que:

*” a temperatura do despoeirador é o parâmetro mais importante na emissão de dioxinas/furanos pelos fornos de cimento e que as emissões de dioxinas/furanos não resultam da incapacidade do forno para destruir completamente os resíduos perigosos mas sim da síntese das moléculas de dioxinas/furanos no sistema de despoeiramento, a partir de átomos de cloro/flúor e moléculas orgânicas precursoras, que poderão advir da evaporação da matéria orgânica presente na matéria prima”.*

2.2 Na p. 5.5 consta:

*“É por todos reconhecido que a multiplicidade de resíduos, a variabilidade da sua origem e composições dificultam, em geral, uma avaliação precisa dos seus efeitos na saúde. Contudo, um largo conjunto de evidências fundamenta a gravidade do seu potencial carácter deletério na saúde das populações. As vias de exposição incluem a inalação, o contacto com a pele e a ingestão. De um ponto de vista das consequências*

*observáveis tem especial importância o aparecimento de asma, hipersensibilidade respiratória, disfunções pulmonares, as doenças neurológicas degenerativas, os problemas de desenvolvimento e neurocomportamentais, as malformações congénitas, as perturbações da reprodução masculina e feminina, e doenças imunológicas e endocrinológicas, como a diabetes, e o cancro”*

**Mas na secção para o grande público a afirmação é (p.2):**

*«Desde que esteja a operar de forma correcta , uma co-incineradora não implica riscos acrescidos para a população».*

2.3 Na p.4.56“:

*«As incineradoras dedicadas permitem uma maior abrangência no tipo de resíduos a tratar que as cimenteiras.( ...) Isto põe o problema do destino a dar a este tipo de resíduos se for instalado unicamente o sistema de co-incineração em Portugal.*

**E na p 4.63:**

*«Quando há, e se houver, um episódio de combustão incompleta de resíduos perigosos a incineradora dedicada está melhor preparada para lidar com o acidente sem deixar sair efluentes gasosos para a atmosfera»*

**Nas conclusões e recomendações (p8.1):**

*A Comissão recomenda o processo de co-incineração em fornos de unidades cimenteiras por não implicar um acréscimo previsível de emissões nocivas para a saúde...*

2.4 Na p 4.58:

*«A implementação da co-incineração em cimenteiras Portuguesas pode ter vantagens importantes para estas, as quais podem laborar com um combustível mais barato, ou até receber dinheiro por ele. Este factor permitirá uma maior competitividade interna e externa da indústria cimenteira nacional, possibilitando que lhe seja exigida a aplicação de novas técnicas de tratamento e controlo de efluentes (...), com a consequente melhoria da qualidade ambiental, local e regional”.*

### 3. Cadáveres, lareiras e cimenteiras

No anexo II do relatório é feito um exercício de quantificação das dioxinas que seriam emitidas em Portugal por cremação de cadáveres, queima de lenha em fogões de sala, ou cimenteiras em co-incineração. Estes números foram já várias vezes repetidos e sublinhados pelo Ministro do Ambiente e daí a importância de os não deixar passar em claro. Por um lado, é extarordinária (tabela 2.1 ,p. 2.6) a conclusão de que os fogões de sala produzem cerca de 6 vezes mais dioxinas que os incendios florestais, tornando os fogões de sala, com 46%, na fonte dominante de dioxinas em Portugal.

Na ausência de medições concretas que suportem tal conclusão, faz-se apenas notar que tal valor é 100 vezes superior ao que seria obtido usando os valores referidos pela USEPA (EPA/600/P 98 / 002Aa, Abril 1998) e resultantes de uma extensa recolha de dados e análise crítica, para além de submetidos a um exigente «peer review». No caso da cremação de cadáveres, os valores estimados pela CCI são 1000 a 1.000.000 de vezes superiores a valores experimentalmente observados.

É com este tipo de fundamento que a CCI se permite afirmar (p A.11) que a emissão de dioxinas/furanos por uma cimenteira corresponde à de 513 fogões de sala, ou à cremação de 8540 cadáveres! Tais afirmações, acompanhadas do uso demagógico que delas já se fez, envergonham-nos a todos.

#### 4. Conclusões

Os dados anteriores são suficientes para que cada um forme o seu juízo acerca da qualidade do relatório da CCI e da confiança que lhe inspiram as recomendações unânimes dos quatro cientistas que o subscreveram.

Todavia, vale a pena acrescentar mais uma nota referente ao « documento não publicado e de divulgação restrita de que o Diário de Notícias divulgou as conclusões com o título de Co-incineração na mó de cima» (DN 23.5.00).

Este estudo foi largamente utilizado e citado pela CCI, que faz largo uso da transcrição parcial de documentos não divulgados em aspectos cruciais de decisão. No caso vertente, tal é particularmente significativo porque omite inteiramente os pressupostos que levaram às conclusões divulgadas. Tais conclusões, no documento original, partem de hipóteses e pressupostos que condicionam, de modo determinante, as conclusões utilizadas pela CCI e parcialmente divulgadas pelo DN. Aliás, muitas das certezas que figuram no relatório da CCI correspondem, na bibliografia que cita, a meras hipóteses de trabalho ou a inferências sugeitas a confirmação posterior. Neste contexto, vale a pena sublinhar que todo o relatório da CCI se baseou em consulta bibliográfica e que nenhum dos seus autores possui experiência industrial relevante no tema em apreciação..

Sintetizando a situação global e repetindo o que vimos dizendo nos últimos 5 anos, a incineração de alguns resíduos é indesejável, mas inevitável. A co-incineração só existe nos países onde a incineração dedicada absorve a maior parte dos resíduos tóxicos e perigosos. Pretender resolver o problema em Portugal com o exclusivo recurso à co-incineração é um absurdo técnico, económico, político e social, porque ou se faz à custa da saúde pública ou gastando mal o dinheiro dos contribuintes.

Seja qual for a decisão final, nenhuma terá sucesso se a confiança das populações não for decisivamente conquistada com actos, transparência, justiça ambiental e verdade.

Publicado no Público de 31 de Maio de 2000 com o título *Co-incineração e fraude científica*

## **A Co-incineração e a Comunidade Científica**

José J. Delgado Domingos  
Prof.Cat. I.S.T.

As conclusões e recomendações da “Comissão Científica Independente” têm sido utilizadas como um dogma pelo Ministro do AOT, invocando repetidamente que as conclusões foram unânimes e que a escolha dos cientistas foi feita pelo Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas (CRUP).

Do ponto de vista científico, e como norma da Comunidade Científica, todas as afirmações produzidas pelos autores de um trabalho têm de poder ser verificadas e, se se tratar de dados experimentais, têm de poder ser independentemente reproduzidas e validadas. Relembre-se, a este propósito, o caso mediático da “fusão fria”, que sossobrou no descrédito e na irisão dos seus autores, alguns dos quais gozavam de merecida reputação na comunidade científica internacional.

**É numa perspectiva rigorosa de ciência que o relatório da CCI sobre a co-incineração tem de ser examinado.** É a este exame rigoroso que a Comunidade Científica tem a responsabilidade social e moral de se não furtar.

Cabe aos políticos, e apenas aos políticos, extrair as ilações políticas que tal exame comportar. Como mero cidadão, o cientista pode, e deve, participar, como todos os cidadãos, na formação da decisão política enquanto expressão das suas convicções culturais, sociais ou políticas. Não pode é fazer passar por científico o que não passa de emoção ou conveniência pessoal.

Compreendo que uma parte significativa da comunidade científica portuguesa não queira aceitar este desafio, a pretexto de que se não mete na *politica*. Mas não será fazer política permitir que se prostitua a credibilidade, a competência e a idoneidade que dignificam uma classe e enobrecem um cidadão ?

A co-incineração é um teste paradigmático, porque existem já, amplamente disponíveis, os elementos documentais que permitem aferir a qualidade científica do relatório produzido pela CCI, e a postura intelectual dos seus autores. Para tal, não é preciso ser especialista. Bastam algumas ideias claras sobre o que é Ciência e o incómodo de consultar os dados, bastando como exemplo a estimativa da emissões de dioxinas, em Portugal, feita pela CCI, e as declarações dos seus autores à comunicação social, (v. Expresso de 27 de Maio, p. 7 e Público de 26 de Maio, p.3).

Comece o leitor por consultar na Internet o relatório da CCI (<http://www.incineracao.online.pt/home.htm>) e o trabalho dinamarquês (Working Document: Dioxin Sources, Levels and exposures in Denmark. Danish Environmental Protection Agency, 20 Oct. 1997, <http://irptc.unep.ch/pops/DENDIOX.html>), único

que a CCI utilizou para afirmar que 513 fogões de sala emitem as mesmas dioxinas que a co-incineração (p A.11 do relatório da CCI).

A CCI, afirma que, para Portugal: «**Emissão de dioxinas para queima de madeira em fogões de sala: 200 ng I-TEQ/ kg lenha**».

Na verdade, o que consta do relatório dinamarquês não é nada disso. O que nele figura é, na página 15 ( das 47 que o relatório tem):

*“Primeiras medidas de uma investigação de 1986-87 em 2 fogões de lenha deram para a queima de madeira de faia 1-200 ng/Nm<sup>3</sup>*

E na p.16:

*O valor, inesperadamente elevado, foi explicado por amostras não representativas, interferência nas medidas de alcatrão da madeira e contaminação das amostras por queima anterior de madeira contaminada.*

*(...)*

*Uma investigação de confirmação, utilizando quatro fogões diferentes, e com amostragem e métodos analíticos melhorados, foi iniciada em 1990, concluída em 1993 e publicada em 1994. No total foram feitos 24 ensaios. As madeiras queimadas foram faia, bétula e picea com um conteúdo médio em cloro de 60, 70 e 112 mg Cl/kg , peso seco. Houve grandes diferenças nas emissões de tipos diferentes de fogões. A média ponderada da geração de dioxinas correspondeu a 1.9 ng N-TEQ/kg..*

*As concentrações foram muito mais elevadas queimando picea do que queimando outras madeiras.*

Confirmamos, junto da Direcção Geral das Florestas, que as espécies vegetais utilizadas nos ensaios não têm expressão em Portugal. Verifica-se também que o número de 200 ng se refere ao Nm<sup>3</sup>, ( metro cúbico referido a pressão e temperaturas normais) e não ao kg e que não foi feita a equivalência a I-TEQ utilizado pela CCI , o que obrigaria a dispor de informação suplementar, que não existe. Aliás, estes mesmos valores foram postos de lado pelos autores dinamarqueses quando fizeram a estimativa das emissões de dioxinas na Dinamarca.

Se os cientistas da CCI fossem representativos da Comunidade Científica, teriam reconhecido o engano e pedido desculpa. Mas não só o não fizeram como substancialmente o agravaram com as declarações públicas amplamente difundidas. Em linguagem científica, a este comportamento chama-se fraude científica.

Situações deste tipo repetem-se ao longo do relatório, e em muitos pontos sensíveis para a decisão política. Típicamente, converte em certezas absolutas o que no original é rodeado de incertezas ou condicionantes.

Dada a tecnicidade de múltiplos outros aspectos, não é este o local próprio para os discutir e fundamentar. Por isso aqui deixo a solicitação ao CRUP para tomar a iniciativa de promover tal discussão no seio da comunidade científica que foi suposto representar.

É importante sublinhar que, muito mais do que a co-incineração, o que está em causa neste momento é a credibilidade da comunidade científica e a qualidade da ciência que

essa comunidade pratica. Será que o Ministério da Ciência e Tecnologia, empenhado em fazer a avaliação da Ciência portuguesa por auditores internacionais, não terá uma palavra a dizer ?

Depois das vantagens absolutas e sem perigo com que em Portugal se procurou impor a energia nuclear, e das repetidas garantias da inexistência de vacas loucas, não será tempo de exigir seriedade na Ciência e decência na política ?

28 de Maio 2000



## **A Comunidade Científica a Coíncineração e o MCT**

J.J.Delgado Domingos

Prof. Cat. I.S.T.

O Decreto-Lei n.º 120/99 de 16 de Abril, que criou a Comissão Científica Independente, estipula no seu Artigo 7.º:

### **“1 – Não pode ser designado membro da Comissão quem:**

(...)

- d) Tenha participado em estudos ou pareceres directamente relacionados com a adopção da co-incineração como forma de eliminação dos resíduos ou relativos à escolha da localização dos fornos a utilizar para essa actividade;

*Este decreto foi assinado , entre outros, pelo Ministro da Ciencia e da Tecnologia (MCT) , o mesmo que declarou ( Público 3.06.00, p.10) que « a comunidade científica já está envolvida através dos membros da comissão e esta comunidade respeita os seus pares » tendo acrescentado que «estes profissionais estiveram muito tempo envolvidos a estudar a questão, são os que mais sabem».*

A menos que a letra das leis não sirva para coisa nenhuma neste estado democrático, o que o ministro responsável pela Ciencia afirma é que os que mais sabem da coíncineração só começaram a estudar o assunto no momento em que foram nomeados, isto é, há poucos meses.. Se tivessem começado antes, não poderiam fazer parte. Ficaram assim liminarmente excluídos os que, como alguns alunos finalistas de engenharia do ambiente do Instituto Superior Técnico, dedicaram o seu trabalho final de curso a estudar em profundidade a co-incineração nas cimenteiras. Ficaram naturalmente excluídos os professores que orientaram os trabalhos e os membros do juri que os avaliaram e classificaram em provas públicas.

Tendo assistido à sessão pública em que o MCT fez estas declarações, e na qual também afirmou que as Universidades não têm condições para avaliar a qualidade da Ciencia que nelas se faz, é altura de perguntar se a boa ciência que o MCT advoga e tutela é a do tipo que a CCI documentadamente fez. Se esse é o caso, tenho de confessar que não faço parte de tal comunidade científica, porque de há muito pertenço a uma outra. Na Comunidade Científica a que pertenço, agradece-se a quem ajuda a corrigir os erros e não se deturpam dados e conclusões à medida das conveniências. A Comunidade Científica a que pertenço tem respeito por si própria e pelos estudantes que formou e forma, e não atraiçoa a confiança em si depositada a troco de uma sedução de poder ou influência. Também não considera falta de respeito apontar os erros a quem os cometeu, tendo o dever de os denunciar como fraude ao constatar a sua intencionalidade. Acima de tudo, não confunde rigor científico e conveniencia politica.

O MCT «questionou ainda se a sociedade portuguesa está preparada para um conhecimento transparente»...para acrescentar «será que a sociedade está preparada para a verdade ?» ( Público 3.06.00, p.10)

Para Salazar, a sociedade portuguesa não estava preparada para a democracia. Para a comunidade científica de que o MCT se assume como representante, a sociedade portuguesa também não estará preparada para a verdade..., para a SUA VERDADE !

O que estes simples exemplos, juntamente com tantos outros nos confirmam, é que há algo de muito mais importante do que a co-incineração neste debate dos lixos tóxicos e perigosos, pois estão em causa princípios fundamentais numa sociedade livre, evoluida, culta e democrática. O que está em causa é a opção entre conceitos antagónicos de transparencia e de verdade, de democracia e de liberdade, de ética profissional e de dignidade pessoal, de rigor científico e fraude conveniente.

É nestes momentos de dolorosa tensão que os povos e as pessoa se definem. É por isso que me solidarizo com Manuel Alegre e assisto com tristeza ao silêncio da Universidade. Não basta querer o prestígio, a dignidade e as honras que o passado confere e furtar-se à incomodidade da clarificação que o presente exige. Nas palavras de um antigo e prestigiado Reitor da Universidade de Coimbra, e Conselheiro de Estado, “a Democracia é por natureza conflitual, mas não tem de ser conflituosa”.

Esta singela tomada de posição é intencionalmente divulgada num diário de Coimbra.. Agradeço ao Diário de Coimbra a pronta disponibilidade para a divulgar.

Lisboa , 8 de Junho 2000

[jjdd@ist.utl.pt](mailto:jjdd@ist.utl.pt)

Público 15 Junho 2000

## A Ciência da Comissão Científica Independente

J.J.Delgado Domingos

Numa decisão histórica sem precedentes, este governo transformou quatro cientistas em juizes supremos de uma questão política, num tribunal sem recurso, sem testemunhas, sem acusação e sem defesa.

Posta nos termos em que o foi, a decisão tem muito mais a ver com Ciência do que com lixos perigosos. Centremo-nos pois na Ciência que a CCI praticou.

A CCI começou por exprimir, num glossário, as siglas, os símbolos, a terminologia e as constantes da sua ciência.. É desse glossário que consta (p. VII) ser pg um Picograma e que o **Picograma=10<sup>-15</sup>** gramas. Na nomenclatura científica internacional, que eu utilizo, o picograma é 1000 vezes superior..

No artigo «*Co-incineração e fraude científica*»(Público 31.5, p 12) afirmei que a CCI convertia em certezas o que nos originais citados era rodeado de incertezas ou condicionantes.Por isso solicitei publicamente ao CRUP que promovesse a discussão, no seio da comunidade científica, dos aspectos que pela sua tecnicidade não era possível discutir nos grandes órgãos de comunicação social. O meu contributo escrito para esse imprescindível debate foi oportunamente enviado. Pela sua própria natureza e finalidade aquele documento é acessível, pelo que me poderia limitar a responder ao artigo do Sr. Eng.José Cavalheiro (Público, 8 de Junho, p.27) remetendo-o para o CRUP. Há porem duas questões, ambas envolvendo erros de Termodinâmica no sentido lato, a que pode responder-se aqui, sumariamente. À primeira responde-se com duas citações do relatório da própria CCI . Na p .4.30:

**” as emissões de dioxinas/furanos não resultam da incapacidade do forno para destruir completamente os resíduos perigosos mas sim da síntese das moléculas de dioxinas/furanos no sistema de despoiramento”**

Na secção de Perguntas e Respostas ( p. 5.5) afirma-se ser impossível o que acima se garantiu:

**“Após destruição completa e durante o processo de arrefecimento não é possível reconstituir as moléculas iniciais ou formar novas moléculas , igualmente perigosas como as dioxinas”.**

Quanto à lixiviação dos elementos perigosos incorporados no cimento aquando da co-incineração respondo-lhe com a transcrição de um relatório encomendado pela Comissão Europeia (“ *RDC e KEMA (1999) Comparative study on the Environmental Performances of Co-incineration and Specialized Incineration. Final Report. Study performed for the European Commission, DG XI, Ref N°: B4-3040/98/000109/MAR/E1* ” ) que a CCI citou 15 vezes, mas do qual omitiu:

**« We recommend the European Commission to perform (...) A neutral and objective assessment of the influence of waste burning on cement industry (...) to determine the leaching rate,**

**in both the short and the long terms, of heavy metals incorporated in the cement».**

(Perdoe-me o leitor não traduzir as transcrições. Procuo apenas evitar a irresistível atracção pela chicana que a CCI demonstrou a propósito de “stoves”, “fireplaces” e similares).

**Em Portugal, não há nenhum laboratório apetrechado para medir as emissões de dioxinas, tal como não existem medidas representativas para as emissões, nem para as concentrações existentes no solo, na água, no ar , nos alimentos consumidos, etc.** Todavia, a enorme relevância política que as dioxinas assumiriam não escapou à CCI , que se dedicou ao exercício de ridicularizar a emissão pelas cimenteiras comparando-a com a de outras fontes, nomeadamente a queima residencial de lenha.

Na p. A.11 do seu relatório, a CCI escreveu :

"Queima de lenha:

Emissão de dioxinas/furanos para queima de madeira em fogões de sala: **200**

**ng I-TEQ/ kg lenha 1**

1 Working Document: Dioxin Sources, Levels and exposures in Denmark. Danish Environmental Protection Agency, 20 Oct. 1997.

(...)

1 fogão de sala que queime 4 ton /ano produz:  $200 \times 10^{-9}$  g I-TEQ/ kg x 4 x  $10^3$  kg/ano =  $8 \times 10^{-4}$  I-TEQ g /ano.

Quantos fogões de sala equivale a emissão anual de dioxinas/furanos por uma cimenteira:

$0,41 \text{g I-TEQ} / 8 \times 10^{-4} \text{ I-TEQ g} = 513 \text{ fogões} "$

Dada a forma como o valor de «**200 ng I-TEQ/ kg lenha 1**» é apresentado , ninguém de boa-fé iria supor que se tratava de um valor fabricado pela CCI, porque acreditaria tratar-se de uma citação directa do original dinamarquês explicitamente referido. Se assim não fosse, porque motivo iria a CCI omitir o importante (que era justificar aquele factor) para explicitar o trivial de multiplicações e divisões ?

Colocada perante os erros evidentes, a CCI veio dizer que os **200 ng I-TEQ/ kg** não foram transcritos mas sim estimados a partir do relatório dinamarquês, e que desse relatório **utilizou os valores posteriormente regeitados pelos seus autores** porque, no seu entender, os valores regeitados eram mais representativos para Portugal( i.e. eram 100 vezes maiores...)

No comunicado de imprensa e na resposta ao Público a CCI invoca ainda, como decisivo, um trabalho australiano, até aí nunca referido. Neste trabalho, e logo no resumo executivo, os seus autores sublinham( p.vii) que:

*«In addition to the numerous assumptions used to derive residential emission factors (because of the lack of data), these sources are subject to increased uncertainty due to their uncontrolled, unregulated and widely varying nature of operation. Additionally the emission estimates are extremely sensitive to assumed quantities of contaminated wood burned, and no information of this nature currently exists».*

A CCI transformou estas advertencias e limitações na decisão de escolher, arbitrariamente, as quantidades de madeira limpa, contaminada e/ou impregnada com PCP e queimada nas residencias portuguesas. Por este processo, tanto se obtem o valor que a CCI apresenta no seu relatório como qualquer outro. Com iguais escrúpulos e iguais critérios, e invocando o mesmo relatório australiano (p. V ) tambem se poderia afirmar o contrário do que a CCI garantiu, e converter a produção de cimento na maior fonte de dioxinas em Portugal.

Este foi um pequeno exemplo da ciência que a CCI pratica. Foi nela que o governo baseou a sua histórica decisão. Foi a ela que entregou a condução e fiscalização do processo de co-incineração em Portugal.

[jjdd@ist.utl.pt](mailto:jjdd@ist.utl.pt)

.

## Disparates e Co-incineração

J.J. Delgado Domingos  
Prof.cat. I.S.T.

### 1. Recapitulando

Pelo Decreto-Lei n.º 120/99 de 16 de Abril, o governo criou uma Comissão Científica Independente para dar parecer sobre a co-incineração. Dessa comissão excluiu, na letra da lei, quem já tivesse efectuado estudos sobre o tema. O Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas (CRUP), a pedido do governo, elaborou uma lista de especialistas na área da química, da qualidade do ar e da medicina. Desta lista, o governo escolheu tres, a que juntou o Sr. Eng. José Cavalheiro (JC), formando assim a Comissão Científica Independente (CCI). O relatório da CCI foi divulgado com enorme projecção mediática juntamente com a pronta declaração do Ministro do Ambiente de que o relatório da CCI era a verdade científica cujas conclusões e recomendações o governo iria seguir escrupulosamente. Na ofensiva política que se seguiu, o ministro utilizou, insistentemente, os valores numéricos apresentados pela CCI relativos às emissões de dioxinas pelas lareiras e pelas cimenteiras para ridicularizar as preocupações com os perigos da co-incineração para a saúde pública. A falta de rigor científico no relatório da CCI foi divulgada pela imprensa, o que provocou uma intempestiva reacção da CCI, sublinhada na sua projecção televisiva com a presença em segundo plano dos reitores em reunião do CRUP.

Os argumentos da CCI eram indefensáveis e insustentáveis. Por isso, a nível governamental ou parlamentar (PS) qualquer referencia a lareiras ou dioxinas passou prontamente a ser classificada de anedótica, procurando fazer esquecer que a autora da anedota foi a CCI e que a dita anedota constituiu boa parte dos argumentos utilizados pelo ministro na sua cruzada política.

### 2. Erros, insultos e disparates

É meridianamente claro para quem conheça a estrutura universitária, o processo e os documentos, que **a CCI não representa a Comunidade Científica Portuguesa e que o CRUP nunca se pronunciou sobre a qualidade científica do relatório que a CCI produziu, contrariamente ao que a intoxicação informativa procurou fazer acreditar.** É também revelador que nenhum cientista tenha vindo defender o relatório da CCI. Em contrapartida, muitos o criticaram, mas a grande imprensa não acolheu a maioria dos artigos que escreveram

Por razões facilmente compreensíveis, nenhum cientista, incluindo a CCI, veio até hoje rebater uma que fosse das muitas críticas que publicamente fiz ao relatório. Algumas dessas críticas, que pela sua própria natureza e extensão não teriam cabimento na grande imprensa, foram enviadas ao CRUP, correspondendo a uma solicitação do Reitor da Universidade de Coimbra.

É neste contexto que, ao abrigo do direito de resposta e procurando visar-me directamente, surge o artigo do Sr.Eng. José Cavalheiro intitulado «**Basta de insultos e disparates**» ( Diário de Coimbra de 25 de Junho). Neste artigo, o Sr. Eng. José Cavalheiro pretende estar a defender a CCI, querendo fazer esquecer que ele não é, nem representa, a CCI. Por alguma razão, o Sr. Eng. José Cavalheiro (JC) não é o presidente da CCI, nem fez parte da lista elaborada pelo CRUP. Nomeado por motivos políticos, JC abandonou de imediato a discussão científica com técnicas comicieiras de baixo nível. É por isso que chama insulto e difamação ao argumento técnica ou cientificamente irresponsável. É por isso que repetidamente afirma que não demonstrei o que foi múltiplas vezes demonstrado. Tem mesmo a desfaçatez de dizer que transcreve afirmações minhas, para afirmar que estão erradas, quando tais afirmações não são minhas mas sim de um relatório invocado pela CCI em abono das suas teses. Ao clamar que “basta de insultos e disparates”,JC fala para si próprio. Esperemos que consiga ouvir-se.

### 3. Os testes da co-incineração

As populações têm muitos motivos para estar preocupadas com a decisão do governo de prosseguir com os testes da co-incineração e com o previsível uso que irá ser feito dos resultados de tais testes. Se os testes são para mostrar que a emissão de poeiras diminuiu com a instalação de filtros de mangas, todos sabemos já, mesmo sem testes, que a quantidade total de poeiras emitidas irá diminuir. Por outro lado, as cimenteiras fariam sempre os ensaios de recepção do equipamento adjudicado para verificar se estão de acordo com as especificações, como é próprio de uma empresa bem gerida. Que ensaios e medidas suplementares se propõe a CCI fazer e quando tenciona anunciá-los ?

Se os ensaios se destinam a medir as emissões em co-incineração de lixos perigosos, espera-se que a CCI defina atempadamente e anuncie publicamente a composição e a quantidade dos resíduos que vai utilizar, o tratamento prévio a que os vai submeter, o local onde o vai realizar, as grandezas que vai medir e os métodos que para isso irá utilizar.

Espera-se também, e no mínimo, que a CCI não esqueça as recomendações do relatório que tão abundantemente citou “*RDC e KEMA (1999) Comparative study on the Environmental Performances of Co-incineration and Specialized Incineration. Final Report. Study performed for the European Commission, DG XI, Ref N°: B4-3040/98/000109/MAR/E1* “ e de entre as quais constam:

- ?? Medidas primárias para reduzir as emissões de NOx
- ?? Impacte ambiental das poeiras, separadamente dos gases, e a resposta à questão de saber se é sempre aceitável incorporar no clinker as poeiras mais finas.
- ?? Determinação da taxa de lixiviação , tanto no curto como no longo prazo, dos metais pesados incorporados no cimento
- ?? a sensibilidade e valor biológico dos ecossistemas em torno da fonte de emissão
- ?? a densidade populacional em torno da fonte de emissão

Por outro lado e quanto às localizações, antecipando as exigências de Bruxelas, que estimativas de impacte na saúde pública e nos ecossistemas tenciona a CCI realizar, à semelhança da EPA, cujos estudos tão decisivamente citou para chegar às conclusões que o governo afirma ir seguir escrupulosamente?

Nota final:

O leitor que deseje verificar a fundamentação das críticas que fiz ao relatório da CCI não tem mais do que solicitar ao CRUP o parecer que para ele elaborei. Nele também figuram, em anexo, os meus artigos na imprensa diária até à data do parecer. Posteriormente foi publicado « A Ciência da Comissão Científica Independente » (Público, 15 de Junho).

**jjdd@ist.utl.pt**

Enviado em 30.06.2000



Conferencia Parlamentar de 15 de Fevereiro de 2001

## A Farsa da Co-incineração J.J.Delgado Domingos

O Decreto-Lei nº120/99 que criou a «*Comissão Científica Independente de Controlo e Fiscalização Ambiental do Processo de Co-incineração* » (CCI) restringiu-a (art 7º, 1-d ) aos que não tivessem efectuado estudos ou pareceres directamente relacionados com o assunto. Com estas restrições, para além de outras de natureza profissional, o Governo solicitou ao Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas (CRUP) a nomeação de 3 especialistas para integrarem a CCI. O CRUP não indicou 3 mas sim uma lista. Desta lista, o governo escolheu 3 e juntou-lhe um representante seu.

Nomeada a CCI, o governo transmutou-a em representante da Comunidade Científica Portuguesa e promoveu-a a detentora do mais fiavel e sólido conhecimento numa matéria que legalmente desconhecia à data da sua nomeação.

O relatório elaborado pela CCI é tecnicamente incoerente, cientificamente inaceitavel e éticamente reprovável pelo uso truncado e manipulatório que faz das fontes documentais que cita. Estes factos encontram-se documentados no parecer que apresentei ao CRUP a pedido de um dos seus reitores. A pretensa resposta da CCI a este parecer, que nunca divulgou mas cita truncadamente, não são respostas ou argumentos científicos, mas apenas demonstrações de grosseria e de arrogante incultura.

O Relatório do grupo médico foi enquadrado e ficou condicionado pelos pressupostos e conclusões do relatório da CCI. Cabendo-lhe apenas pronunciar-se sobre os efeitos na saúde pública das potenciais emissões da co-incineração, e afirmando a CCI que nem sequer há emissões ou produtos nocivos adicionais, restou apenas aos médicos declarar que não há efeitos acrescidos. Tal como consta do seu relatório, a p.11:

**« a substituição de uma parte do combustível convencional por resíduos não se traduzirá por um acréscimo de emissões nocivas. Nestas condições, a co-incineração não contribuirá para uma exposição acrescida a substancias prejudiciais à saúde, nem através de emissões para a atmosfera, nem através do cimento produzido.»**

Face a esta conclusão e às afirmações e garantias da CCI, nomeadamente no seu *site*, só pode pretender-se que acreditemos em uma de duas hipóteses: ou que as cimenteiras não vão co-incinerar resíduos perigosos, ou que as garantias dadas quanto às restrições a impor aos resíduos co-incineráveis não passam de balelas para consumo de patetas. De facto, se os resíduos são perigosos porque contêm, nomeadamente, metais pesados, e nenhum destes ou dos seus compostos aparece nas emissões ou no cimento (como nos é garantido) para onde se sumiram ?

A questão anterior não escapa a ninguém medianamente atento, nem escapou certamente ao grupo médico, que atenua no parágrafo a seguir a categórica afirmação do anterior, quando acrescenta:

**«No entanto, dever-se-á acautelar a eventualidade de riscos acrescidos a nível das localizações nas quais o processo de tratamento de resíduos em co-incineração possa vir a ocorrer...»**

Como se verifica, as conclusões do grupo médico são um primor de ambiguidade. Compreende-se por isso o desabafo público de um dos seus elementos ao afirmar que é a cimenteira de Souselas ( ou Coimbra ?) que se encontra mal localizada.

Finalmente, anote-se a semelhança entre os argumentos dos que advogam a co-incineração e os que a NATO vem utilizando para garantir a inocuidade das munições com uranio empobrecido.

O uranio empobrecido, enquanto tal, é um resíduo industrial, tão tóxico e perigoso que o seu armazenamento seguro é muito dispendioso. Convertido em munições, torna-se, como que por milagre, numa fonte de receitas e num produto ambientalmente inofensivo. Analogamente, os resíduos industriais, tóxicos e perigosos, se transformados em combustível e incorporados no cimento tornam-se, também eles, ambientalmente inofensivos e energeticamente valiosos !

O uranio empobrecido, os ossos e os resíduos transformados nas farinhas animais que originaram a BSE, tal como a co-incineração, inserem-se na mesma (in)cultura e na mesma filosofia de que o que se não sabe não existe, e de que o que se sabe mas incomoda e/ou contraria os interesses estabelecidos não deve ser divulgado. Em Portugal, aprofundar questões científicas e técnicas com implicações políticas é actividade desencorajada ou oficialmente banida.

Gastar um milhão de contos na promoção do Polis é trivial. Gastar metade a equipar um laboratório independente que nos informe dos níveis de dioxinas, de metais pesados, etc. é impossível.

# Table of content

## **1 Preface**

## **2 English summary**

## **3 Dansk sammenfatning**

## **4 Introduction**

### **4.1 Chemistry**

### **4.2 Sampling and analysis**

### **4.3 Synthesis and natural formation**

### **4.4 Toxicology**

### **4.5 Toxicity-equivalency factors**

## **5 Industrial emissions**

### **5.1 Chemical industry**

### **5.2 Paper and pulp industry**

### **5.3 Asphalt-mixing industries**

### **5.4 Steel and metal industry**

### **5.5 Cement industry**

## **6 Power generation and heating**

### **6.1 Fossil fuels**

### **6.2 Burning of bio-fuels**

### **6.3 Wood stoves**

### **6.4 Heating of houses**

### **6.5 Building, landfill and vehicle fires**

## **7 Dioxin from waste incineration**

### **7.1 Municipal solid waste**

### **7.2 Incineration of clinical hospital waste**

### **7.3 Incineration of hazardous waste, including waste oil**

### **7.4 Emission from crematoria**

## **8 Dioxins and sewage sludge**

### **8.1 Dioxin levels**

### **8.2 Origin of dioxin in sewage sludge**

### **8.3 Application of sewage sludge to agricultural land**

### **8.4 Incineration of sewage sludge**

## [9 Dioxins and composting](#)

## [10 Dioxin from the traffic](#)

### Preface

This report updates a previous Danish EPA-report which was published in Danish language about *dioxin emissions, levels and exposure in Denmark*, which covers the literature up to about 1993. This report summarises the major findings in the previous report (with or without references) and discusses new dioxin data published after 1992. The report will focus especially on trends and the Danish situation.

The project had a Steering Committee with the following members:

Anders Carlsen (Chairman), Alf Aagaard, Poul Emmersen, Trine Holmberg, Ulla Høgsholt, Lone Lykke Nielsen, Elisabeth Paludan, Lotte Wammen Rahbek, and Eva Vestergaard from the Danish Environmental Protection Agency, Arne Büchert and John Chr. Larsen, the Danish Food Institute, Jørgen Vikelsøe, the Danish Environmental Research Institute, and Finn Bro-Rasmussen, the Danish Technical University.

The author will use the opportunity to thank both the members of the Steering Committee and colleagues at dk-TEKNIK - especially Leif Hoffmann, Peter Blinksbjerg and Lars Peter Johansen - for valuable contributions, comments and suggestions.

Søborg, 31 March, 1997

*Allan Astrup Jensen*

### English summary

This report updates a previous report which was published in Danish language about *dioxin emissions, levels and exposure in Denmark*. Since the previous report published in 1995 but written some years before, only a few new Danish dioxin investigations have been conducted. Therefore, there is a rather limited database as basis for this assessment of sources and exposure to dioxins in Denmark.

"Dioxins" are a short expression for polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs). Dioxines are persistent and lipophilic compounds which bioaccumulate and bioconcentrate in natural organisms and in Man. Dioxins are very toxic, both acutely and chronically. Some of the dioxins are carcinogens, immunotoxics, endrocrine disruptors or teratogens.

Dioxines are mainly formed in combustion processes. In general, the dioxin levels found are very low (ppt-level), and a very sophisticated and expensive analytical technique is necessary to apply. Therefore, often only few samples (spot tests) and few items are investigated, if any. Most of the available Danish investigations have until now been done without congener-specific analysis. In many studies there were great uncertainties.

Based on the limited data Danish dioxin emissions seem to be decreasing. The total dioxin emission to the atmosphere in 1995 from all known sources was estimated to about 50 g I-TEQ. Municipal solid waste incineration is the largest atmospheric dioxin source with an emission of 20 g I-TEQ/yr. The other main pollution sources are incineration of hospital clinical wastes/healthcare risk wastes with an air emission of 5 g I-TEQ, and a steel reclamation plant with an annual air emission of 7.5 g I-TEQ.

The main sources (2 g I-TEQ/yr) of soil pollution by dioxins are application of sewage sludge and compost to agricultural land. The average dioxin level in sewage sludge from 38 Danish plants was about 10 ng I-TEQ/kg sludge (dry weight). The origin of the dioxin in sewage sludge is likely to be content in waste water e.g. from washing textiles. Incineration of sewage sludge amounts about 36,000 tons (dry weight) annually, but is supposed to increase in future years. The emission to air is estimated to 0.6 g I-TEQ/yr.

The occurrence of dioxins in the Danish environment has not been studied, besides an older study of some few soil samples.

Human exposure to dioxins is mainly from intake of foods. Based on very few data an average daily food intake of dioxins of 171 pg I-TEQ or 2.4 pg I-TEQ/kg bw. is estimated. This is much more than the European average.

There are no studies of dioxin in human blood, adipose tissues and other tissues. Only human milk levels have been analysed in 1989 and in 1993/94. The levels were rather stable with a mean value of about 17 pg I-TEQ/g fat, which correspond to levels in the other Nordic countries but is lower than in Germany and the UK.

The assessment of dioxins in the Danish environment is very uncertain, because of lack of recent, original investigations.

### Dansk sammenfatning

Denne rapport er en opdatering på engelsk af Arbejdsrapport nr. 81 fra Miljøstyrelsen: "*Kilder til dioxinforurening og forekomst af dioxin i miljøet*", som blev udgivet i 1995, men skrevet nogle år tidligere. Siden den første rapport er der tilkommet meget få nye danske data og hovedsageligt vedrørende Stålvaseværket, brændeovne, spildevandsslam og tekstiler. Der findes meget begrænsede danske data, og en vurdering på baggrund af udenlandske undersøgelser er forbundet med betydelig usikkerhed.

"Dioxiner" er en kort betegnelse for de 210 polychlorerede dibenzo-*p*-dioxiner (PCDD) og polychlorerede dibenzofuraner (PCDF). Dioxiner er persistente og lipophile forbindelser, som bioakkumulerer og biokoncentrerer i naturlige organismer og i mennesker. Dioxiner er meget toksiske, både akut og kronisk. Nogle dioxin congenere kan fremkalde kræft, hormonforstyrrelser og fostermisdannelser.

Målingsresultater opgives oftest som dioxin-ækvivalenter relateret til den mest giftige congener: 2,3,7,8-tetrachlordibenzo-*p*-dioxin (TCDD). Der er flere systemer, hvoraf det nordiske system (N-TEQ) har været mest brugt tidligere i Danmark. I fremtiden vil man formentlig gå over til det internationale system (I-TEQ), der giver næsten identiske resultater, og gå over til målemetoder efter de nye CEN-standarder.

Den vigtigste dannelse af dioxiner sker ved forbrændingsprocesser af forskellig art. Den optimale dannelsesstemperatur er mellem 300 og 500 ° C. De dannede mængder og de observerede koncentrationer er gerne meget små (*ppt* = 10<sup>-12</sup> størrelsesorden), hvad der gør de kemiske analyser meget krævende og kostbare. Derfor er der oftest kun analyseret få stikprøver og på få steder. De fleste danske undersøgelser har indtil nu været foretaget uden congener-specifik bestemmelse og med for lille følsomhed.

På basis af de begrænsede undersøgelser synes de danske dioxin emissioner at være faldende. Den totale luftemission fra alle kendte forureningskilder vurderes til 50 gram I-TEQ, mod 100 gram I-TEQ i 1991.

Den største (industrielle) enkeltkilde er Stålvaseværket i Frederiksværk med en årlig luftemission på omkring 7,5 g I-TEQ. Her er der sket en 40% forbedring siden sidste vurdering, men en yderligere reduktion til en emission på 1 gram må være realistisk. Det opsamlede støv og flyveaske, der indeholder 25% zink og 34 g I-TEQ, eksporteres til Spanien med henblik

på udvinding af zink.

Kasserede og udtjente hvidevarer og biler ender oftest på et af de fem danske sønderdelingsanlæg ("shredder anlæg"), hvor de bliver knust, findelt og sorteret med henblik på genbrug af materialerne. Sønderdelingsanlæggene behandler årligt ca. 700.000 ton affald. Ved processen udvikles varme, og der emitteres bl.a. tungmetaller og PCB (polychlorerede biphenyler). Der findes ikke danske undersøgelser af dioxinmission fra disse anlæg, men udenlandske undersøgelser tyder på, at der også ved denne proces kan dannes dioxiner.

En nyligt opdaget forureningskilde for dioxin er cementfremstilling, som på verdensplan anses for en af de mest betydende. Dioxinmissionen per ton cement er meget lille, men da den fremstillede mængde cement er så betydelig, kan totalemission blive så stor. Baseret på amerikanske data skulle cementindustrien i Danmark forurene med 1,5 gram I-TEQ/år, mens tyske data giver en 50 gange mindre emission.

Den anvendte teknologi for produktion af el og fjernvarme i større anlæg med fossile brændsler (kul, olie, gas) og biobrændsler (træ, flis, halm) betyder, at den årlige dioxinmission til atmosfæren herfra er lille (2 g I-TEQ), men der dannes aske med en stor samlet mængde dioxin (40 g I-TEQ). Afbrænding af halm i de mindre gårdanlæg kan emitere op til 6,6 g I-TEQ/år.

Tidlige undersøgelser af brændeovne tydede på, at denne dioxinkilde var den største herhjemme med 10-50 g N-TEQ/år, men en ny og bedre gennemført undersøgelse har vist en 30-100 gange mindre luftemission på 0,3-0,4 g I-TEQ/år. Denne vurdering bygger på afbrænding af udelukkende rent træ. I praksis vil der i brændeovne formentlig også blive afbrændt visse mængder af malet træ, imprægneret træ og andet affald. Afhængigt af i hvort stort omfang dette sker, vil dioxin emissionen kunne øges fra brændeovnene. Den idag øgede anvendelse af brændeovne betyder, at landsemissionen kan anslås til 1,1 g I-TEQ/år.

Skov- og markbrande anses for en betydelig naturlig kilde til dioxindannelse. Imidlertid vil brande i bygninger og i køretøjer og lossepladsbrande, hvor der vil forekomme PVC og andre chlorholdige produkter, formentlig være langt vigtigere. De foreliggende data er utilstrækkelige til en nærmere vurdering.

Det største samlede luftforureningbidrag (20 g I-TEQ) kommer fortsat fra afbrænding af husholdningsaffald. Der synes at være sket en vis forbedring i forhold til tidligere undersøgelser, idet de gennemsnitlige emissionskoncentrationer er faldet. I Tyskland har man set et kraftigt fald i dioxinudslippet fra affaldsforbrændingsanlæg efter indførelsen af en emissionsgrænseværdi på 0,1 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>. De begrænsede emissionsværdier fra danske anlæg var i 1993 typisk ca. 20 gange højere end den tyske grænseværdi, men forventes at falde til samme størrelsesorden, senest når et kommende EU Direktiv implementeres.

Forbrændingsbetingelserne er vigtige for dioxindannelsen og nedbrydning af dioxin-"precursors", men effekten af kravet om efterbrænding af røggassen ved 850 ° C i 2 sekunder i det gældende EU-Direktiv og i den danske Bekendtgørelse kan diskuteres. Temperaturen er for lav til at nedbryde dioxiner, og de nyeste undersøgelser viser, at efterbrændingen heller ikke nytter ret meget, hvis ikke røggassen bagefter lynhurtigt nedkøles til under 250° C. Det har vist sig, at den vigtigste dioxindannelse sker ved afkølingen af røggassen fra 550-250 ° C, eller i elektrostatiske filtre. En mulighed kunne være at indføre den tyske grænseværdi og overlade til producenterne at designe anlæg, der kan overholde kravene, evt. ved etablering af kulfiltre eller DeNOx anlæg.

Det har tidligere været meget debatteret, om affaldets indhold af PVC eller andre chlorforbindelser havde betydning for dioxindannelsen. En ny svensk undersøgelse af høj kvalitet har nu bekræftet, at chlorindholdet i affaldet kan have betydning for dioxindannelsen, men kun hvis chlorindholdet i affaldet er over 1%. Der fandtes ingen forskel mellem uorganisk og organisk bundet chlor. Da PVC er den største chlorkilde i affaldet, kan PVC i nogle tilfælde bidrage til dioxindannelsen.

Der er ingen nye undersøgelser af dioxinudsendelse fra afbrænding af klinisk risikoaffald fra sygehuse. Siden 1991 er den afbrændte mængde affald halveret til omkring 6.000 ton, idet

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

en del nu afbrændes sammen med husholdningsaffald. Med anvendelse af den gamle emissionsfaktor svarer dette til en dioxin-emission til luften på 5 gram I-TEQ i 1995. Der er imidlertid foretaget forbedringer af de eksisterende anlæg, så emissionen i virkeligheden formentlig er meget lavere.

Afbrænding af farligt affald og olieaffald sker på Kommunekemi i Nyborg under konstant overvågning af Miljøstyrelsen. Stikprøveundersøgelser af bl.a. dioxinmissioner sker løbende. Luftemissionen i 1995 var så lille som 0,23 g I-TEQ eller syv gange mindre end i 1991.

En dioxinforureningskilde, der ikke har været så megen opmærksomhed om før, er krematorier, hvoraf der er 32 i Danmark. Dioxin har ikke været målt ved disse anlæg, men på baggrund af udenlandske undersøgelser kan emission anslås til 4 µ g I-TEQ per ligbrænding eller samlet på landsbasis mindre end 0,2 g I-TEQ.

I 1994 blev der produceret 170.000 ton tør slam fra danske spildevandsanlæg. Af dette blev 67% brugt som gødning på landbrugsjord, 21% forbrændt og 12% kørt på losseplads. En helt ny undersøgelse af 38 slamprøver fra spildevandsanlæg rundt om i landet viste et gennemsnit på ca. 10 ng I-TEQ/kg tør slam, dvs. lavere end i Tyskland og England. Den højeste værdi var lidt over 50 ng I-TEQ/kg tør slam, som er mindre end den tyske grænseværdi på 100 ng I-TEQ/kg tør slam. Baseret herpå er omsætningen af dioxin i spildevandsslam anslået til 1,7 g I-TEQ/år.

Dioxin i spildevandsslam stammer formentlig fra spildevandets indhold fra tøjvask. Nogle laboratorieundersøgelser tyder på, at dioxin måske kan dannes i renseanlæggene, men det er ikke afklaret. Der foreligger ingen massebalanceundersøgelse for dioxin i danske rensningsanlæg.

Den samlede mængde dioxin, som nu spredes på landsbrugsjorden med spildevandsslam er anslået til 1,1 g I-TEQ/år. Man må formode at denne mængde falder i de kommende år, fordi en større andel af slammet forventes af blive brændt. Baseret på engelske modelberegninger vil anvendelsen af slam betyde en årlig stigning i landbrugsjordens dioxin indhold (pløjelaget) med 1%. Optagelsen af dioxin i afgrøderne er i de fleste tilfælde begrænset til i rødderne og deres yderste lag. Der afbrændes omkring 36.000 ton tør slam årligt, som med den nuværende teknologi vil resultere i en dioxin emission på 0,6 g I-TEQ/år. Det er tre gange mindre end i 1991, hvor beregningerne imidlertid var baseret på et forkert tal for afbrændt mængde.

Det årlige salg af kompost i Danmark i 1995 var omkring 66.000 ton tørvægt. Der foreligger ingen danske undersøgelser af forekomst af dioxiner i dansk kompost, men baseret på udenlandske data må man formode at et typisk indhold vil være omkring 15 ng I-TEQ/kg tørvægt. Dette betyder, en tilførsel til danske jorder på omkring 1 g I-TEQ/år fra kompostanvendelse. Det er samme størrelsesorden som for spildevandsslam. Det er overraskende, at kompost måske indeholder mere dioxin end spildevandsslam.

Forbruget af motorbenzin og motordiesel i Danmark er vokset betydeligt fra 1990 til 1995. I den samme periode er tilsætning af bly og halogenforbindelser ophørt. Dette betyder, at dioxinudledningen fra køretøjer er fomindsket med en 5-faktor til 0,2 g I-TEQ/år.

Der foreligger ingen danske undersøgelser af dioxinkoncentrationen i luften i by eller land. Typiske udendørs luftkoncentrationer i Europa ligger på fra 0,01 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> i landområder til 0,1-0,4 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> i byområder. Den typiske luftdeposition i Europa kan anslået til 3-10 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/år. Da den danske landoverflade er ca. 43.000 km<sup>2</sup>, vil den totale deposition af dioxin mindst andrage omkring 120 g I-TEQ/år. Dette er mere end dobbelt så meget som den anslåede luftemission fra landbaserede kilder. Dette kunne betyde enten, at de nationale kilder er undervurderet, eller at der sker en betydelig transport af forurening til Danmark fra andre lande. Desuden vil dioxin i støv, der hvirvles op af vinden, kunne blive talt med i depositionen flere gange. Den globale deposition er anslået til at være fire gange så stor som de kendte forureningskilder.

Der findes ingen publicerede danske undersøgelser af dioxin i vandmiljøet, i dyr og i planter. Der foreligger en enkelt undersøgelse af dioxin i danske jorder udført med en idag forældet analyseteknik. Det er umuligt at vurdere de mulige konsekvenser af fx tilførsel af spildevandsslam og kompost til landbrugsjorder, såfremt man ikke kender baggrundskoncentrationerne

Udenlandske undersøgelser har vist, at mange forbrugsvarer, som er bleget med chlor, kan indeholde dioxin som urenhed. Der foreligger ingen oplysninger fra Danmark. Nogle bekæmpelsesmidler afledt af chlorphenoler (fx phenoxysyre-ukrudtsmidler) har tidligere været en vigtig forureningskilde, men disse midler må ikke mere anvendes i Danmark.

Fra udlandet vides det, at nogle tekstilprodukter kan indeholde rester af dioxin fra konservering af bomuld med pentachlorphenol. Disse rester kan i et vist omfang optages gennem huden på de personer, som har tøjet på. Tøjtøjt fjerner efterhånden disse rester fra fibrene og overfører det til spildevandet og derefter til spildevandsslammet. Afgivelsen fra tekstiler anses i udlandet for en af de vigtigste kilder til dioxin i spildevandsslam. Dette er muligvis ikke tilfældet i Danmark, idet en undersøgelse af 24 T-shirts på det danske marked viste lavere værdier end i Tyskland. Gennemsnitskoncentrationen var 0,35 ng N-TEQ/kg tekstil, som i det værste tænkelige tilfælde vil udsætte en person for 10 pg I-TEQ/dag.

Mennesker udsættes for hovedsageligt for dioxin via fødevarer. En mindre stikprøveundersøgelse af dioxin i danske fødevarer blev udført af Levnedsmiddelstyrelsen i 1988. Baseret på disse gamle tal, udenlandske tal og resultatet af en ny undersøgelse fra 1995 af danskernes kostvaner er den danske indtagelse af dioxin i kosten anslået til gennemsnitligt 171 pg I-TEQ/dag eller 2,4 pg I-TEQ/kg lgv./dag. Dette er mere end det af WHO anslåede europæiske gennemsnit på 132 pg I-TEQ/dag. Forklaringen kan være, at danskere spiser mere kød, fede fisk og mejeriprodukter, der er de mest dioxinholdige, end gennemsnittet for Europa. Hertil kommer bidrag fra afsmidning fra levnedsmiddelemballage og fra de såkaldte co-planare PCB forbindelser, som har en dioxinlignende effekt. På baggrund af erfaringer i udlandet må man forvente, at dioxinniveauerne i fødevarerne er faldet siden 1988.

Dioxinindtagelsen fra indånding af luften udendørs og indendørs er anslået til 5-10 pg I-TEQ/dag. Dertil kommer evt. rygning af cigaretter med en indtagelse på 1 pg I-TEQ/cigaret. Visse arbejdsmiljøer, fx i stålindustrien eller ved affaldsforbrændingsanlæg, kan yderligere bidrage meget betydeligt og mere end fordoble menneskers dioxinbelastning. Alt i alt er gennemsnitsdanskernes samlede dioxinindtagelse formentlig i nærheden af 200 pg I-TEQ/dag eller 2,8 pg I-TEQ/kg lgv./dag. Der er en dansk vejledende tolerabel indtagelsesgrænse (TWI) på 35 pg N-TEQ/kg lgv./uge, som svarer til 5 pg I-TEQ/kg lgv./dag. Gennemsnitsdanskere er fortsat under denne grænse, når bidraget fra co-planare PCB ikke medregnes. I Holland har sundhedsmyndighederne nyligt anbefalet en nedsættelse af den tolerable daglige indtagelse (TDI) fra 10 til 1 pg I-TEQ/kg lgv./dag. Denne grænse vil de fleste danskere overskride.

Der foreligger ingen nye danske undersøgelser af dioxin i humant blod, fedtvæv og i andre væv. Imidlertid har modermælk været undersøgt i 1989 og i 1993/94. Dioxinniveauerne forekommer ret uændrede i den periode med en gennemsnitsværdi på 17 pg I-TEQ/g mælkefedt (excl. co-planare PCB), som svarer til de niveauer, man finder i de andre nordiske lande, men er lavere end niveauerne i England og Tyskland. Disse relativt lave niveauer er i uoverensstemmelse med den relativt store dioxinindtagelse danskere har i forhold til de omgivende lande. Spædbørn, som i de første måneder ofte udelukkende ernæres med brystmælk, har en meget højere indtagelse af dioxin end de større børn og voksne.

## Introduction

### Chemistry

"Dioxins" and "furans" are used as short, collective designations for polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs). Both are tricyclic, chlorine-substituted, organic compounds. The number of chlorine substituents may range from one to eight, which means 75 possible PCDD congeners ("members of the group") and 135 possible PCDF congeners. The chemical structure formulas of two examples of congeners are shown in Figures 4.1 and 4.2:



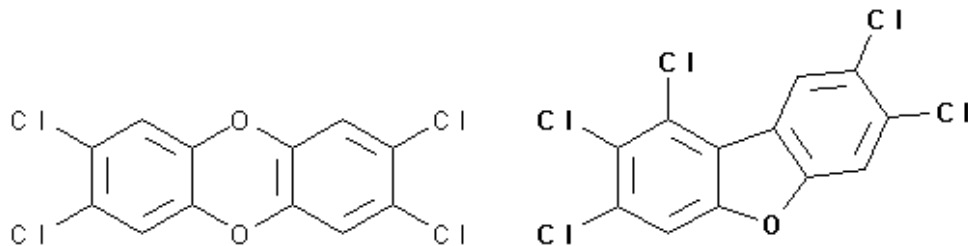


Figure 4.1: 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin Figure 4.2: 2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofuran

In practice dioxins appear as mixtures of various congeners with different concentrations. In mass spectrograms and column diagrams such mixtures are designated congener patterns or congener profiles. The congener pattern will have a character of fingerprint, and it may be used for assessing the origin of the dioxins.

Congeners with chlorine substitution in the 2,3,7,8-positions are most persistent, bioaccumulative and toxic.

The less abundant, but analogous brominated dioxins (PBDDs) and brominated furans (PBDFs) and chlorinated dibenzothiophenes (PCDTs) exist, and they have similar properties as the normal dioxins.

### **Sampling and analysis**

The congener-specific determination of ultra low (ppt) levels of dioxins in the environment require the most advanced modern chemical analytical methods available.

The sampling times for air samples have to be much longer than normal for other pollutants, and with non-contaminated sampling equipment. Solid samples are extracted by organic solvents.

The samples are spiked with isotopically labelled ( $^{13}\text{C}$ ) internal standards, before the chemical analysis with sample clean-up and determination with high-resolution gas chromatography/mass spectrometry (HRGC/MS).

This analytical procedure is time-consuming, complicated and rather expensive. Often, therefore, a few samples with unknown representativity (i.e. spot tests) are taken or more simple, non-isomer specific, screening methods are applied.

A recent international intercalibration study with participation of nine experienced laboratories measured dioxin in fly ash extracts. Results reported as ng I-TEQ/sample varied 20-23%. If sampling and extraction also had been included greater variance would be expected.

Recently, the European standardisation organisation CEN has finished a draft standard for air emission measurements of dioxins (CEN 1996). The standard consists of three parts:

- prEN 1948-1: Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs - Part 1: Sampling.
- prEN 1948-2: Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs - Part 2: Extraction and clean-up
- prEN 1948-3: Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs - Part 3: Identification and quantification.

In Part 1, three sampling methods are described, among them the filter/condenser method, which is similar to the Nordic method generally used in Denmark.

### ***Synthesis and natural formation***

The single dioxin congeners are not produced commercially, except for small amount as analytical standards. In general, dioxin congeners are synthesised either by pyrolysis of various chlorophenols and their alkali salts or by reaction of phenols with chlorobenzenes.

Dioxins are formed as by-products in chemical reactions, e.g. involving chlorophenols, and occur as contaminants in chemical products of various kind.

At the famous Seveso-accident in 1976 in northern Italy, a few kilogram 2,3,7,8-tetrachloro-p-dioxin (TCDD) were spread by a blast from a chemical factory to the surrounding areas. The dioxin was formed, when a chemical synthesis reaction involving 2,4,5-trichlorophenol went out of control, and the temperature increased above 230 ° C.

It has been postulated that dioxins may be formed naturally by heating processes such as forest fires. Investigations of samples of sediment cores, soils and vegetation have indicated occurrence for the least 150 years of small concentrations of dioxins in the environment. The levels began to increase gradually until tenfold, when the industrialisation really began.

### ***Toxicology***

Animal experiments show that most dioxins are very toxic. For example, TCDD is one of the most acute toxic substances with a peroral LD<sub>50</sub> = 0.6 µ g/kg b.w. in male Guinea pigs. Low doses of TCDD are also teratogenic and carcinogenic in animals.

Shortly after the Seveso accident, thousands of small wild animals and a great amount of livestock died. A few days later many children developed chloracne, a serious skin disease. The long-term effects of dioxin exposures from these and other accidents are not quite clear yet.

### ***Toxicity-equivalency factors***

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Since dioxins in practice occur as various different congener mixtures, the risk assessment is difficult. With purpose of aggregating the possible effects of the total congener mixture, various *toxicity-equivalency factors* (TEF) systems have been developed, which express the toxicity of dioxin congeners relative to 2,3,7,8-TCDD (TEF = 1).

By multiplication of each congener concentration with the corresponding TEF-value, the *TCDD-equivalents* (TEQs) of each congener concentration are obtained. A summation of all TEQs will result in a total TEQ content of the sample.

It is much easier to compare many results and trends, when TEQs are used. However, some information is lost on congener pattern, etc.. The scientific relevance of using TEQs to express result is greater for human exposures than for evaluations of pollution sources and emissions.

Some of the most important TEF-systems are shown in table 4.1. Nowadays the international system (I-TEF) dominates. The Nordic system (N-TEF) is still much used in Denmark. Sometimes an investigation does not specify, which TEF system is used. In those cases only TEQ is mentioned.

Table 4.1: Some major TEF systems for calculation of TEQs.

	International	Nordic	German	USA	USA
Congener	I-TEF	N-TEF	BGA-TEF	EPA-TEF	Eadon-TEF
	1989	1988	1985	1989	1982
2378-TCDF	0.1	0.1	0.1	0.1	0.33
Other TCDFs	0	0	0.01	0	0
2378-TCDD	1	1	1	1	1
Other TCDDs	0	0	0.01	0	0
12378-PeCDF	0.05	0.01	0.1	0.1	0.33
23478-PeCDF	0.5	0.5	0.1	0.1	0.33
Other PeCDFs	0	0	0.001	0	0
12378-PeCDD	0.5	0.5	0.1	0.5	1
Other PeCDDs	0	0	0.01	0	0
123478-HxCDF	0.1	0.1	0.01	0.01	0.01
123678-HxCDF	0.1	0.1	0.01	0.01	0.01
123789-HxCDF	0.1	0.1	0.01	0.01	0.01
234678-HxCDF	0.1	0.1	0.01	0.01	0.01
Other HxCDFs	0	0	0.0001	0	0

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

123478-HxCDD	0.1	0.1	0.1	0.04	0.03
123678-HxCDD	0.1	0.1	0.1	0.04	0.03
123789-HxCDD	0.1	0.1	0.1	0.04	0.03
Other HxCDDs	0	0	0.01	0	0
1234678-HpCDF	0.01	0.01	0.01	0.001	0
1234789-HpCDF	0.01	0.01	0.01	0.001	0
Other HpCDFs	0	0	0.00001	0	0
1234678-HpCDD	0.01	0.01	0.01	0.001	0
Other HpCDDs	0	0	0.001	0	0
ODCF	0.001	0.001	0	0	0
OCDD	0.001	0.001	0.001	0	0

## Industrial emissions

Denmark is dominated by light industries, and the industry is not supposed to be a large source of dioxin pollution. The Danish environment may, however, be polluted from sources in neighbouring countries, including East Europe.

According to the Danish EPA Guideline on Prevention of Air Pollution from Industries, the emission of dioxins should be reduced as much as feasible, and the emission concentration should not exceed 1 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> (Miljøstyrelsen, 1990).

### ***Chemical industry***

Production of chlorine by electrolysis with a graphite electrode may generate dioxins. The only Danish chlorine-producing factory (Dansk Sojakage fabrik) was closed down in 1991, and the graphite electrodes were exchanged years before (in 1974). A modern Nordic chlorine factory emits only trace quantities of dioxin (0.007-0.05 g TEQ/yr.) from contact between chlorine and organic materials such as rubber seals and glass reinforced plastic pipework (Norsk Hydro 1996).

*The chlorine producing industry cannot anymore be considered as an important dioxin source, and it has certainly not been a dioxin source in Denmark since 1974.*

Investigations in the late 1980s in the Netherlands have indicated the production of vinyl chloride (VCM) as a potential pollution source for formation of dioxins. At the oxychlorination process of 1,2-dichloroethane (EDC) up to 419 g TEQ/100,000 ton of EDC may be formed (Miller 1993). According to data from the main Nordic PVC producers, Norsk Hydro, the dioxin emissions have been reduced significantly in later years due to incineration of by-products in an incinerator with chlorine recovery. In two of their VCM plants, which had a total VCM production of 460,000 ton/year, the dioxin formation was 47 g TEQ/year. Of this 46 g TEQ/year was destroyed in the incinerator. The emissions were 0.05 g TEQ/year to water, 0.19 g TEQ/year to air, and 0.72 g TEQ/year to sludge (Norsk Hydro 1996).

*Since, there never has been a vinyl chloride or PVC production in Denmark, this type of industries is not a dioxin source in Denmark.*

Chlorine may be used in the production of various chemicals. *There is no information about any dioxin emissions from chlorine consuming industries in Denmark.*

### **Paper and pulp industry**

In paper- and pulp industries using chlorine or hypochlorites as bleaching agents, dioxins may be formed and emitted to the environment either with waste water or with the product. Chlorine bleached paper mass may contain from 1 to 40 µ g I-TEQ/ton dry weight. In recycled pulp levels of about 4 µ g I-TEQ/ton have been found. In recent years in many countries the industries have changed technology and stopped using chlorine as bleaching agent. That will gradually diminish this pollution source to the negligible.

*There is no traditional paper manufacturing in Denmark, and there is no information about dioxin emissions from the Danish facilities for paper recycling. The paper and pulp industry in Denmark is not considered a dioxin source.*

### **Asphalt-mixing industries**

Data from the Netherlands indicates that asphalt-mixing installations may emit dioxins to the atmosphere (Bremmer et al. 1994). Plants recycling old asphalt emits most dioxin (more chloride from road salting?). The estimated emission factor was 47 ng I-TEQ/ton asphalt.

In 1995 the Danish production of asphalt was 2,35 mio. ton (Danmarks Statistik 1997). *With application of the Dutch emission factor, the dioxin emission in Denmark will be around 0.1 g I-TEQ/yr.*

### **Steel and metal industry**

Primary metal manufacturing, for instance, the electrolytic production of magnesium and aluminium, and the refining of nickel, has been well known as source of dioxin formation and emission. From one Norwegian magnesium plant the dioxin emissions were estimated to 6 g N-TEQ/yr. to air and 500 g N-TEQ/yr. to the waste water (Oehme et al. 1989).

Plants (secondary smelters, cable burners, shredders etc.) handling metal-containing waste from consumer goods, cables or industrial residues, are potential important source of dioxin pollution. Besides metals such wastes often also contain plastics (i.e. PVC) or oils, which may contribute to the dioxin formation.

In an Austrian secondary copper smelter the dioxin emission into air was estimated to about 1 mg BGA-TEQ/ton secondary copper produced (Spindelbalker et al. 1990). The dioxin concentration in the exhaust gasses after filter was 55 ng BGA-TEQ/Nm<sup>3</sup>. *There is no copper production in Denmark.*

In a Finnish aluminium smelter the average emission concentration of dioxin was estimated to 43 ng/Nm<sup>3</sup> before filter and 3 ng/Nm<sup>3</sup> after the filter (Aittola et al. 1996). *There is no aluminium production in Denmark.*

Dioxin emissions from nine very different Swedish steel works have earlier been reported to <math><0.2-9 \mu\text{g}</math> Eadon-TEQ/ton produced steel or <math><0.03-3 \text{ g}</math> Eadon-TEQ/yr. (Öberg and Allhammar 1989). For steel, Eadon-TEQ is about half of N-TEQ.

In Germany, Jager (1993) has studied six steel producing and processing plants - including steel reclamation plants. In flue gas dust samples (removed by textile filters) from plants using *scraps*, the dioxin levels were 1.2-3.2  $\mu\text{g}$  I-TEQ/kg dust, and the congener profile differed between the samples. In flue gas dusts from a steel plant using only *virgin raw materials* the dioxin levels were <math><0.053 \mu\text{g}</math> I-TEQ/kg dust. The dioxin levels in clean gas samples ranged 0.02-0.2 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> with an average of 0.07 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>. Considering 7500 operation hours and a clean gas flux of 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/h, the emission from a single plant was calculated to 0.5 g I-TEQ/yr. There was no information about the amount of steel produced annually.

For one of the plants the consequences of varying the inputs were studied. Addition of less non-metallic scrap influenced the dioxin emissions. In flue gasses the concentration decreased from 2.7 to 0.9 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>, in clean gasses from 0.06 to 0.02 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>, and in flue dust from 6.0-4.8 ng I-TEQ/g dust.

In another experiment MWI scrap, shredder scrap and shear scrap, respectively, was added to the steel waste. The added scrap contained already dioxin and PCB:

Compound	MWI scrap	Shredder scrap	Shear scrap
PCDD/F, I-TEQ	0.1 ng/kg	0.04 ng/kg	0.7 ng/kg
PCB	23,000 ng/kg	99,900 ng/kg	174,000 ng/kg

Dioxin concentrations in the flue dust became 6.0, 4.7 and 3.5 ng I-TEQ/g dust, respectively, and in flue gas the concentrations were 2.3, 0.1 and 0.2 ng/Nm<sup>3</sup>. TCDF congeners dominated in the flue gas samples, and PeCDFs in dust samples.

There is one Danish steel reclamation plant ("Stålvalseværket"), which had an annual steel production of about 700,000 ton in 1991. The emission concentration in air from the melting furnaces was then about 20 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>, from the filter building 2.7 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>, and in filter dust 2.8 ng N-TEQ/g dust. Based on that, the total dioxin emission was estimated to about 60  $\mu\text{g}$  N-TEQ/ton produced secondary steel. Of that about 18  $\mu\text{g}$  N-TEQ/ton with flue gasses, and 42  $\mu\text{g}$  N-TEQ/ton with filter dust. The total annual emission from the plant in 1991 was calculated to 42 g N-TEQ/yr. - of which 12 g N-TEQ/yr. was to air and 30 g N-TEQ/yr. with dust.

In 1992, when a new filter-building at one of the furnaces was in service, a few samples of the emitted flue gasses from that building were analysed. The results showed a decrease of the dioxin levels to 1.01 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> (at 18.9% O<sub>2</sub>).

In 1995, 680,000 ton steel was produced from about 800,000 ton scrap. In the fall of 1995 three flue gas samples from the common smoke stack (80 m high) were analysed for dioxins (Poul Emmersen and Hans-Henrik Kjeldstrøm, personal information). The air emission concentrations were 0.2, 1.1, and 1.4 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>, respectively. The mean value of 0.9 ng

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

N-TEQ/Nm<sup>3</sup> was about *three times lower* than the mean value determined in 1991, and lower than the Danish EPA guideline limit value of 1 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> (Miljøstyrelsen 1990). The emission flows were 1.57, 1.21, and 0.27 mg N-TEQ/hr, respectively, and the operation time was 7500 hrs/yr.

*The steel reclamation plant is large, and the operation will not be homogenous. The few samples analysed for dioxins during the years may not necessarily be representative for typical operations - making estimation somewhat uncertain. Based on the newest spot test data the annual atmospheric emission can be estimated to about 1 mg I-TEQ/hr and 7.5 g I-TEQ/yr. That is a decrease from 12 g TEQ in 1991. About 12,000 ton filter dust containing about 25% zinc (and about 34 g I-TEQ/yr, if the dioxin concentration still is 2.8 ng TEQ/g dust) was exported to Spain for extraction of zinc.*

Dioxins are supposed to be generated during the shredding process, where the temperature may approach 300 °C. The amount of exhaust air produced in the shredding process depends on the actual process but may be estimated to about 500 m<sup>3</sup>/ton scrap. There is an increasing attention around shredders, and emissions of metals and PCBs have been measured at Danish shredder plants, but dioxin emissions have not been investigated.

At a car shredder in Finland the emission concentrations were determined to about 0.03 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> before a scrubber but not detectable after the scrubber (Aittola et al. 1996). In Japan, Sakai et al. (1996) found dioxin leaching from shredder waste, only if it was treated with the detergent LAS. In that study dioxin was not determined in the waste itself but the detection limit was rather high.

There are five shredder plants in Denmark, which treat about 700,000 ton of metallic waste (cars, car engines, refrigerators and other white goods, mixed scrap) containing plastic, etc. The five shredders produce approximately 600,000 ton of metal for recycling and about 74,500 ton of waste for landfills and 2,200 ton for incineration (H. Dalgaard, Miljøstyrelsen, personal information, 1997).

*Without relevant measurements it is difficult to estimate the annual emission from shredders in Denmark but the emission may be significant.*

Cable scrap burning was already identified as a possible important dioxin source in the 1991-report based on a few measurements of high dioxin concentrations in soils, upon which cable waste had been illegally burned (see also chapter 10.3). In 1995 the amount of permitted treatment of cable scrap was 13,043 ton (H. Dalgaard, Miljøstyrelsen, personal information 1997). In the Netherlands emission factors of 3-21 µ g I-TEQ/ton have been determined at cable burning (Bremmer et al. 1994). In a case with a partly stripped cable the emission factor was 100 times larger. In the US an emission factor of 12 µ g/ton scrap wire has been estimated (EPA 1994).

*There is no Danish emission data but if an air emission factor of 10 µ g/ton scrap is used, then the air emission from legal cable burning will be 130 mg I-TEQ/yr. However, the emission may be 100 times larger. In addition come the illegal cable burning.*

## **Cement industry**

In the USA, the emissions of dioxins into air from cement kilns have been much studied. The emissions from typical cement producing kilns have been estimated to 0.2 µ g PCDD+PCDF/kg of raw material, and the emissions from kilns burning hazardous waste was estimated to 2.6 µ g PCDD+PCDF/kg (Brzuzy and Hites 1996). Based on investigations of 14 cement plants using hazardous waste as auxiliary fuel and of 3 cement plants not burning hazardous waste, the emission factors have been estimated to 12.4 ng I-TEQ/kg cement and 1.6 ng I-TEQ/kg cement, respectively (US-EPA 1994). On global basis the dioxin emissions from cement kilns were estimated to consist of about 1,000 kg PCDD+PCDF/yr.

Another US investigation reports emission factors in the range of 0.77-1.02 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> (3 samples) and 0.05-0.61 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> (3 samples) for cement kilns using coal and hazardous waste, and coal as fuel, respectively (Schreiber and Evers 1994). Later investigations showed a variance in the emission factor from 0.12 ng to 0.41 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> in five days' tests with coal, liquid and solid waste as fuels (Schreiber et al. 1995). German investigations indicate an average concentration of dioxins in emissions from cement kilns at only about 0.02 ng TEQ/m<sup>3</sup> (Kuhlmann et al. 1996), which is significant lower than the US emission factors.

Assuming a combustion gas volume of 1.75 m<sup>3</sup>/kg (US-EPA 1994), the emission factors can be estimated to 0.21-0.72 ng TEQ/kg (US investigation) and 0.035 ng TEQ/kg (German average). The Danish cement production in 1995 was 2.58 mio. ton/yr. (Danmarks Statistik 1997).

*Using the foreign emission factors as representative for Danish conditions, where the cement production was 2.58 mio. ton/yr., the annual emission of dioxins from cement kilns can be estimated to 0.08-1.5 g I-TEQ.*

## Power generation and heating

### **Fossil fuels**

Dioxin emissions from burning of fossil fuels are not much studied. Earlier studies from Germany and Denmark have indicated that flue gasses emitted from pit coal fired power stations have no measurable dioxin content (< 1 pg/m<sup>3</sup>) but that fly ash may contain 60-80 ng PCDD+PCDF/g fly ash (Hagenmaier and Beising 1989; Nielsen and Blinksbjerg 1989).

In an Italian study, the dioxin concentration in the flue gas from an experimental boiler fired with coal was about 30 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup>. Addition of 40% refuse derived fuel to the coal did increase the emission concentration fifty times to about 1500 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> (Bonfanti et al. 1994). In a US study the dioxin concentrations in stack emissions from coal-fired power plants were <200 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> (Riggs et al. 1995). In the U.K. the air emission factor from coal-fired power plants was reported as 0.06-0.32 µ g I-TEQ/ton (HMIP 1995).

The annual consumption of coal in Denmark in 1995 was 255 mio. GJ or almost 10 mio. ton (Danmarks Statistik 1996). The amounts of bottom ash and fly ash were together 1.7 mio. ton in 1995, and 35,000 ton fly ash was exported (Miljøstyrelsens Affaldsstatistik 1995).

*Assuming an air emission factor of 0.2 µ g I-TEQ/ton then the annual emission in Denmark is 2 g I-TEQ/yr. Further, if it is assumed that there are produced 4 kg fly ash/ ton coal burned, then the annual amount of fly ash is about 3.5 kg PCDD+PCDF. If the conversion factor of 1.5% going from PCDD+PCDF to N-TEQ, developed for waste incineration, is applicable for coal burning, the emission will correspond to about 40 g I-TEQ/yr. with collected fly ashes.*

*Dioxin emission from burning of other fossil fuels such as natural gas, gas oils and fuel oils are not studied. Burning of such fuels at power stations are only considered to result in not measurable dioxin emissions to the atmosphere.*

### **Burning of bio-fuels**

In an older Danish investigation the emission of dioxin from burning of straw was 0.016 ng Eadon-TEQ/Nm<sup>3</sup> or 5 ng Eadon-TEQ/GJ (Nielsen and Blinksbjerg 1989). Burning a straw *bale* instead of *loose* straw increased the dioxin emission hundred times!



## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

In a newer Danish investigation the emissions of dioxins were studied in three farm straw furnaces and three district straw furnaces larger than 120 kW (Jensen and Nielsen, 1996). In 1989 the production of straw by Danish farms was about 6.6 mio. ton/yr. Of that 460,000 ton was used for heat production at 15,000 farms, and about 300,000 ton straw was burned in district heating plants. Since, burning on the fields was banned from 1990, increasing amounts is supposed to be utilised for heating purposes. Dioxins were only above the analytical detection limit in the study (group specific analysis) in one farm cutted-straw furnace, one district plant using cutted straw, and one district heating plants burning baled straw. The emission concentrations were 16 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> (at 10% O<sub>2</sub>), 0.01 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>, and 0.44 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>, and the emissions were 10 µ g N-TEQ/h, 0.03 µ g N-TEQ/h and 1.8 µ g N-TEQ/h, respectively.

PCDFs were most abundant, and the dominating congener group was TCDF. Of the PCDDs only TCDD and HxCDDs were detected. The calculations of TEQs are questionable, since the analyses were not isomer-specific, as reported. A better picture could also have been achieved, if the sampling times had been longer than 1.5-2 hrs in order to increase the detection limit. The samples were spiked with five <sup>13</sup>C- labelled congeners but the exact names were not given. The analytical recoveries were between 42 and 96%.

*The dioxin emission factor for straw burning can be estimated to 5-500 ng I-TEQ/GJ. The consumption of bio-fuels in Danish energy production in 1995 has been estimated to 6.3 mio.GJ straw to central energy production, and 6.8 mio. GJ straw to de-central energy production (Energistyrelsen 1996). Therefore the annual emission of dioxins from straw district heating and farm straw furnaces can be estimated to 0.066-6.6 g I-TEQ/yr.*

*In Germany, Salthammer et al. (1995) determined dioxins in exhaust gasses from burning pure wood and impregnated woods. In the case of burning pure wood the emission concentrations were 0.005-0.02 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> (11% O<sub>2</sub>), and the PCDF-congeners did dominate. When different types of impregnated woods (excluded were woods treated with PCP) were burned the emission concentrations increased, accordingly to expectations, to 0.02-0.7 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>.*

Seven other wood-burning plants (from 50 kW to >5 MW) in Germany were studied by Kolinda et al. (1993). The emission concentrations ranged from 0.004 to 9.82 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> with the majority of values > 0.1 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> (11-13 vol% O<sub>2</sub>). That corresponded to emission loads of 0.5 - 7.2 µ g I-TEQ/h or 1-50 mg I-TEQ/yr./plant.

In Finland, dioxin flue gas emissions from co-combustion of refuse-derived fuels with wood chips and milled peat in a 5W bubbling fluidized bed boiler equipped with an electrostatic precipitator were lower than 0.1 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>, and the dioxin levels in the fly ash were <1 ng I-TEQ/g (Vesterinen and Martti 1996).

The consumption of woods in Danish energy production in 1995 has been estimated to 5.1 mio GJ wood to central energy production, and 13.2 mio. GJ wood to de-central energy production (Energistyrelsen 1996).

*The emission factor for wood can be estimated to 200 ng I-TEQ/ton firewood and the heat production to 14.7 GJ/ton wood. The annual emission in Denmark of dioxins from central and de-central heating with wood furnaces can be estimated to 0.250 g I-TEQ/yr.*

### **Wood stoves**

The first Danish investigation from 1986-87 of dioxin emissions from two wood stoves burning different fuels was published in 1990 (Dyrnum et al. 1990; Vikelsoe et al. 1991). The samples were taken direct from the stove-pipe. The results showed flue-gas concentrations ranging from 1,000 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> for household waste briquettes to 65,000 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> for PCP-impregnated wood. Dioxin emissions from burning beech wood ranged 1-200 ng/Nm<sup>3</sup>. The assumption at all calculations was that one kg of fuel generated 8.6 Nm<sup>3</sup> flue gas (O<sub>2</sub>% not reported), and the annual amount of burned fuels in the stoves was about 222,000 ton. The annual emissions of dioxins from Danish wood stoves were

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

estimated to 3,629 g PCDDs/year and 220 g PCDFs/year or to 32 g N-TEQ/year (N-TEQ assumed as 1.5% of dioxin content). Taking into account the great uncertainty of the results from this preliminary investigation, the total emission was reported as 10-50 g N-TEQ/year. This large emission was not expected. It was explained by non-representative samples, analytical interference by wood tar, and those flue gas samples from pure wood burning, were contaminated by carry-over from previous burning of PCP-treated wood.

A follow-up investigation of four different wood stoves with improved sampling and improved analytical method was initiated in 1990, concluded in 1993 and reported in 1994 (Hansen et al. 1994; Vikelsøe et al. 1994b). In total 24 experiments were initiated. The samplings were done from a dilution channel which inlet was placed above the stove-pipe outlet. Inside the dilution channel, the emitted flue gas was diluted ten times before measurements. The burned woods were beach, birch and spruce with an average chlorine content of 60, 70 and 112 mg Cl/kg dry weight (20% water), respectively.

The dioxin concentrations in the flue gas (at 10% O<sub>2</sub>) ranged from 1.5 to 184 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> with an average of 12 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup>. There were great differences in emissions from different stove types. The lowest emission was from a prototype stove not in production. The weighted average dioxin generation was estimated to 126 ng PCDD+PCDF/kg fuel, corresponding to 1.9 ng N-TEQ/kg fuel.

*The emissions from the four stove types, expressed in toxic equivalents, were estimated to 1.8-16.3 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>, corresponding to an average of 0.18 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>. It was based on an empirical formula similar to that used for emissions from MSW incinerators. This approximation was validated for wood stove emissions, which has a similar isomer pattern in each group but different ratio between groups, by isomer-specific analysis. This was confirmed by analysis of the same samples at a Dutch laboratory (J. Vikelsøe, DMU, personal information 1997).*

Operation condition was influenced dioxin emissions. At optimal combustion conditions where the flame temperature and the flue gas temperature were higher, the dioxin emissions were also higher than at normal combustion. Emission concentrations were much higher, when burning spruce woods compared to the other woods (hardry weightoods).

The analysis was congener-group specific, and the single congeners were not determined. The dominating congener group found in the new study was TCDFs. That was in contrast to the earlier 1990-study, in which HpCDDs and OCDD dominated, as they do in burning pentachlorophenol.

The group-results were often below the detection limit, and in some cases no PCDD congeners at all were detected, probably due to the rather high detection limit of the low-resolution-mass-spectrometry applied. However, high resolution mass spectrometry gave comparable results.

Based on following assumptions:

1. Stove 1 (estimated emission 7.7 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup>) have a market share of 35% and stove 2 (estimated emission 15.9 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup>) a share of 40%, and these two types was considered representative for all stoves in use,
2. Normal operation conditions,
3. The total consumption of wood for stoves in Denmark is 214,000 ton/yr. (figure used in the previous study),
4. Woods used for wood stoves are 13% spruce and 87% beach and birch (hardry weightood),
5. One kg wood results in 8.6 Nm<sup>3</sup> flue gas as an average,
6. The N-TEQ-emission is estimated to be 1.5% of the total dioxin (PCDD+PCDF) emission
7. The emission from hardry weightood is 42% lower than from spruce,
8. One kg wood result in 126 ng PCDD+PCDF/kg (weighted average) or 1.9 ng N-TEQ/kg.

Then the total Danish annual dioxin emission from wood stoves burning pure wood was calculated to 0.33-0.40 g N-TEQ/yr. The uncertainty was reported to be 60%. The weighted average flue gas concentration from the stoves was estimated to 12 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>, corresponding to 0.18 N-TEQ/Nm<sup>3</sup>.

*In 1995, the consumption of wood for Danish houses was increased to 578,231 ton/yr. (Energistatistik 1995). With an emission factor of 1.9 ng I-TEQ/kg wood, the total emission in 1995 can be estimated to 1.1 g I-TEQ/yr.*

### **Heating of houses**

In Germany, the dioxin emissions from heating family houses (small furnaces) have been estimated to minimum 5 g BGA-TEQ/year (Wintermeyer and Rotard 1994). That estimation was based on fuel emission factors of:

122 pg BGA-TEQ/kg for anthracite coal

525 pg BGA-TEQ/kg for coke

345 pg BGA-TEQ/kg for " coal "eggs"

715 pg BGA-TEQ/kg for lignite

668 (205) pg BGA-TEQ/kg for firewood

19 pg BGA-TEQ/L fuel oils, and

51 pg BGA-TEQ/kg for natural gas

Another study estimated the annual emission of dioxin in 1994 from house heating with lignite briquettes in eastern Germany to 1.2-3.0 g BGA-TEQ/yr. (Thuss et al. 1995).

The emission of dioxins from heating of houses using gas/diesel oil, wood and straw as fuel can be estimated on basis of the German emission factors if BGA-TEQ is equal to I-TEQ.

*The consumption of gas oil in Danish houses was 1,053,864 ton in 1995 (Danmarks Statistik 1996), and the dioxin emission can be estimated to 0.02 g I-TEQ/yr.*

### **Building, landfill and vehicle fires**

Natural fires have been considered as a important dioxin source (Jensen et al. 1995), however, accidental building fires, vehicle fires and landfill fires, which often may involve PVC and other chlorinated products, may have much more significant emission factors. The relative much OCDD detected in environmental samples may have its origin in fires, including fires involving PCP-impregnated woods.

Some recent laboratory combustion experiments with a selection of important chemicals have recently been undertaken (Vikelsee and Johansen 1996b). The results showed large

differences in the formation of dioxins by the selected substances, ranging from 0.0002 ng I-TEQ/g to 740 ng I-TEQ/g.

In a German study of 200 samples taken from residues of fire accidents involving PVC-materials. In 90% of the cases, dioxins were detected in the ppb and ppt range. Dioxins were also found in air fall-out and soils 100 m away (Funcke et al. 1988). Marklund et al. (1989) also detected dioxin in snow samples collected around a wooden warehouse with storage of PVC products after a fire. A similar accident happened in Binghamton, New York, and was reported by Schechter and Kessler (1996). Merk et al. (1995) found dioxin in the fume from an open wood/PVC fire in a closed hall.

Experiments in a tunnel in Germany showed a great dioxin formation at constructed vehicle fires. An old car (fire load 6,000 MJ), a new car (9,000 MJ), a subway carriage (41,000 MJ), and a Deutsche Bundesbahn ICE train carriage (77,000 MJ) were burned. The dioxin amount generated by the fires were estimated to 0.044, 0.052, 2.6 and 10.4 mg I-TEQ, respectively (Wichmann et al. 1995).

Ruokojärvi et al. (1995) have studied the dioxin emission from municipal waste landfill fire. Air samples collected in the breathing zone five metres from the centre of the fire contained from 51-427 pg N-TEQ/m<sup>3</sup>. After a fire the dioxin concentration in the residues increased to 106-290 pg N-TEQ/g.

*No sufficient investigations exist, and a relevant Danish estimation of the dioxin emission is impossible.*

## **Dioxin from waste incineration**

Incineration of municipal household waste, hospital waste and hazardous waste has for about 20 years been considered one of the most important sources of dioxin emissions and pollution.

The origin of the dioxin emissions may be:

- Dioxin content in the incoming waste, which has not been destroyed by the combustion process, or
- formation in the incinerator plant from related precursors such as PCB, chlorinated benzenes or chlorinated phenols, or
- formation in the incinerator plant from organic matters and a chlorine donor such as sodium chloride, chlorinated solvents or polyvinyl chloride (PVC).

Most laboratory experiments have shown that the dioxin formation and destruction depend on the incineration conditions, for example temperatures, oxygen% and catalysts. At temperatures of about 300 ° C the dioxin formation is maximal, and at temperatures above 900-1000 ° C the appearing dioxins will be degraded again. The dioxin formation may occur in the combustion chamber but is more likely to occur afterwards during the cleaning and cooling of the flue gasses.

### ***Municipal solid waste***

In a German study of 400 samples of municipal solid waste (MSW) the concentrations were 0.04, 0.12, 0.20 and 0.34 µ g I-TEQ/kg dry weight for the vegetable fraction, paper and cardboard, "Feinmüll", and polymer fraction, respectively (Greiner and Stelzner, 1991). Considering these data the average dioxin content of municipal household waste was estimated to 0.10 I-TEQ/kg dry weight and 0.073 I-TEQ/kg wet weight.

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

The congener pattern showed that PCDDs did dominate over PCDFs, and the most abundant congener groups were OCDD and HpCDDs.

There are no available investigations of dioxin content in Danish waste fractions.

In an early study, fly ash obtained from a MSWI electrofilter was heated. At 300 ° C the dioxin concentration was increased, because of new formation. However, at higher temperatures the dioxin concentration decreased, because of destruction. More dioxin was formed on fly ash with high surface copper content.

Dioxin is formed from particular organic matters on fly ash by a gas-solid phase reaction with oxygen and halides, and catalysed by copper(II) chloride at about 300 ° C. Ammonia may *increase* the catalytic effect. Triethylamine and CaO may have an inhibitory effect. The dioxin formation is greater at optimal oxygen supply. Recent investigations have shown that addition of sulfur (in coal or as SO<sub>2</sub>) may *decrease* the dioxin formation (Raghunathan and Gullett 1996; Ogawa et al. 1996).

Dioxins may be formed by either burning or pyrolysis of PVC - most are formed after burning. The congener pattern from burning resembles that from building fires, and the pattern from pyrolysis resembles that from waste incineration (Christman et al. 1989).

Addition of organic chlorine and catalyst promoted the formation of particle-bound dioxins, whereas inorganic chlorine was observed to promote the formation of dioxins more effectively in the gas phase than in the particle phase (Halonen et al. 95).

Almost 99.9% of dioxins in flue gasses are deposited on particles, which are separated during flue gas cleaning (Brna and Kilgroe 1992). Measurements have shown that the flue gas and fly ash before passing an electrostatic precipitator (ESP) may be lower in dioxin levels than after, because of *de novo* formation of dioxins in the filter at 500-200 ° C (Wünch et al. 1994; Funcke et al. 1993).

Pilot studies have shown that dioxins in flue gasses may be *destroyed* by the catalysts in DeNOx filter installations. The concentration may be decreased to <0.1 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> by a 87-98% reduction in dioxin levels (Hagenmaier et al. 1990). There seemed to be no accumulation of dioxins in the filter! That is in contrary to the discussion in the previous report (Jensen et al. 1995).

A large German study of many MSWIs (Greiner and Stelzner 1991) analysed dioxin levels in different compartments. Dioxin levels ranged:

- 0.005-0.05 ng I-TEQ/g slag ash
- 0.1-0.8 ng I-TEQ/g in boiler ash
- 1-28 ng I-TEQ/g in electrofilter dust
- 0.5-6 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> in combustion chamber
- 4-39 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> in raw flue gas
- 0.2-84 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> in de-ashed flue gas
- 0.1 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> after DeNOx equipment

In a Swedish study it was concluded that the highest dioxin levels were obtained at 340 ° C and with 2.9 seconds residence time, and the lowest levels were obtain at rapid quenching of

the flue gas temperature to 260 ° C (Fängmark et al. 1994).

In a recent literature evaluation (Dam-Johansen and Jensen 1996), it was concluded that dioxin formation was related to the low temperature regions of the incinerator, and that dioxin emission from MSWIs is a complex function of the composition of the waste, the combustion technology, and condition during flue gas cooling and -cleaning. If the flue gas and particles do have a long residence time in the flue gas ducts exposed to temperatures from 500 to 200 ° C, a considerable formation of dioxins is possible. The formation happens on the surface of fly ash particles, either from precursors (e.g. chlorophenols) or by *de novo* synthesis from unburned carbon, chlorine, oxygen and CuCl<sub>2</sub> as a catalyst. The optimal temperature interval for formation is 350-250 ° C. Formation from precursor may be decreased by efficient combustion in the after-burner, while the *de novo* synthesis cannot be limited by combustion technology but instead with rapid cooling of the gasses and filter systems.

A Danish EPA project analysed in the years 1986-89 more than 200 flue gas samples collected after particulate filters at several municipal solid wastes (MSW) incinerators (Miljøstyrelsen 1989a). A positive correlation was found between the dioxin emission and the flue gas temperature and the CO-concentration, and a negative correlation was found between dioxin emission and combustion temperature. The average emission concentration was 4 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> (at 10% O<sub>2</sub>), the range 0.4-57 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>, and the average emission factor with the flue gas after filters was 1.3 mg PCDD+PCDF/ ton waste or 19.5 µ g N-TEQ/ton waste. Since the chemical analysis was not congener-specific the result was expressed in N-TEQs using a calculation model, supposing 1.5% of PCDD+PCDF was TEQ.

In another older Danish EPA study it was showed that doubling the concentration of PVC or NaCl by addition to municipal solid waste, increased the dioxin emission, and addition of limestone decreased the dioxin emission (Miljøstyrelsen 1989b). A recent Swedish study concluded that, if the chlorine content of the incinerated waste was exceeding 1%, then an increasing dioxin formation rate was observed - but not else (Wickström et al. 1996). The dioxin formation in both studies did not depend on, whether the chlorine source was organic (e.g. PVC) or inorganic (e.g. CaCl<sub>2</sub>). However, in the Danish study reported also higher dioxin emissions at chlorine contents below 1%, and there was a significant correlation between dioxin and HCl levels from 100-1000 mg/m<sup>3</sup>, corresponding to 0,1-1% chlorine in the waste. The average chlorine content in the municipal waste was estimated to 0.25% Cl.

In another Danish EPA study finished in 1993 (Vikelsee et al. 1992; Miljøstyrelsen 1996c), investigated the influence of design-dependent parameters on dioxin formation at MSWIs with ESP filters. It was found that the dioxin *flue gas* emission could be expressed by following model relation:

$$\text{Log}_e \text{Dioxin conc.} = 0.148 \times \text{O}_2\% + 0.048 \times T_{\text{flue gas}}$$

Thus, less air supply and lower flue gas temperature will both decrease dioxin emissions. In 30 analysed flue gas samples the average dioxin concentrations were 171 PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> and the range 10-1000 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> (10% O<sub>2</sub>), which corresponds to 2.5 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> and 0.15-15 ng I-TEQ/m<sup>3</sup>.

The measured dioxin concentrations in 19 fly ash samples averaged 110 ng PCDD+PCDF/g ash and ranged 7-250 ng PCDD+PCDF/g ash (correspond to 1.6 ng N-TEQ/g ash and 0.1-3.8 ng N-TEQ/g ash). It was found that the dioxin content *in fly ash* could be expressed by following model:

$$\text{Log}_e \text{Dioxin conc.} = -0.0038 \times T_{\text{boiler}} - 0.413 \times \log \text{Cu}$$

Thus, higher temperatures in the boiler and lower copper contents decrease dioxin in fly ash. There was a significant positive correlation between dioxin levels in flue gasses and dioxin levels in fly ashes.

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Additional dioxin measurements were made in September 1993 at one MSWI in Copenhagen in connection with a study of the environmental influence of addition of used impregnated woods to municipal waste (Terkildsen 1994). For municipal waste only, the dioxin levels (at 11% oxygen) were 2.5 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> in clean flue gas, 0.77 ng N-TEQ/kg in bottom ash, and 240 ng N-TEQ/kg fly ash. These dioxin contents of ashes are rather low compared to German data (see above). After addition of 10 weight% CCP (chromium-copper-phosphor) treated wood waste to the municipal waste, the dioxin levels increased to 8.1 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> in clean flue gas, 4.4 ng N-TEQ/kg in bottom slag, and 2,000 ng N-TEQ/kg in fly ash.

Twelve air emission samples from four MSWIs in Aarhus Amt, analysed in the years 1991-1996 contained 0.4-16.5 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> (at 11% O<sub>2</sub>) The lowest levels (0.4-2.4 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>) were observed in the spot tests from 1996 (Ulla Seerup and Karsten Borg Jensen, Aarhus Amt, personal information, 1996-97).

These newer results indicate that emission levels in Denmark are about 20 times higher than the dioxin limit value of 0.05-0.1 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> introduced in other EU countries such as Germany, Austria, the Netherlands and Sweden, and proposed in a revised EU Directive (Dam-Johansen and Jensen 1996; Vikelsoe J, personal information, 1996). Some Danish plants are under reconstruction, and latest at the implementation time of the proposed EU Directive, the Danish dioxin emissions are expected to decrease to the German levels.

Practical experiences from several foreign MSWIs have indicated the possibility to ensure dioxin emission concentrations  $\leq 0.1$  ng I-TEQ/m<sup>3</sup> (Pacher et al. 1993, Funcke et al. 1993; Sierhuis et al. 1996). In August 1995 a Working Group with Danish representation under the European Standard Organisation (CEN/TC264/WG1) has initiated dioxin validation measurements at a MSWI plant in Düsseldorf (with carbon filter) and a MSWI plant in Vienna (with DeNOx). This measurements showed that it is possible to clean and measure flue gas to less than 0.1 ng I-TEQ/m<sup>3</sup>. An emission concentration of 0.1 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> will correspond to an emission of about 0.6  $\mu$  g I-TEQ/ton waste (Vikelsoe J, personal information, 1996-97).

The Danish assessment of dioxin pollution from MSW incinerators in 1991 (cit. from Jensen et al. 1995) was based on 70 plants with an annual incineration of 1.756 mio. ton municipal waste/yr, which generated 500,000 ton residues (ashes) - of which 10% was estimated to be fly ashes. Based on an emission factor of 20  $\mu$  g N-TEQ/ton waste, *the total annual dioxin emission for the Danish MSWIs was estimated to 34 g N-TEQ/yr with flue gasses to the atmosphere and 250 g I-TEQ/yr. with fly ashes to residues.*

In 1995, the MSW incinerators did incinerate 2.1 mio. ton waste/yr and 175,000 ton sludge/yr Further, 555,000 ton ashes were produced, including 63,000 ton fly ash (Miljøstyrelsen, 1996).

Measurements from 1993 indicate that the average dioxin emission concentration has decreased from 4 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> to about 2 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> (11% O<sub>2</sub>) That should give an air emission factor of about 10  $\mu$  g I-TEQ/ton waste. Dioxin levels in ashes were in one study about 0.24 ng I-TEQ/g fly ash and 0.8 pg I-TEQ/g bottom ashes, and in another more trustful study it was 1.6 ng I-TEQ/g fly ash.

*The new figures correspond to an air emission of 20 g I-TEQ/yr and an emission to ashes/residues of 100 g I-TEQ/yr.*

In order to reduce the dioxin emissions, an EU Directive on waste incineration (EEC/89/369), and the corresponding Danish Executive Order, requires a residence time of the flue gasses of  $\geq 2$  seconds, at a temperature of  $\geq 850$  ° C and combustion at  $\geq 6\%$  oxygen.

According to the report by Dam-Johansen and Jensen (1996) the EU requirement is not based on present scientific knowledge. The temperature should be about 1200 ° C to effectively destroy dioxins, and other factors are much more important for the dioxin emissions. For instance, since the major dioxin formation happens in the flue gas at 500- 250 ° C, instantly cooling of the flue gasses to below 250 ° C is essential.



### ***Incineration of clinical hospital waste***

Clinical hospital waste (healthcare risk waste) may, besides the biological tissues, consist of relatively many non-reusable paper- and plastic articles, including PVC-articles. Early studies have indicated average dioxin emission concentrations of 15-50 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> from hospital incineration plants. In an American assessment of dioxin emissions, the emission factor for medical waste incineration was estimated to 0.07 and 1.4 mg I-TEQ/ton waste for incineration plants, without and with flue gas cleaning equipment, respectively (US-EPA, 1994). Results from a Dutch investigation show relative high emission factors (valid for 1991), that is 3 mg I-TEQ/ton for medium size installations (10-500 ton/yr.) and 5 mg I-TEQ/ton for small installations (< 2.5 ton/yr.) (Bremmer et al. 1994). Whereas a UK investigation shows much lower emission factors that is 0.12-0.48 mg I-TEQ/ton for older plants and 0.02-0.2 mg I-TEQ/ton waste for newer plants (ERM, 1995).

In a small Danish EPA investigation from 1988 of two typical hospital waste incinerators, the dioxin concentration in flue gasses after filters was about 3 µg PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> (at 10% O<sub>2</sub>) or 48 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> (Miljøstyrelsen 1989a). *That corresponded to average emissions of 53 mg PCDD+PCDF/ton waste, which was calculated to an emission factor of 0.8 mg N-TEQ/ton waste.* That emission factor is five times smaller than estimated in the Netherlands but larger than estimations in the U.K. In the previous report the emission was estimated to 14 g N-TEQ/yr. based on incineration of 16,782 ton waste.

During the recent years the definition, collection, handling and regulation of healthcare risk waste have changed, and now the general hospital waste is transported to and handled at the MSWIs. A guideline has recently been published by the Danish EPA. There are no newer Danish investigations of dioxin emission from incineration of healthcare risk waste.

*Considering the old emission factor of 0.8 mg N-TEQ/ton waste and an annual incineration of 6,226 ton of hospital/clinical waste in 1995 (Miljøstyrelsens Affaldsstatistik 1995), the annual emission into air can be estimated to 5.0 g N-TEQ/yr. This conclusion may be outdated and premature, because of not yet published improvements of incineration plants for healthcare risk waste.*

### ***Incineration of hazardous waste, including waste oil***

Hazardous waste in Denmark is collected and transported to the only hazardous waste incinerator plant "Kommunekemi" for destruction. Spot tests of dioxin levels in the air emission from the plant are regularly been undertaken.

Three samples of collected filter dusts from that plant have been analysed in 1989. The samples contained 22, 46 and 56 ng PCDD+PCDF/g dust, respectively. The sample with the *lowest level* was analysed congener-specific to 0.37 ng N-TEQ/g or 0.43 ng I-TEQ/g.

Further, two flue gas samples and two filter residue samples were investigated in 1994. The same samples were analysed by two laboratories (25-40% difference in results for the flue gas samples). Calculated to 10% O<sub>2</sub>, the average flue gas concentrations were 0.13 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> and 0.32 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup> (Kjærsgaard 1994). In the filter residues, the levels were 0.06 ng N-TEQ/g and 0.13 ng N-TEQ/g.

Earlier measurements at hazardous waste incinerator plants in other countries have shown much higher dioxin emissions with flue gasses (3-11 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>). However, recent German results from a plant in Hessen reported emission concentrations of 0.2-0.3 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>, which are more in line with the Danish experience (Wienecke et al. 1995).



In 1994 the total known amount of waste oils and hazardous wastes in Denmark was about 125,000 ton. In 1994 and 1995, respectively, about 74,000 ton and 76,000 ton hazardous wastes were treated at Kommunekemi of which 2% of the waste contained chlorine compounds (Danmarks Statistik 1995, 1996). The total amount of waste oils and hazardous waste treated by incineration including support fuel can be estimated to about 115,000 ton.

*The generation of flue gasses has been estimated to 10 Nm<sup>3</sup>/kg waste, and the air emission has been estimated to 2 µ g I-TEQ/ton hazardous waste, or about 230 mg I-TEQ/yr. The amount of filter dust from the two main incinerators (III + IV) in 1995 was 7,900 ton (Kommunekemi 1996). Considering that the total dust amounts may be estimated to about 10.000 ton/yr. That will correspond to an emission to landfill of about 1 g I-TEQ/yr.*

Waste oils are handled either at the hazardous waste incinerator, or at incinerators with an effect of at least 1 MW used for district heating. However, illegally incineration of waste oil, at plant with an effect below 1 MW, might happen. The known amount of waste oils in Denmark was about 75,000 ton/yr. in 1985. In 1995 it was much lower, since Kommunekemi incinerated about 16,000 ton waste oils/yr., and about 19,000 ton/yr. was incinerated at various district heating plants (Danmarks Statistik 1996).

A preliminary Danish investigation of three samples from combustion of waste oils from diesel vehicles in a small furnace reported that dioxin emissions were mainly PCDFs. The emission concentrations were 235, 307, 3210 pg/Nm<sup>3</sup> or 11.0, 13.4, 159 pg Eadon-TEQ/Nm<sup>3</sup>, respectively (Blinksbjerg and Nielsen 1988). That rather old study showed variable results, which corresponded to a surprisingly low emission. It is doubtful, if this study can be used to estimate emission factors for waste oils in general, including from gasoline cars and electrical equipment. A Dutch investigation has measured the dioxin emission from plants incinerating different kinds of waste oils (Bremmer et al. 1994). The emission factors as a function of the chlorine contents are shown in table 7.1.

Table 7.1: Emission factors for plants incinerating waste oil (Bremmer et al. 1994).

Fuel	Total chlorine content g Cl/ton	Emission factor µ g I-TEQ/ton
Unprocessed spent oil	~ 35	2
Solvents and oil	~ 340	4.8
Processed spent oil	~ 240	6.0

*As an approximation the emission factors for hazardous waste of 2 µ g I-TEQ/ton waste oil should be used. This emission factor agrees with the Dutch factor for unprocessed spent oil. That gives an annual air emission from district heating plants of 0.038 g TEQ-I/yr. from burning of 19,000 ton waste/yr.*

### **Emission from crematoria**

There are two types of crematory furnaces. In the "warm" types the start temperature is 800 °C or higher, and the wood coffin with the body is burned for 1-1.5 hours. In the "cold"

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

furnace type the start temperature is 300 °C and the temperature is increased to more than 800 °C for 2-2.5 hours. The flue gas may be cooled or incinerated by an afterburner. If the flue gasses are cooled, it is possible to install a fabric filter for cleaning of the flue gasses.

In Denmark there are 32 crematoria, mainly of the "warm" furnace type. The average production is 5 bodies per day (range 4-7) five days a week. In the last years there has been great interest about emissions from Danish crematoria but it has mainly been concerning emission of dust, heavy metals and noise. No investigations of dioxins have been included. About half of the crematoria are in the process of modernising the furnaces to reduce general air emissions. There is no flue gas cleaning, and the support fuel for the furnaces is mainly natural gas but may be gas oil or heated by electricity.

In the 1992-report no investigations of dioxin emissions from crematoria were mentioned, and the same emission factors as for straw and wood was expected in Danish crematoria. Eventual decorations of the coffin may change that.

In Germany, an emission concentration from crematoria of 8 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> flue gas has been estimated (Hutzinger and Fiedler, 1993). It was based on a study from Berlin, where an average of 3,500 m<sup>3</sup> of flue gas and 28 µ g I-TEQ was emitted per body (Jager et al. 1992).

There are 43 crematoria in the Netherlands (five with fabric filters), and in 1991 about 60,000 bodies were cremated. Two crematoria were studied with 850/650 processes and 2,125/1,000 operating hours annually. The dioxin emissions were 1.6/3.3 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> (11% O<sub>2</sub>), and the annually emissions from the crematoria were 0.002/0.003 g I-TEQ (Bremmer et al. 1994). The dioxin emission per body was estimated to 4 µ g I-TEQ (or <1 µ g I-TEQ, if fabric filter was installed), the remaining in the residue < 0.02 g I-TEQ, and the total emission in the Netherlands to 0.2 g I-TEQ.

In Hamburg is two crematoria that operate 16,000 processes. Cleaning of flue gasses means that the emission is estimated to 0.1-0.5 ng I-TEQ/m<sup>3</sup>. Since the flue gas volume is 2,600 m<sup>3</sup>/body a total annual emission of 4-21 mg I-TEQ is estimated (Hutzinger et al. 1995).

A recent investigation was done in Japan (Eguchi et al. 1996). 98% of all funerals in Japan are cremation, and there is about 2000 Japanese crematoria. The number is believed to be increasing. As in Denmark, many crematoria are located in densely populated areas. A five years old crematorium with 3 chambers was studied. It used kerosene as fuel, and it did cremate about 700 bodies annually. The weight of the wood coffins was estimated to 20 kg and the bodies to 60 kg each. The measured dioxin concentrations in flue gasses ranged between 0.41 to 2.56 ng TEQ/m<sup>3</sup> with 12% O<sub>2</sub> (0.46 to 2.84 ng TEQ/m<sup>3</sup> at 11% O<sub>2</sub>). The most abundant congener groups were OCDD, HpCDD, OCDF and HxCDF. On TEQ-basis PCDFs did dominate over PCDDs.

*In Denmark about 70% of all funerals are cremation, and annually the 32 crematoria do process about 42,000 deceased. By using the Dutch estimate of emission of 4 µ g I-TEQ/body, the annual emission will be 0.16 g I-TEQ.*

## Dioxins and sewage sludge

### ***Dioxin levels***

Sewage sludge may function as an important sink for dioxins. That was for the first time in 1986 published by Hagenmaier and co-workers. They analysed 15 sewage sludge samples from different sewage plants in South West Germany and found levels from 4 to 65 µ g PCDD/kg and 1-7 µ g PCDF/kg sludge (dry weight). The higher chlorinated congeners dominated and >70% was OCDD. Unfortunately, the analytical method applied did not identify all the single congeners, and TEQ was not calculated.

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Two larger studies of dioxins in sewage sludge from West Germany were published in 1991 by Gühr and co-workers and by Roemer and Zwisele, respectively, who analysed 172 sludge samples collected in 1989. The dioxin levels determined were lower with the average around 20 µg PCDD+PCDF/kg dry weight, corresponding to 60 ng I-TEQ/kg dry weight.

Rappe et al. (1989) analysed two samples of sewage sludge from Sweden. The levels were 18 and 23 ng I-TEQ/kg dry weight, respectively, and therefore, if the samples were representative, three times lower than the German levels. Also in these samples the dominating congeners were OCDD (80%) and HpCDD (15%). There were only traces of 2,3,7,8-TCDD.

In the City of Nuremberg, Germany, about ten samples of sludge averaged 45 ng I-TEQ/kg dry weight in 1991 and 33 ng I-TEQ/kg dry weight in 1992 (Balzer and Pluschke 1994).

In the UK, a 1993-survey reported average concentration of dioxins in 16 sludge samples ranging 23-53 ng I-TEQ/kg dry weight. with a maximum value of 192 ng I-TEQ/kg dry weight and lowest value in rural areas (cit. from Jackson and Eduljee, 1995).

More recent Sewart et al. (1995) studied twelve digested sewage sludge's from as many rural and urban waste water-treatment plants in United Kingdom. The I-TEQ values ranged from 19-206 ng/kg dry weight. with an average of 72 ng/kg dry weight. Around 80% of the dioxin mass consisted of OCDD. That congener pattern was similar to previous investigations, which indicates pentachlorophenol as an important source. They also investigated seven archived samples from 1942 to 1960, in which dioxin levels ranged from 18-402 ng I-TEQ/kg dry weight. The lowest levels were in samples from the 1940s, and the highest was in 1956.

During 1995 in the state of Mississippi, USA, sludge samples from 17 public sewage plants were investigated (Rappe et al. 1996). Congeners with less than 6 chlorine atoms were not detected. Levels ranged between 2.26 and 1270 ng I-TEQ/kg dry weight

A recent Danish investigation (Grüttner et al. 1996) of a single sludge sample from each of three waste water plants reported dioxin levels of 2,7-4,3 µg PCDD+PCDF/kg dry weight or 10-34 ng N-TEQ/kg dry weight (average 20 ng N-TEQ/kg). In these samples N-TEQs and I-TEQs are rather similar. The level in the sample with the highest level corresponded to 36 ng I-TEQ/kg. The study showed a dioxin congener pattern closely related to pentachlorophenol contamination. The sample from the plant close to the capital and industries (Avedøre) had the highest dioxin levels, mainly because of high levels of PeCDFs (see Table 8.1).

In a later study, 35 more municipal sewage sludge samples were analysed. The dioxin levels ranged 0.7-54.7 ng N-TEQ/kg dry weight, and the average dioxin level of all 38 samples was 9.5 ng N-TEQ/kg dry weight sludge (Vikelsøe J, personal information, 1996).

In 1994 the production of municipal sewage sludge (industrial sewage sludge not included) in Denmark was about 925,000 ton wet weight or 170,000 ton dry weight. Of the sludge 67% was applied to agricultural soils, 21% was incinerated and 12% was disposed on land (Miljøstyrelsen, Note of 18 October 1995). Some countries, for example UK, may also dispose sewage sludge by dumping at sea. That will be banned in the EU from 1998.

Raw sewage sludge contains as an average of 18% dry matters, but often a content of 22% dry matters is used in calculations (J Vikelsøe, personal information, 1996).

*The average dioxin level (10 ng I-TEQ/kg dry weight) in Danish sewage sludge samples is lower than found in similar samples from Germany and United Kingdom but it is in the same order of magnitude as in sewage sludge from Sweden. The total dioxin content in Danish produced municipal sewage sludge will be about 1.7 g I-TEQ.*

Table 8.1: Concentrations (ng/kg dry weight) of dioxins in municipal sewage sludges from three sewage treatment plants in Denmark (Grüttner et al. 1996)

Congener	Analytical detection limits	I-TEF values	Marselisborg		Avedøre		Skævinge	
			ng/kg dry weight	ng I-TEQ/kg dry weight	ng/kg dry weight	ng I-TEQ/kg dry weight	ng/kg dry weight	ng I-TEQ/kg dry weight
<b>2378-TCDF</b>	0.7	0.1	2.3	0.23	20.0	2.0	3.9	0.39
<b>2378-TCDD</b>	2.6	1	0	0	0	0	(1.9)	1.9
<b>12378-PeCDF</b>	7.6	0.05	0	0	56.6	2.83	24.5	1.225
<b>23478-PeCDF</b>	7.6	0.5	0	0	35.2	17.6	0	0
<b>12378-PeCDD</b>	6.3	0.5	0	0	0	0	0	0
<b>123478-HxCDF</b>	7.9	0.1	(3.4)	0.34	0	0	7.9	0.79
<b>123678-HxCDF</b>	7.9	0.1	(1.9)	0.19	0	0	(6.5)	0.65
<b>123789-HxCDF</b>	7.9	0.1	(4.7)	0.47	0	0	0	0
<b>234678-HxCDF</b>	7.9	0.1	(5.2)	0.52	0	0	0	0
<b>123478-HxCDD</b>	2.0	0.1	0	0	0	0	0	0
<b>123678-HxCDD</b>	2.0	0.1	8.2	0.82	10.9	1.09	5.4	0.54
<b>123789-HxCDD</b>	0.2	0.1	4.4	0.44	15.5	1.55	8.2	0.82
<b>1234678-HpCDF</b>	0.2	0.01	39.3	0.393	66.3	0.663	62.8	0.628
<b>1234789-HpCDF</b>	0.2	0.01	1.9	0.019	19.1	0.191	3.6	0.036
<b>1234678-HpCDD</b>	0.2	0.01	480.1	4.801	704.7	7.047	498.8	4.988
<b>ODCF</b>	0.1	0.001	89.2	0.0892	184	0.184	155.8	0.1558
<b>OCDD</b>	0.1	0.001	2094.4	2.0944	3074.4	3.0744	3547.8	3.5478
<b>Total</b>			<b>2735</b>	<b>10.4</b>	<b>4187</b>	<b>36.2</b>	<b>4327</b>	<b>15.7</b>

### Origin of dioxin in sewage sludge

The origin of dioxins in municipal sewage sludge must either be from the content in the incoming waste water or from formation in the waste water plant during the processing. Gühr et al. (1991) estimated that sewage sludge in 1989 contributed to an annual dioxin emission in Germany of about 50 kg PCDD/F. They identified some pollution sources, which could account for 60% of that emission. The largest contribution was from atmospheric deposition (32%) followed by textile washing (13%), formation in the sludge (5%) and diffuse use of

Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark  
pentachlorophenol (PCP, 4%).

Horstmann et al. (1992) showed that atmospheric fallout and surface runoff were not important sources of dioxins in sewage sludge in Bayreuth, Germany, however, household waste water *was*. It had the same dioxin pattern with OCDD as domination congener and small amount of HpCDD.

Öberg et al. (1992) have reported the *de novo* formation of PCDDs in municipal sewage sludge spiked with <sup>13</sup>C-labelled pentachlorophenol in vitro. Formation of dioxins in sludge at semi-anaerobic conditions was confirmed by Schramm et al. (1996), but no dioxin was formed at strictly anaerobic conditions.

However, another recent study by Disse et al. (1995) showed that dioxins were *not* microbiologically formed from various chlorophenol- and chlorobenzene precursors in the sewage sludge. In contrary they showed that aerobic digestion may *reduce* the dioxin concentration in sludge with up to 40%.

During the thermal stabilisation, de-watering and drying of sludge, dioxins may also be formed, since the sludge is heated to about 200 °C. Balzer and Pluschke (1994) reported a mean dioxin enrichment factor of 3.2 for the outgoing, treated sludge.

*The data on the fate of dioxins in sewage plants is conflicting but, in general, it is not likely that the sludge processing is important for dioxin formation.*

Many studies show that it is likely that the dioxin content in the incoming waste water is the most important factor for the final content in sewage sludge. For instance, Rappe et al. (1989) detected 1.6 pg I-TEQ/L in the raw incoming waste water and only 0.06 pg I-TEQ/L in purified outgoing waste water.

Rieger and Balschmiter (1992) concluded that the major input of dioxins to the sewage system of the City of Ulm, Germany, was caused by two specific point sources located in certain areas of the city, where the dioxins were formed by thermal processes.

Horsemann and McLachlan (1994b; 1995b) concluded that PCDD/F from washing of cloths is a major source of the PCDD/F in domestic waste water and that sewage sludge is the primary sink. That is in contradiction with Danish findings (see section 11.4). Also Rappe and Andersson (1992a) measured dioxins in waste water from dish washers and washing machines and found no influence of chlorinated detergents on the dioxin levels.

Another source to dioxin in the waste water may be human faeces that contain about 3.9 pg I-TEQ/g dry weight stool, and the stool excretion is about 100 g dry weight/person. The daily excretion of the dominating congeners OCDD and 1234678-HpCDD were about 12 ng in total (Rappe and Andersson 1992b),

A mass balance study of dioxins at a sewage plant in Sweden showed an annual input of 320 mg I-TEQ. The output with sludge, purified waste water and air were shown to 410 mg, 12 mg, and 0.05 mg I-TEQ, respectively (Näf et al. 1990). The higher output than input could be explained as dioxin formation in the plant. However, the contamination of the waste water sludge may fluctuate independently. Furthermore, sampling and analytical method imply great uncertainties, which can explain the difference.

*There are no mass-balance investigations of sewage plants available from Denmark. However, a small study is in progress.* The first results of four waste water samples showed dioxin levels of 0.4-1.4 µg N-TEQ/L (J. Vikelsoe, DMU, personal information, 1997).

### ***Application of sewage sludge to agricultural land***

In the UK, typical sludge application rates are 8,5 ton (dry weight)/hectar. Based on that application rate, a plough depth of 15 cm, and a soil bulk density of 1 g/cm<sup>3</sup>, Sewart et al. (1995) calculated that the dilution factor in the soil would be a factor of 180, and that the application would increase the soil dioxin concentration with 0.1-0.27 ng I-TEQ/kg or with around 2-6% a year.

In Denmark the total annual production of municipal sewage sludge was 170,000 ton dry weight in 1994. Of that 114,000 ton dry weight (67 %) are supplied to agricultural soil and forests, etc. The annual emission to soil can be estimated to 1.1 g I-TEQ, which will result in rise of soil dioxin levels with about 1%/yr.

See Chapter 11.4.

A recent study suggests that PCBs - but not dioxins - may leave sludge-amended soils by volatilisation within 30 days (Cousins et al. 1996).

Jackson and Eduljee (1994) have developed a detailed model to describe the transfer of dioxins from sludge-amended soils to the human food chain in the UK. Assuming a half-life of ten years of dioxins in soils the maximum estimated incremental daily intake predicted by the model, following *ten* applications of sludge to agricultural land, was 0.80 pg I-TEQ/kg/day. For an individual, whose diet is derived solely from sludge-amended soils, the total exposure is predicted to be approximately 181 pg I-TEQ/day or 2,6 pg I-TEQ/kg/day. In another but similar model investigation from the U.K. the estimated intake of dioxins was higher with 302 pg/day (Wild et al. 1994).

In 1992 the German Federal Government has introduced a limit value for PCDD/F of 100 ng I-TEQ/kg dry weight of sewage sludge-amended to agricultural soils. This value is based on a sludge application rate of 5 ton of sludge (dry weight) per ha over a period of three years.

The Wisconsin Department of Natural Resources has derived a wildlife dioxin criteria for surface spreading of paper industry sludge: The mass of 2,3,7,8-TCDD + 0.0013 × 2,3,7,8-TCDF should not exceed 1.3 mg/ha. The maximum spreading rate, based on that figure, was calculated to 62 ton sludge per ha (Thiel et al. 1995).

### ***Incineration of sewage sludge***

Incineration of sewage sludge is going to be more important, because of decreasing use of sludge in agricultural practice. At the incineration, dioxin in sludge may be destroyed, and new dioxin may be formed. The amount of emitted dioxin from incineration of sewage sludge will largely depend of the combustion conditions and the incinerator technology.

In the previous report (Jensen et al. 1995) it was stated that foreign studies of sewage sludge incineration indicate flue gas levels of about 1 ng dioxin/Nm<sup>3</sup> (?% O<sub>2</sub>). A flue gas generation of 5 Nm<sup>3</sup>/ton incinerated sludge correspond then to an emission factor of 5 ng dioxin/kg sludge.

Four flue gas samples (at 12% O<sub>2</sub>) from a sludge incineration plant in Copenhagen ("Lynetten") contained dioxin concentrations of about 15 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> or 0.39 ng

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

N-TEQ/Nm<sup>3</sup>. The emission was estimated to 480 µ g PCDD+PCDF/h or 13 µ g N-TEQ/h (Blinksberg and Falster, 1989). Furthermore, the dioxin emission with flue gas washing water was calculated to 0.28 ng N-TEQ/L (34 µ g N-TEQ/h) and with bottom ash to 6.3 ng N-TEQ/kg (10 µ g N-TEQ/h). For sludge N-TEQ is almost equal to I-TEQ.

The identified dioxin congeners in the flue gas and washing water were mainly tetra- and penta-CDDs and -CDFs. The higher chlorinated congeners were only present in bottom ash.

The plant incinerated 10.7 ton sludge with 30% dry matters per hr. That correspond to emission factors of 1.2 ng N-TEQ/kg incinerated sludge to air, 0.9 ng I-TEQ/kg sludge to bottom ash and 3.3 ng I-TEQ/kg sludge with washing water, which is lead to the sewage plant. In a Dutch investigation the emission factors for dioxin to air for incineration of sewage sludge and industrial sludge has been calculated to 5 and 4 µ g I-TEQ/ton sludge (dry weight), respectively (Bremmer et al. 1994), whereas an UK investigation show higher emissions than both the Danish and Dutch investigation i.e. 9 and 77 µ g I-TEQ/ton for incineration of sewage sludge in new plants (post 1985) and old plants, respectively (ERM, 1995).

*Based on a production of 170,000 ton (dry weight) municipal sewage sludge in Denmark in 1994 and incineration of 36,000 ton dry weight of that, the annual emission to air, water and land can be estimated to 0.13 g I-TEQ, 0.36 g I-TEQ and 0.097 g I-TEQ, respectively - or in total 0.59 g I-TEQ/yr.*

In the last report the annual emission in 1991 was estimated to 1.5 g I-TEQ, based on incineration of 250,000 tons wet sludge.

A new Executive Order on Waste Incineration (see Chapter 7.1), decided by the Danish Ministry of Energy and Environment, will also cover sewage sludge incineration.

## Dioxins and composting

One of the first investigation of dioxins in green waste and compost was from the United Kingdom. Dioxin in three samples of fresh waste from British gardens and parks ranged 7.7-10 ng I-TEQ/kg (wet weight) and averaged 8.9 ng/kg waste (Harrad et al. 1991). In the finished compost, the levels were higher and ranged from 16-41 ng I-TEQ/kg with an average of 31 ng/kg. The congener pattern was similar to in pentachlorophenol (dominating congeners: 124689-HxCDF and 1234689-HpCDF).

In Germany the average dioxin values of household waste, garden compost and biocompost have been reported to be about 38 ng I-TEQ/kg dry weight, 11 ng I-TEQ/kg dry weight and 14 ng I-TEQ/kg dry weight, respectively. The origin was almost solely deposition of dust from the air (Krauss et al. 1994; Fricke et al. 1996).

During the composting of household waste in the laboratory, the concentrations of I-TEQs, HpCDDs (mainly 1234678-HpCDD) and OCDD increased with 25-50% (Krauss et al. 1994). The lower chlorinated congeners - and especially the polychlorinated dibenzofurans - seem to be more easily degradable (Fricke et al. 1996).

Other investigations found also such an increase in dioxin levels after composting for garden compost - but no increase for household waste (Öberg et al. 1994). It has been proposed that the increased levels of high-chlorinated dioxins during composting could be caused by *de novo* formation from chlorophenol precursors (shown in the laboratory) or formation from lower chlorinated congeners. However, it is still not clear, if all those results are real or caused by uncertainty in sampling and analysis.

Use of biological waste for composting purposes has increasing importance. In Denmark in 1994 there was 139 registered composting works (Domela et al. 1996). The total amount of waste composted in 1994 was 501,377 tons, of which 76% was garden- and park wastes. The annual sale of compost in 1995 has been estimated to about 100,000 ton wet weight (Miljøstyrelsen 1996) i.e. about 66,000 ton dry weight.



*There are no investigations of dioxins in Danish municipal or garden compost. Considering the investigations from other countries, a level of around 10 ng I-TEQ/kg in waste for composting would be expected, and 15 ng I-TEQ/kg dry weight in finished compost (dry weight), then the annual dioxin load to the Danish soil will be 15-75  $\mu$ g I-TEQ/ha or 1.5 -7.5 ng I-TEQ/m<sup>2</sup> or about 1-5 g I-TEQ/yr.*

In Baden-Württemberg, Germany, a limit value of 17 ng I-TEQ/kg dry weight for compost derived from biowaste and garden waste has been established in 1994. That value was based on a content of 30% dry matter and a typical annual application of 10 ton compost(dry weight)/ha (Fricke et al. 1996).

## **Dioxin from the traffic**

Leaded gasoline contains halogenated lead scavengers such as 1,2-dichloroethane or 1,2-dibromoethane. During the combustion of the hydrocarbons in the gasoline the scavengers may deliver halogens to the formation of chlorinated, brominated and mixed halogenated dibenzo-*p*-dioxins and halogenated dibenzofurans.

The dioxin levels in the exhaust gases from a car engine using leaded gasoline may be 300 times higher than in the exhaust gasses from a motor car driving on unleaded gasoline or diesel gasoline. In the exhaust gasses from cars with catalytic devices, dioxins have not been detectable. For leaded gasoline cars the emission of chlorinated dioxins has been estimated to about 6 pg I-TEQ/km and including brominated compounds to about 70 pg I-TEQ/km.

In the previous report, the amount of personal car traffic in Denmark was estimated to about 31,000 million km/yr., and the total annual dioxin emission from traffic was estimated to around 50 g PXDD+PXDF/yr. or less than 1 g I-TEQ/yr.

In 1990 the Danish consumption of auto gasoline was 1.5 million ton. In 1995 the Danish consumption of auto diesel and gasoline, respectively, had increased to 2 and 2.5 million ton. Leaded gasoline has been phased-out since March 1994.

*Since, leaded gasoline is out the present emission from motor vehicles will be much lower, although the fuel consumption's have almost doubled. The dioxin emission can be estimated to less than 0.2 g I-TEQ/yr.*

## **Dioxin in the environment**

### ***Dioxins in the atmosphere***

All PCDD and PCDF congeners have relatively low volatility and a minimal vapour pressure at normal temperatures. In outdoor air, levels of dioxins will be extremely low, and in polluted areas and at lower temperatures dioxins will mostly be attached to particles and aerosols (< 2.5  $\mu$  m).

The less chlorinated congeners are found to a greater extent in the gas phase than the higher chlorinated (Kao and Venkataraman 1995). At the low background air levels most TCDD is in the vapour phase. The vapour to particle ratio of the individual congeners may range from 0.01 to 30 (Eitzer and Hites 1989). Dioxins are rather stable in the atmosphere, and photolysis may be the most important degradation process.

The majority of dioxins are deposited on environmental surfaces by wet or dry deposition from the atmosphere. For particles, dry deposition dominates over wet deposition by a factor of 5 to 6. Because of photodegradation losses are estimated to exceed the deposition rate of the gas-phase dioxins, total deposition to the surface is dominated by the particulate-bound compounds (Eitzer and Hites 1989).



The annual deposition rate to soils from air fallout in the UK has been estimated to 192 ng PCDD+PCDF/m<sup>2</sup>/yr. (Kjeller et al. 1991), and in the Netherlands to 10 ng I-TEQ/m<sup>2</sup>/yr. (Liem et al. 1991). In rural and urban areas of Germany the daily deposition rate from air to soil of dioxins has been reported as 2 and 30 pg TEQ/m<sup>2</sup>/day, respectively (Fricke 1995). The average annual deposition rate in Hamburg and other German areas was recently estimated to 3.8 ng I-TEQ/m<sup>2</sup>/yr. (Hutzinger et al. 1995).

The global deposition from the atmosphere has recently been estimated to be 12,500 ± 2,000 kg PCDD+PCDF/yr. (Brzuzy and Hites 1996). The mean deposition fluxes ranged from 18 to 610 ng/m<sup>2</sup>/yr. Further, the global atmospheric emission of dioxins was estimated to 3,000 ± 600 kg PCDD+PCDF/yr. - or four times less than the deposition. It was suggested that the sources of dioxin pollution are not well characterised.

Some other investigations also show that the deposition rate exceeds the air releases from known pollution sources by a factor of ten. It has been postulated that a great part of that dioxin, attached to soil dust, has re-entered in the atmosphere by wind erosion (Kao and Venkataraman 1995).

The atmospheric deposition of dioxin in Denmark has not been determined. However, it is probably smaller than in Germany. *If the deposition is estimated to minimum 3 ng I-TEQ/m<sup>2</sup>/yr., and the area of Denmark is about 43,000 km<sup>2</sup>, then the annual air deposition can be estimated to at least 120 g I-TEQ/yr. - or more than double as much as the estimated emissions from land-based sources.*

Either the land-based dioxin pollution sources are under-estimated, or the long-range transportation from sources outside the country is dominating, or the wind cause settled dust to re-enter the atmosphere and be counted more times.

There are no Danish investigations of dioxins in air. Investigations in Sweden, Norway and Germany show those background levels in rural areas are around 0.01 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> air. In urban and industrial area levels are typical two to fifty times higher. In Oslo and Göteborg levels around 0.2 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> were determined (Rappe et al. 1989; Oehme et al. 1991)

In 1990 dioxins in air were determined at six locations in rural and industrial areas of the state of Hessen in Germany (König et al. 1993). The annual averages of dioxins in ambient airs were: 3.2 pg PCDD+PCDF/m<sup>3</sup> (0.05 pg I-TEQ/m<sup>3</sup>) in a natural rural area, 5.9 pg PCDD+PCDF/m<sup>3</sup> (0.08 pg I-TEQ/m<sup>3</sup>) in other rural/suburban areas and 7.8 pg PCDD+PCDF/m<sup>3</sup> (0.12 pg I-TEQ/m<sup>3</sup>) in two industrial areas. Hiester et al. (1995) found that the air levels in four large cities (Dortmund, Duisburg, Essen and Cologne) in Rhine Westfalia, Germany, decreased from 0.13-0.33 pg TEQ/m<sup>3</sup> in 1987/88 to 0.04-0.12 pg TEQ/m<sup>3</sup> in 1993/94 or with about 60%.

In the air of suburban Milan, Italy, the average level in 1991 was 5.8 pg PCDD+PCDF/m<sup>3</sup> (Benfenati et al. 1994). Dioxin levels were considerable higher at night compared to daytime, and higher concentrations were measured in wintertime compared to summertime. In 1991 in Rome, Italy, levels ranged from 0.048 to 0.087 pg EPA87-TEQ/m<sup>3</sup> (Turrio-Baldassarri et al. 1994).

In a 1991 U.K. dioxin in air survey, the city of Manchester had higher average levels (0.45 pg TEQ/m<sup>3</sup>) than London (0.20 pg TEQ/m<sup>3</sup>), Cardiff (0.23 pg TEQ/m<sup>3</sup>) and Stevenage (0.16 pg TEQ/m<sup>3</sup>). Higher concentrations were measured in wintertime compared to summertime in accordance with more combustion sources operating in wintertime (Coleman et al. 1994).

A recent investigation of dioxins in the air of remote Antarctica (Lugar et al. 1996) has shown that background air may still be free of dioxins (less than analytical blanks: 0.01-0.29 pg/m<sup>3</sup>, sampling time 166 hrs/sampling volume 2,586 m<sup>3</sup>). Close to the McMurdo Station, which is the largest human community in Antarctica, however, dioxins were detectable, although near the detection limit (sampling time between 24 and 48 h). Seventeen out of 27 samples indicated presence of dioxins. The average levels were 1.17 pg PCDD+PCDF/m<sup>3</sup> of five samples in 1992-93 and 0.49 pg PCDD+PCDF/m<sup>3</sup> of four samples in 1993-94. Maximum levels were 1.80 pg PCDD/m<sup>3</sup> and 2.77 pg PCDF/m<sup>3</sup>. The higher chlorinated congeners

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

dominated and only from hexachloro- and upwards detection occurred. The maximum levels corresponded to 0.074 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> in 1992-93 and 0.0015 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> in 1993-94. This investigation shows, that there are local pollution sources (incinerator, heating furnaces, vehicles, power plants, etc.) at this remote station. The local incinerator was closed down in December 1992, and that may explain the declining levels.

The state of Connecticut, USA, has established an ambient air standard of 1.0 pg TEQ/m<sup>3</sup> (Lugar et al. 1996).

The WHO Regional Office for Europe has updated its air quality guideline for dioxins (WHO 1995). WHO estimates present urban ambient air concentrations to be about 0.1 pg I-TEQ/m<sup>3</sup>, although large variations have been measured. WHO states that air concentrations of 0.3 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> or higher are indicative of local emission sources that need to be identified and controlled.

### ***Dioxin in the aquatic environment***

Trace levels of dioxins occur wide-spread in the aquatic environment, and dioxins have been determined in both water, sediments and biological organisms. The low water solubility of dioxins, which decreases with increasing numbers of chlorine atoms in the molecule, means very low background levels in the water phase and a tendency to accumulation in sediments. Background sediment levels are about 1 ng I-TEQ/g dry weight.

Close to industrial pollution sources 10-100 times or more increased levels have been found in sediments.

In street run-off water from Bayreuth, Germany, the concentration of OCDD was 60-420 pg/L (< 11 pg I-TEQ/L). That levels were 2-20 times higher than levels in rain water. In storm water sediments dioxin levels were 10-29 ng I-TEQ/kg (Horstmann and McLachlan 1995a).

In California, USA, recent measurement of dioxin in storm water from cities revealed a seven-fold difference between levels in the greater city Oakland (21 pg I-TEQ/L) and the smaller city Benicia (3.5 pg I-TEQ/L) (Wenning et al. 1996).

There is no published Danish investigation of dioxins in the aquatic environment others than in connection with sewage sludge studies (see chapter 7).

### ***Dioxins in soil***

In soil the main source of dioxins will be atmospheric fallout, and levels will be higher near industrial sites compared with rural sites. Application of waste, sewage sludge or compost on soils may increase dioxin levels.

In a German investigation (Rotard et al. 1991) agricultural soils contained 33-220 ng PCDD+PCDF/kg dry weight corresponding to 0.3-2.7 ng I-TEQ/kg dry weight. Forest soils contained 727-6,480 ng PCDD+PCDF/kg dry weight corresponding to 5.4-112 ng I-TEQ/kg dry weight. In the Netherlands background levels were 5-9 ng I-TEQ/kg dry weight (Liem et al. 1993).

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

The average concentration in UK soils was 335 ng PCDD+PCDF/kg (3 ng I-TEQ/kg) in rural soils, and 1,440 ng PCDD+PCDF/kg (20-30 ng I-TEQ/kg) in urban soils. Most were HpCDD and OCDD. Assuming 90% of UK soils are rural, the total dioxin burden in soils has been estimated to 5.5 ton PCDD+PCDF (Alcock and Jones 1996ab).

Background levels of dioxins in Danish topsoil (depth until 9 cm) from different areas (forest and agricultural land) have been estimated to between 51 and 515 ng PCDD+PCDF/kg dry weight forest soil and 129-369 ng PCDD+PCDF/kg dry weight agricultural soils (Nielsen and Løkke, 1987). There was a dependence on the sampling area and soil depth. The levels decreased with increasing depth in forest soil. Levels in the top layer were higher in forest soil compared to agricultural soil, probably because agricultural soils will be more mixed by ploughing. The dioxin levels per area unit were 3.7-7.3  $\mu$ g PCDD+PCDF/m<sup>2</sup>.

In this Danish investigation the chemical analysis was not congener-specific. Therefore, it is difficult to estimate the I-TEQ-values with great certainty. *However, if the congener pattern is supposed to be similar to the pattern in MSWI emissions, and the 1.5% factor can be used, then the agricultural soil levels correspond to 1.9-5.5 ng I-TEQ/kg dry weight. Such levels are low compared with other countries, and in reality the levels are probably higher.*

The highest dioxin concentrations in soil from Hamburg, Germany; were 60-150 ng I-TEQ/kg dry weight (Hutzinger et al. 1995). Near a MSW incinerator plant in the Netherlands, the soil levels were elevated to about 250 ng I-TEQ/kg dry weight. Around an industrial plant in northern Italy with a long-term dioxin emission record, dioxin levels up to 2,400 ng TEQ-EPA87/kg dry weight were found (Miniero et al. 1994).

Studies from Spain and the Netherlands of soils from cable burning areas reported maximum levels of 9,150 and 98,000 ng I-TEQ/kg dry weight, respectively (Gonzalez et al. 1991; van Wijnen et al. 1992). The levels at the cable burning sites are in the same magnitude scale as after the Seveso accident in Italy in 1976.

Around the city of Rastatt in Germany, which is heavily contaminated by dioxins from a closed metal reclamation plant, dioxin levels in soil ranged between 12-14,500 ng I-TEQ/kg. Increased levels were found until 15 km from the source (She and Hagenmaier 1996).

A small, not published, Danish investigation from a locality in Jutland, where cable scrap had been illegally burned, showed levels of 25,700 ng PCDD+PCDF/kg dry weight soil, which is about fifty time background levels. Only hepta- and octa-congeners were analysed (Wrang and Worsøe 1991).

Since the octanol-water partition coefficients (Log  $K_{ow}$ ) of dioxins are larger than 3.7, dioxins are considered rather immobile in soils, and no measurable leaching occurs. Therefore, dioxins will mainly concentrate in the top soil layer, if the substances are not mechanically spread by ploughing as in agricultural soils (Nielsen and Løkke, 1987).

Dioxins are very persistent molecules. In general, higher chlorinated congeners are more persistent. Biodegradation in soils is negligible. Laboratory experiments indicate that photolytic degradation of dioxins in the surface layer of soils may be of more importance - but still not very significant. Considering data from the Seveso accident the half-life of TCDD in soil has been estimated to more than 10 years.

A Danish investigation has reported that enzyme mediated chlorinating of humic acids leads to formation of small amounts of PCDDs and PCDFs, mainly 2378-TCDF, 1234678 HpCDD, 1234678-HpCDF, 1234679-HpCDD and OCDD (Vikelsøe et al. 1994a). The importance of this finding for the soil levels is unclear.

Leaching of dioxins from soil to ground or surface waters is likely to be negligible under normal circumstances. However, it has been shown recently that humic acid and detergents

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

such as LAS (linear alkylbenzene sulfonates) at a concentration of 1000 mg LAS/L can increase the leaching of dioxins and PCBs from soil, MSW fly ash, and shredder waste (Schramm et al. 1995; Sakai et al. 1996).

The hazards of dioxins in soil diminish by time, because the bioavailability of dioxin in soil decreases by "ageing" (Alexander 1995).

In 1992 the German Federal Government has set a limit value for PCDD/F of 5 ng I-TEQ/kg dry weight for soils, where no precautions are applied (Sewart et al. 1995; Fricke et al. 1996). If levels are between 5-40 ng I-TEQ/kg dry weight, monitoring should be carried out, and soils with more than 40 ng I-TEQ/kg are not to be used for agriculture. Furthermore, soils with  $\geq 100$  ng I-TEQ/kg is recommended to be exchanged from playgrounds, soils with  $\geq 1,000$  ng I-TEQ/kg is recommended to be exchanged from residential areas, and soils with  $\geq 10,000$  ng I-TEQ/kg is recommended to be exchanged from all locations.

At present, no Danish quality criteria exist for dioxins in soils (Jensen and Folker-Hansen, 1995).

### ***Dioxins and the vegetation***

Dioxins may be absorbed by the plant roots but stay near the inner surface. Normally, the translocation to the inner root and the green parts is negligible. The green parts above the soil may be contaminated by air deposition of vapours and particles on leaves (Simonich and Hites 1995). The uptake in the vegetation depends on the dioxin levels, temperature, the plant species and the soil type. The cucumber, zucchini and pumpkins accumulate and translocate more dioxins from contaminated soils than other plants (Hülster et al. 1994, cit. from Simonich and Hites 1995). In potatoes the dioxins are concentrated in the peel and can be removed before eating (Hülster and Marschner, 1991).

Greenhouse experiments show that dioxins, i.e. TCDD, when deposited on the plant leaves may be photodegraded (Simonich and Hites 1995).

In polluted areas higher levels occur in the vegetation. Around an Austrian copper smelter dioxin levels in pine needles were about 85 pg I-TEQ/g dry weight (background levels  $< 5$  pg/g), and levels in grass and hay were around 20 pg I-TEQ/g dry weight (Spindelbalker et al. 1990).

Determinations of dioxins in pine needles have been used to identify pollution sources (Safe et al. 1992, cit. Simonich and Hites 1995). Around two pentachlorophenol (PCP) producing factories the dioxin levels rapidly decreased by increasing distance. The congener profile changed from a PCP profile and to background air profile.

Investigation of British hay samples showed a time trend with low levels (12 ng PCDD+PCDF/kg dry weight) in 1890's, increased levels ( $\approx 40$  ng/kg dry weight) in 1950s, maximum levels (97 ng/kg dry weight) in 1960s and again lower levels (85 ng/kg dry weight) in the 1980s and 1990s (38 ng PCDD+PCDF/kg dry weight or 0.5 ng TEQ/kg dry weight) (Kjeller et al. 1991; cit. from Alcock and Jones 1996a/b).

There is no Danish studies of dioxins in the vegetation.

### ***Wild animals***

There is no available Danish investigations of dioxin in wild animals.

Dioxins, especially 2,3,7,8-TCDD, are strongly bioaccumulative with bioconcentration factors of 2,000-9,000 for various aquatic organisms. A Swedish investigation determined dioxin concentrations in muscle tissue of female perch caught in the Gulf of Botnia at different distances from a paper and pulp plant. Within a 5 km distance from the plant, the levels were about 20 pg I-TEQ/g fresh weight (wet weight), decreasing to < 4 pg I-TEQ/g wet weight. 9 km away (Södergren 1989). Another investigation reported 1.8-3.4 pg N-TEQ/g wet weight in herrings caught west of the Danish island Bornholm and 6,7-9,0 pg N-TEQ/g wet weight. East of Bornholm. The most abundant congeners were 2,3,4,7,8-PeCDF and 2,3,7,8-TCDF (Bergqvist et al. 1989). In a less fatty fish, such as cod, dioxin levels were lower and ranged about 0.1-0.2 pg N-TEQ/g wet weight.

## Products

### *Consumer products*

In Canada a daily intake of dioxins of 0.05 pg N-TEQ was estimated from pharmaceuticals, cosmetics, passive smoking, etc. In addition use of chlorine bleached toilet paper contributed with a daily intake of 0.25 pg N-TEQ by skin absorption (Birmingham et al. 1989).

Bleaching agents containing hypochlorite may contain 5 pg I-TEQ/L. The consumption of bleaching agent in Denmark is unknown.

Cork which has been bleached with chlorine may contain dioxins (0.18-0.26 BGA-TEQ/kg).

### *Pesticides*

Dioxins are found as impurities in PCBs, chlorophenols and several chlorinated pesticides, including chlorophenoxy-herbicides. The usage of these chemicals is now banned or heavily restricted. Therefore, dioxin from that source is not significant in Denmark.

### *Dyestuffs*

Colour pigments and dyestuffs manufactured from *p*-chloranilin may contain dioxin impurities (0.1-35 µ g I-TEQ/kg). Examples: Pigment Violet 23, Direct Blue 108, and Direct Blue 106. That may especially be a problem if used in textile dyeing.

### *Dioxins and textiles*

Horstmann and McLachlan (1994ab) from Bayreuth, Germany, measured dioxins in human scale samples taken from the back on volunteers and found concentrations ranging from 1,000-7,800 pg PCDD+PCDF/g. The congener pattern (mainly OCDD and HpCDD) was identical with the pattern in sewage sludge. Textiles were considered the most likely source.

Furthermore, they analysed 35 new textile samples, primarily cotton products, for dioxins. Most samples had less than 50 pg PCDD+PCDF/g but three coloured T-shirts had >1,000 pg PCDD+PCDF/g with a max. of 290,000 pg/g (290 ng/g). Levels in similar T-shirts bought in the same shop varied up to 20 times. The levels of dioxins in human scale in individuals wearing T-shirts were higher, when the dioxin levels of the textiles were higher. The dioxin congener pattern in the textiles was similar to the pattern found in human scale and in

Washing of the textiles removed about 35% of the dioxins from the fabric, and 16% was present in the effluents. The average concentration was 430 ng PCDD+PCDF/load, and with one load/person/week, this may account for 27-94% of the dioxin in household municipal sewage sludge. Shower and bath water were also contaminated - but to less degree. Cloths hanging in the outdoor were also contaminated - but 75 times less and with a different congener pattern.

The origin of the dioxins in textiles was supposed to be use of pentachlorophenol for the preservation of cotton and cotton products during storage and sea transport. The large differences in contamination levels may be explained by in-homogenous preservation of textile balls. Other dioxin sources may be bleaching of textiles with chlorine compounds and contamination of certain dyestuffs based on chloroanilins and anthraquinones (e.g. HeliogenBlue® , Chloranil and Carbazole Violet).

The same authors published a follow-up paper (Horstmann and McLachlan 1995b) with congener-specific dioxin determinations. In 20 textile samples the dioxin content ranged from 0-3.65 pg I-TEQ/g and 3 outlying samples had 8.31, 26.7 and 369 pg I-TEQ/g, respectively. All samples without the last one had a congener profile with a high OCDD-peak and a small HpCDD-peak indicating pentachlorophenol as a likely source. In the sample with 26.7 pg/g a PCP concentration of 2000 ng/g was also found.

The sample with the highest level had another pattern with OCDF as the dominating peak, which could indicate the blue dyestuff or (PCB contamination?) as the source. Nine blue and green textiles were analysed in a second round with lower results than in the first investigation. The dioxin levels ranged between 15-1840 pg PCDD+PCDF/g or <0.05-4.1 pg I-TEQ/g, which means that the colour, in general, will not determine the dioxin level.

They also analysed 6 samples more of synthetic textile materials. In five of the materials, including a bleached polyester, the concentrations ranged 5.2-44 pg PCDD+PCDF/g or <0.05-0.78 pg I-TEQ/g. The last sample of unbleached polyester was an outlier with 3700 pg PCDD+PCDF/g or 240 pg I-TEQ/g. In this sample HxCDFs dominated the pattern, and the source of that uncommon pattern was unknown (PCB?).

In a recent Danish investigation (Vikelsøe and Johansen 1996a) 24 T-shirts were analysed for dioxins. The levels in the samples ranged from 0.02-2.6 ng N-TEQ /kg with an average value of 0.35 ng/kg. The content of OCDD ranged from 4-35 ng OCDD/kg with an average of 13 ng/kg. In most samples the congener pattern was like PCP with dominating OCDD level. Other samples had high levels of OCDF and lower chlorinated congeners. In general, the findings of the study correspond to the findings in the German studies, although the few samples with extremely high contamination were not identified. When dioxin contamination of textiles has to be studied the sample size has to be very large, since a very small fraction of the textiles on the market contributes to the vast majority of contamination.

*Based on that study, and 100% absorption through the skin of the total dioxin content in a T-shirt, the Danish EPA (1996) has calculated that exposure to a new T-shirt every week will expose the individual to an average of 70 pg N-TEQ/week (range: 4-520 pg/week).*

*In 1994 225,000 ton of textile products were imported into Denmark. If all the imported textiles contain dioxins, washing of these textiles could create a waste water emission of 80 mg N-TEQ/yr. (range: 5-600 mg/yr.). That is insignificant compared to a total dioxin turnover in sludge of about 1 g N-TEQ/year. However, the 24 samples may not be representative, and dioxins in waste water from industrial washing of cotton textiles do also have to be considered.*

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Recently, the formation of both chlorinated and brominated dioxins and furans during textile processing (resin finishing and flame proof finishing with brominated agents) were studied in Germany by Sedlak et al. (1996). The PCDD/F concentrations in exhaust air from the processes ranged 0.17-22.3 pg I-TEQ/Nm<sup>3</sup> and levels of PBDD/F were 29-102 pg I-TEQ/Nm<sup>3</sup>. These pollutants were also detected in small amount in the textile material and in chimney soot. In relation to complying with legislation, only the chimney soot was too heavily contaminated.

## Human exposure to dioxins

### Foods

Our daily food is an important source of dioxin intake. The Danish National Food Agency made in 1987 a preliminary survey of dioxins in Danish beef, milk, yoghurt, butter, cheese, herring and cod liver. The average levels were 2.6, 2.6, 3.8, 0.5, 2.1, 58.3 and 40.9 ng I-TEQ/kg fat, respectively (Büchert 1988).

Foreign studies have shown that commercial milk stored in cardboard packs may contain up to 20 times more dioxin than milk stored in glass bottles. A recent Finnish study (Vartiainen and Hallikainen 1994) showed that whole milk stored for 14 days in carton packaging contained a mean of 38 pg N-TEQ/L (range: 18-78) or 1.17 pg N-TEQ/g fat, and milk stored in glass bottles had a mean of 29 pg N-TEQ/L (range: <10-67) or 0.83 pg N-TEQ/g fat. In the summertime the dioxin levels in Finnish cow milk seem to be very much lower than in Danish milk. In Finnish eggs the dioxin levels were around 0.12 N-TEQ/g.

In Germany in 1992 typical commercial milk products contained 1.8 pg I-TEQ/g fat, decreasing to below 1 pg I-TEQ/g in later years. A precaution level of 0.9 I-TEQ/g fat has been set (Wesp et al. 1996).

Cow's grassing nearby heavy pollution sources may have increased dioxin levels in their milk. In Austria around a metal shredder, levels in cow's milk were up to 69 ng I-TEQ/kg fat and background levels only 5 ng I-TEQ/kg fat. The dioxin levels in local commercial milk were three times higher (Spindelbalker et al. 1990). Around a MSWI in the Netherlands dioxin concentrations of up to 13.5 ng I-TEQ/kg fat were reported. Background levels were <2.5 ng I-TEQ/kg (Liem et al. 1991).

In 1991 a WHO working group has estimated that the average European adult weighting 70 kg has a dioxin intake through food of 132 pg I-TEQ/day (1.9 pg I-TEQ/kg b.w./day) and in addition 48 pg I-TEQ/day from milk packaging (WHO 1991).

*Considering 1985 data on food intake in Denmark, the average daily intake was previously estimated to 183 (133) pg I-TEQ or 2.6 (1.9) pg I-TEQ/kg b.w. (Jensen et al. 1995).*

Since that time a new survey of food intakes in Danes has been published (Andersen et al. 1996). Based on these data the present intake has been estimated (see table 13.1),

Table 13.1: Daily food intake of dioxins in adult Danes in 1995.

<b>Food</b>	<b>Average daily intakes 1995 g</b> 1985 in ( )	<b>Fat %</b>	<b>Estimated dioxin conc.</b> <b>pg I-TEQ/g fat</b>	<b>Average Danish dioxin intake 1995</b> <b>pg I-TEQ/day</b>	<b>Average Danish dioxin intake 1985</b> <b>pg I-TEQ/day</b>	<b>Average dioxin intake in Europe (WHO. 1991)</b> <b>pg I-TEQ/day</b>
Milk and milk products	350 (426)	3.5	2.6	32	39	41.7
Cheese and cheese products	32 (50)	20	2.2	14	22	5.9
Bread and grain products	211 (227)	0.5	0.1	10.5	5.5	5.5



## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Vegetables and products	229 (270)		0.015*	3.4	4.0	3.7
Fruits and products	166 (154)		0.015*	2.5	2.2	2.0
Meat and meat products	114 (107)	20	2.6	59	56	33.1
Poultry and products	18 (13)	15	2.2	5.9	4.3	nd
Fish and fish products	24 (26)	16	50	19.2	20.8	33.9
Eggs	20 (36)	10	1.5	3.0	5.9	5.9
Fats	47 (79)	80	0.5	19	22	0.6
Sugar and candy	28 (44)		0.015*	0.4	?	nd
Drinks	2022 (1653)		0.001*	2.0	1.6	<0.1
<b>Total dietary intake</b>	<b>3261 (3085)</b>			<b>170.9</b>	<b>183.3</b>	<b>132.4</b>

nd = no data, \* fresh weight,

The 90% fractile will be about the double intake.

*From this data it is seen that the dietary changes in the average Dane from 1985 to 1995 has caused a decrease (not statistical significant) in the daily intake. However, the daily intake is still greater than the average European intake, estimated by WHO. For a person weighting 70 kg the intake corresponds to 2.44 pg/kg b.w./day. The Danish data on the dioxin and fat levels in the various foodstuffs are very scarcely and have to be improved to make a more sure assessment. If the present data has to be trusted, then there is a great incentive to eliminate the known pollution sources.*

In table 13.2 are shown for comparison a selection of recent estimates of daily dietary dioxin intakes in various countries:

Table 13.2: Daily dietary dioxin intakes in various countries.

Country	Year	Estimated dietary intake (pg I-TEQ/kg b.w.)	References
Denmark	1995	2.44	This report
Spain	1995	2.03	Jimenez et al. 1996
USA	1994	0.28-2.95	Schechter et al. 1994
UK	1992	2.10	MAFF, 1992
Germany	1991	2.2	Beck et al 1992



## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Hamburg (BRD)	1995	>2.29	Hutzinger et al. 1995
The Netherlands	1991	1.9	Theelen 1991

A German mass balance by the duplicate method of human dietary dioxin intake and faecal dioxin excretion showed that the mean daily dietary dioxin intake was 49 pg I-TEQ/day (range 23-96), and the mean daily faecal excretion was 98 pg I-TEQ (range 40-200) thus greater. Especially, the excretion of OCDD was much higher than the intake (Schrey et al. 1996). However, the method may be questionable, since the intake levels are much lower than reported by other authors.

Fürst and Wilmers (1995) have studied the dioxin levels in dairy products in Germany in 1990 and in 1994. While in 1990 a mean level of 1.35 pg I-TEQ/g milk fat was measured, the corresponding level in 1994 amounted only 1.02 pg I-TEQ/g milk fat or 25% less. However, data from more years are necessary before a firm conclusion can be made.

The mean intake of dioxin from breast milk in nursing infants in the UK in 1993-94 was estimated to 110 pg I-TEQ/kg b.w./day at age 2 months, falling to 26 pg I-TEQ/kg b.w./day at 10 months of age, due to an increased body weight and the move to a mixed diet (Wearne et al. 1996). In addition the infants do have an intake of co-planar PCBs with dioxin-like effects.

### **Inhalation**

Typical outdoor air concentrations of dioxin in Europe are 0.01-0.4 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> (no Danish measurements). If the respiration is 20 m<sup>3</sup>/day, then the typical daily exposure with purely outdoor life is 0.2-8 pg I-TEQ. A WHO/EURO working group has estimated the average daily inhalation of dioxins to 5,0 pg I-TEQ (WHO 1991). The absorption in the lungs can be estimated to 75% of the intake (Muto and Takizawa 1992).

Dioxins have been determined in indoor air in Germany. The levels were 1-3 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> in rooms with woods treated with pentachlorophenol many years before (Päpke et al. 1989). In house dust dioxin levels were around 500 ng I-TEQ/kg, which are ten times more than in forest soils (Rotard et al. 1991). A new study of German house dusts report a mean concentration of 101 ng I-TEQ/kg and 1390 in buildings contaminated with PCP (Wittsiepe et al. 1996).

For indoor air levels up to 3 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> have been detected, and if an adult inhales 20 m<sup>3</sup> air per day, the daily dose will be around 10% of a TDI of 10 pg/kg b.w./day.

*If the indoor air level is about 3 pg I-TEQ/m<sup>3</sup>, and if an adult inhales 20 m<sup>3</sup> air/day, the daily dose will be around 10% of the tolerable daily intake (TDI) of 10 pg I-TEQ/kg b.w./day according to WHO.*

The tolerable daily intake (TDI) is 5 pg TEQ/kg b.w. in Denmark. In the Netherlands the TDI has recently been recommended reduced to 1 pg I-TEQ/kg b.w. (Health Council of the Netherlands, 1996).

According to Japanese experience (Muto and Takizawa 1992), cigarette smoke may contain about 1.8 ng I-TEQ/m<sup>3</sup>. A person who smokes 20 cigarettes á day will inhale about 3.5 x  
<http://irptc.unep.ch/pops/DENDIOX.html> (39 of 47) [25-05-2000 16:07:45]

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

$10^{-3}$  m<sup>3</sup>/day. An average daily intake by inhalation will be about 6,3 pg I-TEQ or 0.08 pg I-TEQ/kg b.w./day. Another study determined concentrations corresponding to 0.9 pg I-TEQ/cigarette (Löfroth and Zebühr 1992). A WHO Working Group estimated based on an earlier German study a daily intake in cigarette smokers of 0.1 pg I-TEQ/cigarette (WHO, 1991).

Occupational exposure to dioxins is potentially very important. Such workers may be exposed to much more dioxin than the average population. In the work environment of some steel industries in Sweden, air levels were 1-20 pg N-TEQ/m<sup>3</sup> (Antonson et al. 1989). At copper/precious metals recycling and aluminium recycling in Germany the dioxin concentrations around the melting furnaces were 1.5-10.8 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> and 8.2-22.6 pg I-TEQ/m<sup>3</sup>, respectively (Schick and Conrad 1994).

### ***Drinking water a.o.***

Drinking water based on pure ground water is free of dioxins. However, if based on ground water from polluted areas or surface waters trace dioxin concentrations may be found in drinking waters. A WHO Working Group has estimated the average daily dioxin intake by drinking water to <0.1 pg I-TEQ (WHO 1991).

Intake of coffee produced by bleached paper filters may increase the dioxin intake to > 5 pg I-TEQ/day.

There is no information about dioxin content in tea, soft drinks, beer, wine, and other drinks.

### ***Soil ingestion***

Especially, small children ingest very much dust and soil from playing during the day. The Danish EPA considers the average soil intake in children to 200 mg/day. Since, the average Danish soil may contain about 20 ng I-TEQ/kg, an intake of 4 pg/day was calculated.

A WHO Working Group has estimated an average daily soil ingestion of 100 mg corresponding to an intake of 5 pg I-TEQ/day (WHO 1991).

### ***Total exposure***

The data from the previous chapter is summarised as follows:

#### *Peroral*

Food 170.9 pg I-TEQ/day

Drinking water <0.1 pg I-TEQ/day

Coffee 5 pg I-TEQ/day

Packaging 48 pg I-TEQ/day

Soil and dust 4 pg I-TEQ/day

Breast milk 200-500 pg I-TEQ/day

### Inhalation

Outdoor 5 pg I-TEQ/day

Indoor 10 pg I-TEQ/day

Cigarettes 20 pg I-TEQ/20 cigarettes

Work environment 10-200 pg I-TEQ/day

### Skin contact

Textiles <10 pg I-TEQ/day

Paper products 0.25 pg I-TEQ/day

*The total daily intake of dioxin in an average Danish adult will be around 200 pg I-TEQ/day or about 3 pg I-TEQ/kg b.w./day. In addition, a person will have an intake of co-planar PCBs that will add to the I-TEQs.*

In general, the tolerable daily intake of dioxins (TDI) is between 1-10 pg I-TEQ/kg b.w./day. The Danish guideline is a TWI of 35 pg N-TEQ/kg b.w./week. In the Netherlands the Health Council has recently recommended a decrease of the Dutch guideline from 10 to 1 pg I-TEQ/kg b.w./day (Health Council of the Netherlands 1996).

## **Levels in humans**

Dioxins are lipophilic and persistent compounds, which accumulate in the human body and concentrate mainly in body fats. The metabolism is very slow or absent, and the residence times of dioxins in the body are decades.

The degree of uptake in the body depends on the congener, the application route and the vehicle. Uptake of 2,3,4,7,8-PeCDD dissolved in corn oil across the gastro-intestinal tract of rats was about 70%. When absorbed dioxins are distributed around in the body bound to lipoproteins in the blood serum. Blood contains about 0.5% fat.

### **Blood levels**

There are no Danish investigations.

In Germany background average levels of dioxins in full blood are around 40 pg I-TEQ/g blood (ppt). In blood from residents near point sources (cable incinerator, etc.) levels are increased to about 50 pg I-TEQ/g blood. Such an increase could not be confirmed in a Dutch study, where only working at an incinerator lead to higher concentration in the blood of some higher chlorinated congeners (van den Hazel and Frankort 1996).

Recently, it was reported that average German blood levels were fallen from 42 pg TEQ/g in 1989 and to 19 pg-TEQ/g in 1994 (Schechter et al. 1996).

### ***Adipose tissue***

The fat-richest tissues in the body are adipose tissues (around 80% fat). Therefore, the major dioxin body burden will be contained in adipose tissues.

In Japan, Germany and Sweden average levels in adipose tissues are 10-50 pg I-TEQ/g fat. In a preliminary Danish investigation from 1991 of 5 samples the average was 37 N-TEQ pg/g fat.

Women do have more adipose tissue than men. Of that reason and the excretion during lactation women do, in general, have lower concentration levels.

### ***Breast milk***

Average human mature breast milk contains around 3.5% fat but there are great individual differences and daily fluctuations. Colostrum, which is excreted in the first weeks of the lactation, contains only about 2% fat.

In 1987 the average dioxin level in 10 individual Danish breast milk samples analysed by NERI was reported to 16.5 pg I-TEQ/g fat and in one pooled sample of milk from 42 mothers 17.7 pg I-TEQ/g fat (Sundhedsstyrelsen 1987).

In a field study conducted by WHO/EURO in 1989, the dioxin levels in breast milk ranged from 8 to 40 pg I-TEQ/g fat with a mean value of 22.4 pg I-TEQ/g fat (Fürst et al. 1992). The Danish data, provided to WHO, were from 8 individual samples taken in 1986 and analysed of RIVM in the Netherlands. The mean value of Danish samples was  $18.1 \pm 1.5$  pg I-TEQ/g fat, which was about the same as in Sweden, Norway and Finland but in Germany was the mean much higher (27.4 pg I-TEQ/g fat). In Germany, close a cable burning facility levels up to 125 pg I-TEQ/g fat were found.

The average of ten individual Danish human milk samples from 1993/94 and analysed in the Netherlands was  $16.7 \pm 1.1$  pg I-TEQ/g fat and ranged 9.5-22.5 pg I-TEQ/g (Büchert 1996; Hilbert et al. 1996). A single pooled sample of milk from 48 mothers from seven cities had a dioxin level of 15.2 pg I-TEQ/g fat (WHO 1996). As shown there was no statistic significant decrease from 1986 to 1993/94, so the dioxin levels in human milk seem to be rather stable.

In samples from Sweden a downward trend in dioxin concentrations was seen in the years from 1972-1984. Later, the levels increased again a little, indicating presently a relative stable situation (Noren and Lundén 1991). In the UK the mean dioxin concentration obtained in 1993/94 (22 pg I-TEQ/g fat) was 35% lower than in 1987-88 (33 pg I-TEQ/g fat) (Wearne et al. 1996).

## **Overview of emissions and emission sources in Denmark and other countries**

In table 15.1 is showed a summary of the emissions in Denmark estimated in this report together with the previous 1991 estimation in brackets, where it exists. The most important air pollution sources are MSWIs, steel reclamation and incineration of healthcare risk waste. The most important soil pollution sources are application of sewage sludge and compost. Deposition from the air is, however, not much less. Most dioxin residues are found in fly ash from coal-firing.

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Since the last report new sources have been discovered or old sources have attained increased importance. For instance, asphalt mixing, cable scrap burning, crematoria, sewage sludge, compost and textile products. Most sources known in 1991 have decreased their emissions since that time. Most clearly, emissions from wood stoves are found to be 30-100 times lower than before.

Table 15.1: Sources of dioxins in Denmark in 1995 (old figures as N-TEQ in brackets).

<i>Activity/ Process</i>	<i>Emission</i>				<i>Total emission</i>
	<i>Air</i> g I-TEQ/yr.	<i>Water</i> g I-TEQ/yr.	<i>Soil</i> g I-TEQ/yr.	<i>Waste/residue</i> g I-TEQ/yr.	
Chemical industry	-	-	-	-	-
Paper and pulp industry	-	-	-	-	-
Asphalt-mixing industries	0.1	-	-	-	0.1
Steel and metal industry					
- steel reclamation	7.5 (12)	-	-	34 (29)	42 (41)
- shredder plants	?	-	-	?	?
- cable scrap burning	0.13	-	-	-	0.13
Cement industry	0.08-1.5	-	-	-	0.08-1.5
Fossil fuels					
- pit coal	2	-	-	40 (53)	42 (53)
- other	-	-	-	-	-
Burning biofuels					
- straw	0.07-6.6 (0.05)	-	-	-	0.7-6.6 (0.05)
- woods	0.25	-	-	-	0.25
Wood stoves	1.1 (10-50)	-	-	-	1.1 (10-50)
Heating of houses, gas oil	0.02	-	-	-	0.02
Building, landfill and vehicle fires	?	-	-	-	?
Municipal solid waste	20 (34)	-	-	100 (250)	120 (284)
Incineration of hospital/healthcare risk waste	5 (14)	-	-	-	5 (14)

Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Incineration of hazardous waste - hazardous waste+waste oil (KK) - waste oil (district heating)	0.23 (1.7) 0.038 (0.01)	- -	- -	1.0 -	1.23 (1.7) 0.038 (0.01)
Emission from crematoria	0.16				0.16
Sewage sludge - sludge landfilled - sludge amended to soil - sludge incinerated	- - 0.072 (1.5)	- - 0.108	- 1.1 -	0.19 - 0.036	0.19 1.1 0.22 (1.5)
Compost	-	-	1-5	-	1-5
Traffic	0.2 (1.0)	-	-	-	0.2 (1.0)
Textile products	-	0.08	-	-	0.08
Air deposition	-	-	120	-	120

Dutch emissions of dioxins in 1991 and expected emissions in the year 2000 is presented in table 15.2.

Table 15.2: Sources of dioxins in the Netherlands in 1991 and expected emissions in 2000 (Bremmer et al. 1994).

Process category	Emission 1991 g I-TEQ	Emission 2000 g I-TEQ
Municipal solid waste incineration	382	2 - 4
Incineration of hazardous waste	16	1.7
Incineration of landfill, biogas and sludge	0.3	1.5
Cable and electro motor burning, etc.	1.5	1.5
Waste incineration at hospitals	2.1	0

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Asphalt-mixing installations	0.3	0.3
Oil combustion	1.0	1.0
Coal combustion	3.7	3.7
Wood combustion	12	9
Crematoria	0.2	0.2
Fires	?	?
Various high-temperature processes	2.7	2.7
Traffic	7.0	0.2 - 5
Sintering processes	26	3
Metal industry	4.0	4.0
Chemical production processes	0.5	0.5
Use of wood preservatives	25	20
Total (fires excluded)	484	< 58

UK emission of dioxins in 1995 and future estimate is presented in table 15.3.

Table 15.3: Sources of dioxins in the UK in 1995 and future estimate (ERM 1995).

Process category	Emission 1995 g I-TEQ	Future estimate g I-TEQ
Coke production	2	2
Coal combustion (industrial)	5-67	5-67
Waste oil combustion	0.8-2.4	0.8-2.4
Wood combustion (industrial)	1.4-2.9	1.4-2.9
Straw combustion	3.4-10	3.4-10

## Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark

Tyres combustion	1.7	1.7
Landfill gas combustion	1.6-5.5	1.6-5.5
Sinter plants	29-54	29-47
Iron and steel production	3-41	14
Non-ferrous metals	5-35	10
Cement manufacture	0.2-11	0.2-11
Lime manufacture	0.04-2.2	0.04-2.2
Glass manufacture	0.005-0.01	0.005-0.01
Ceramic production	0.02-0.06	0.02-0.06
Halogenated chemicals	0.02	0.02
Pesticide production	0.1-0.3	0.1-0.3
MSW combustion	460-580	15
Chemical waste combustion	1.5-8.7	0.3
Clinical waste combustion	18-88	5
Sewage sludge combustion	0.7-6	0.9
Carbon regeneration	0.006	0.006
Asphalt mixing	1.6	1.6
PCP in timber preservation	0.8	0.8
Crematoria	1-35	1-35
Domestic wood combustion	2-18	2-18
Domestic coal combustion	20-34	20-34
Traffic	1-45	1-45
Natural fires	0.4-12	0.4-12



Total	560-1,100	<p data-bbox="856 66 1098 131">&lt;FONT FACE="CG Times (W1),Time&gt;</p> <hr data-bbox="856 136 1098 139"/> <p data-bbox="856 175 1058 250"><b>Transfer interrupted!</b></p>
-------	-----------	--

# Comissão de Luta Contra a Co-Incineração

## A co-incineração é um problema de saúde pública

[Saúde Pública](#)

[Saúde em Souselas e zonas limítrofes](#)

[Emissões da Co-incineração](#)

[Erros técnicos e científicos da CCI](#)

[Outros Documentos](#)

### Testes de Co-incineração em Souselas de Julho de 2001 Testes muito mal conduzidos e diversas ilegalidades

5 de Novembro de 2001 - Em conferência de imprensa, a Quercus, a ADAs, a ProUrbe e outros membros da Comissão de Luta contra a Co-Incineração, demonstraram aos órgãos de comunicação social que os testes foram muito mal conduzidos, quase não tendo qualquer valor científico.

Mostraram ainda que, dentro das suas limitações, apenas se pode concluir dos testes que há emissões acrescidas na co-incineração. A conclusão oposta apresentada pela CCI só é possível com interpretações "altamente criativas" dos resultados.

Outra conclusão muito importante da análise dos resultados é o facto de tanto o forno 3 de Souselas como ambos os fornos da Maceira terem estado ilegais durante o ano de 2000. [[mais informação](#)]

### Portugal Espaço Livre de Queima de Tóxicos nem co-incineração nem incineração dedicada

8 de Setembro de 2001 - Reunidas em Souselas, diversas associações ambientalistas e cidadãos empenhados na questão da co-incineração desafiam o país a ter a coragem de assumir que não é preciso queimar tóxicos. [[Texto completo](#)]

### Grave erro no parecer da CCI invalida relatório do Grupo Médico

11 de Abril de 2001 - Relatório da Quercus mostra que a Comissão Científica Independente (CCI) cometeu erros científicos graves ao afirmar que não há mais emissões na co-incineração do que numa cimenteira normal. Esse erro obriga a uma completa revisão do relatório do Grupo Médico. [[Mais informação](#)]

### Convenção de Estocolmo condena Co-Incineração ! O Governo diz lá fora uma coisa e cá dentro outra

100 países, entre os quais Portugal, assinaram em Maio de 2001 uma Convenção que diz que a co-incineração é um processo perigoso que deve ser eliminado o mais depressa possível, deste modo desmentindo de forma brutal o que o Ministro Sócrates e a CCI têm vindo a dizer [[mais informação](#)]

### A CCI comete erros inaceitáveis na comparação que faz entre a co-incineração e as lareiras

Desde o início que a CCI nega ter-se enganado na comparação entre a co-incineração e as lareiras. Novos dados mostram de forma arrasadora que a CCI se enganou mesmo, e não tem a honestidade e a humildade para reconhecer que errou. [[Mais informação](#)]

Para mais informações [contacte-nos](#)

## Saúde Pública e co-incineração

A **Associação Nacional de Médicos de Saúde Pública** considera que não estão reunidas as condições técnicas que permitam dizer que aquela solução [a co-incineração] é a de menor risco para a Saúde Pública, e considera que existem argumentos que apontam para riscos sérios não controlados. [[VER TEXTO COMPLETO](#)]

A **Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica** (SPAIC) considera que o actual estado da saúde da população de Souselas "não pode ser ignorado nas decisões" sobre a co-incineração de resíduos perigosos. [[ver detalhes](#)]

O presidente da **Sociedade Portuguesa de Senologia**, entidade científica que estuda as doenças da mama, mostrou-se convicto de que as dioxinas desempenham um papel importante no aparecimento do cancro da mama. [[ver detalhes](#)]

## Erros técnicos e científicos da CCI

É falsa a tese da CCI segundo a qual não há emissões acrescidas na co-incineração [[ver detalhes](#)]

A CCI cometeu erros vergonhosos na comparação que fez com as emissões das lareiras [[ver detalhes](#)]  
com as emissões das incineradoras hospitalares [[ver detalhes](#)]  
e com as emissões dos crematórios [[ver detalhes](#)].

Outros erros, incorrecções e omissões graves são apontados no parecer do Professor Delgado Domingos, Catedrático do Instituto Superior Técnico, ao Conselho de Reitores [[ver texto completo](#)]

# Relatório da CCI: o erro das lareiras

- [O que é o erro das lareiras?](#)
- [A secção das lareiras do relatório da CCI](#)
- [A 1ª explicação da CCI](#)
- [A 2ª explicação da CCI \(a "oficial"\)](#)
- [A 2ª explicação da CCI também está errada](#)
- [Comparação com outros países](#)
- [A explicação que a CCI não quer admitir](#)
- [A frase desaparecida](#)
- [Outras questões](#)
- [A farsa da consulta pública](#)
- [Mais cego é quem não quer ver](#)

## O que é o "erro das lareiras"?

Foi um erro crasso encontrado no relatório da CCI, poucos dias depois deste ter sido divulgado, em Maio de 2000. A CCI continua a negar que tenha errado, apesar de recentemente ter admitido que alterou o relatório sem dizer nada a ninguém, por causa de um "erro de contexto" (expressão usada pela CCI) na secção das lareiras.

Quando o erro foi apontado nos meios de comunicação social, poucos dias depois do relatório ter sido divulgado, a CCI forneceu duas explicações diferentes para os cálculos que apresentou no relatório, mas nenhuma destas explicações é credível. A 2ª explicação, a "oficial", em nada é corroborada pelo relatório da CCI, sendo mesmo contraditória com este no tal "erro de contexto", para além de apresentar diversas inconsistências e omissões. Como se não bastasse, a CCI está errada: a generalidade da bibliografia científica, a começar pela que a CCI cita, refere valores de emissão de dioxinas resultantes da queima residencial de lenha dezenas a centenas de vezes inferiores ao valor que a CCI usou. Custa a crer que a generalidade da bibliografia científica tenha "passado ao lado" da CCI de forma tão flagrante e que esta não tenha visto que estava errada, sobretudo depois de lhe ter sido apontado o erro.

A CCI pretendia mostrar que uma cimenteira em regime de co-incineração emite poucas dioxinas. Para isso, comparou as emissões de uma cimenteira com as emissões de fogões de sala, concluindo que a co-incineração numa cimenteira como Souselas corresponde às emissões de dioxinas/furanos de 170 fogões de sala a queimar 4 toneladas de lenha por ano.

Como foram feitos os cálculos? A CCI estimou que uma cimenteira como a de Souselas emite 0.41g de dioxinas/furanos por ano, dizendo que no máximo 1/3 desse valor corresponde à co-incineração. Seguidamente, estimou as emissões de um fogão de sala que queima 4 toneladas de madeira por ano (considerado que esta situação é representativa do caso português), citando um

relatório dinamarquês que supostamente dizia que cada **quilograma** de lenha emite **200 nanogramas** (ng) de dioxinas / furanos.

Quando se verifica o relatório dinamarquês citado, observa-se que o valor **200 ng / kg** não aparece em lado nenhum. Apenas aparece o valor **200 ng / tonelada**, ou seja, 1000 vezes menor do que o valor usado pela CCI. Do relatório dinamarquês tira-se também que os 200 ng / tonelada não se referem a fogões de sala ("wood stoves") mas sim a um outro tipo de queima, mais industrial ("wood furnaces"). O valor para fogões de sala aparece numa outra secção do relatório dinamarquês, e é 1.9 ng / kg, ou seja, mais de 100 vezes menor do que o valor que a CCI usa nos seus cálculos.

Ou seja, o relatório da CCI sugere que houve um **duplo erro por parte da CCI**: por um lado, trocou toneladas por quilos. Por outro, utilizou um valor de uma secção de queima mais industrial em vez de usar o valor da queima em fogões de sala.

Não há dúvida de que **o valor 200 ng/kg usado pela CCI para queima residencial de madeira está errado**. A bibliografia científica demonstra-o e a CCI sabe disso, uma vez que viu essa bibliografia. No entanto, a CCI continua a negar que errou.

## O que é o "erro das lareiras"?

Foi um erro crasso encontrado no relatório da CCI, poucos dias depois deste ter sido divulgado, em Maio de 2000. A CCI continua a negar que tenha errado, apesar de recentemente ter admitido que alterou o relatório sem dizer nada a ninguém, por causa de um "erro de contexto" (expressão usada pela CCI) na secção das lareiras.

Quando o erro foi apontado nos meios de comunicação social, poucos dias depois do relatório ter sido divulgado, a CCI forneceu duas explicações diferentes para os cálculos que apresentou no relatório, mas nenhuma destas explicações é credível. A 2ª explicação, a "oficial", em nada é corroborada pelo relatório da CCI, sendo mesmo contraditória com este no tal "erro de contexto", para além de apresentar diversas inconsistências e omissões. Como se não bastasse, a CCI está errada: a generalidade da bibliografia científica, a começar pela que a CCI cita, refere valores de emissão de dioxinas resultantes da queima residencial de lenha dezenas a centenas de vezes inferiores ao valor que a CCI usou. Custa a crer que a generalidade da bibliografia científica tenha "passado ao lado" da CCI de forma tão flagrante e que esta não tenha visto que estava errada, sobretudo depois de lhe ter sido apontado o erro.

A CCI pretendia mostrar que uma cimenteira em regime de co-incineração emite poucas dioxinas. Para isso, comparou as emissões de uma cimenteira com as emissões de fogões de sala, concluindo que a co-incineração numa cimenteira como Souselas corresponde às emissões de dioxinas/furanos de 170 fogões de sala a queimar 4 toneladas de lenha por ano.

Como foram feitos os cálculos? A CCI estimou que uma cimenteira como a de Souselas emite 0.41g de dioxinas/furanos por ano, dizendo que no máximo 1/3 desse valor corresponde à co-incineração. Seguidamente, estimou as emissões de um fogão de sala que queima 4 toneladas de madeira por ano (considerado que esta situação é representativa do caso português), citando um relatório dinamarquês que supostamente dizia que cada **quilograma** de lenha emite **200 nanogramas** (ng) de dioxinas / furanos.

Quando se verifica o relatório dinamarquês citado, observa-se que o valor **200 ng / kg** não aparece em lado nenhum. Apenas aparece o valor **200 ng / tonelada**, ou seja, 1000 vezes menor do que o valor usado pela CCI. Do relatório dinamarquês tira-se também que os 200 ng / tonelada não se referem a fogões de sala ("wood stoves") mas sim a um outro tipo de queima, mais industrial ("wood furnaces"). O valor para fogões de sala aparece numa outra secção do relatório dinamarquês, e é 1.9 ng / kg, ou seja, mais de 100 vezes menor do que o valor que a CCI usa nos seus cálculos.

Ou seja, o relatório da CCI sugere que houve um **duplo erro por parte da CCI**: por um lado, trocou toneladas por quilos. Por outro, utilizou um valor de uma secção de queima mais industrial em vez de usar o valor da queima em fogões de sala.

Não há dúvida de que **o valor 200 ng/kg usado pela CCI para queima residencial de madeira está errado**. A bibliografia científica demonstra-o e a CCI sabe disso, uma vez que viu essa bibliografia. No entanto, a CCI continua a negar que errou.

## A secção das lareiras do relatório da CCI

Após concluir que uma cimenteira como a de Souselas emite 0,41 g de dioxinas/furanos por ano, a CCI escreve no seu relatório (Anexo II, pgs. A11-A12):

### "Queima de lenha:

Emissão de dioxinas/furanos para queima de madeira em fogões de sala: **200 ng I-TEQ/ kg lenha** <sup>1</sup>

Uma utilização regular de um fogão de sala consome tipicamente no nosso país cerca de 4 ton/ano.

1 fogão de sala que queime 4 ton /ano produz:  $200 \times 10^{-9} \text{ g I-TEQ/ kg} \times 4 \times 10^3 \text{ kg/ano} = 8 \times 10^{-4} \text{ I-TEQ g /ano}$ .

Quantos fogões de sala equivale a emissão anual de dioxinas/furanos por uma cimenteira:

$0,41 \text{ g I-TEQ/ } 8 \times 10^{-4} \text{ I-TEQ g} = 513 \text{ fogões}$

O máximo que corresponde à queima de RIP será 1/3 deste valor, cerca de 170 fogões.

**Se queimar madeira tratada os valores das emissões poderão aumentar de 4 a 35 vezes <sup>1</sup>, o que significa que o valor anterior se reduziria de 43 a 5 fogões de sala a queimar 4 ton/ano de madeira tratada.**

<sup>1</sup> Working Document: [Dioxin Sources, Levels and exposures in Denmark. Danish Environmental Protection Agency, 20 Oct. 1997.](#)"

A frase a vermelho **desapareceu** na versão actual do relatório (versão impressa e versão on-line). Essa frase existia no relatório apresentado inicialmente, em Maio de 2000.

Ao contrário do que a CCI refere no trecho acima, no [relatório dinamarquês](#) citado não aparece o valor 200 ng/**quilograma**. Aparece sim um factor 200 ng/**tonelada**, poucas linhas depois dos dados que a CCI utiliza para referir que "as emissões poderão aumentar de 4 a 35 vezes" se se considerar madeira tratada. Estes valores, que aparecem todos na secção de queima **industrial** de lenha, não se referem ao caso que a CCI estava a considerar (queima **residencial** de lenha).

A CCI sempre negou que tivesse pretendido usar o valor 200 ng/tonelada, porque isso implicaria admitir que se tinha enganado nas contas (errando duplamente, ao trocar as toneladas por quilogramas e ao utilizar o valor 200 ng que se refere a um tipo diferente de queima de lenha do que o que estava a considerar). O valor utilizado no relatório dinamarquês para queima residencial de lenha é 1.9 ng/kg, mais de 100 vezes menor do que o usado pela CCI.

---

Relativamente à comparação com as lareiras, a CCI disse, num texto intitulado "Apreciação às críticas feitas ao relatório da CCI" (disponível no site Internet da CCI), o seguinte:

"O exemplo das lareiras, que foi muito mediatizado, irritou muito os nossos críticos ao dar uma imagem simples que, segundo eles 'ridicularizou a emissão de dioxinas por cimenteiras'. De facto, revelou em termos simples que um tal efeito é desprezável ou banal."



É notável que a CCI tenha deturpado de forma tão grosseira a "imagem simples" que pretendia dar aos portugueses acerca da perigosidade das emissões resultantes da co-incineração:

- a CCI aproveitou-se do facto da maior parte das pessoas ignorar que **a queima residencial de lenha não é tão inócua quanto geralmente se pensa** para as induzir a pensar que as emissões da cimenteira são inócuas. Ora não se pode mostrar que a co-incineração é inócua comparando-a com algo que também não o é (a queima de lenha fortemente tratada é particularmente perigosa e, ao contrário do que a CCI considerou, não é nada frequente em residências).
- Por outro lado, a CCI considerou que cada fogão de sala queima tipicamente 4 toneladas de lenha por ano, o que é exagerado como valor médio. Desta forma, a CCI fez diminuir o número de fogões de sala correspondentes à co-incineração, contribuindo para uma falsa ideia de inocuidade das emissões.
- Por outro lado, os cálculos assumem implicitamente que a cimenteira com co-incineração emite as mesmas dioxinas do que sem co-incineração, o que tem sido amplamente contestado.

Deseducar as pessoas desta maneira não parece sério e não faz certamente parte das competências da CCI.

# 1ª explicação da CCI para o erro das lareiras: (justificação do valor 200 ng/kg)

Explicação dada pelo presidente da CCI à TSF  
(25/5/00 - próprio dia em que a notícia do erro das  
lareiras saiu pela 1ª vez no jornal "Público")

Fonte citada: [Relatório dinamarquês](#)

"Os exemplos que deu estão válidos e consegue-se explicar a confusão. Os valores das 200 nanogramas de emissão de dioxina por tonelada dizem respeito a caldeiras industriais para queima de madeira e nunca fogões de sala. Para fogões de sala podemos, no mesmo documento [relatório dinamarquês - ver ao lado], ter outro processo de esquicar, que é função de emissão total de dioxinas que anda, enfim, por ano, cerca de 30 gramas - pode ir a **30 gramas**, pode ir até **50 gramas** por ano na Dinamarca, para um consumo de **200 mil toneladas**. O que mais ou menos dá valores entre 150 nanogramas por quilo de lenha e 250 nanogramas por quilo de lenha. Portanto o valor de 200 é perfeitamente aceitável."

"The **first Danish investigation** from 1986-87 of dioxin emissions from two wood stoves burning different fuels was published in 1990 (Dyrnum et al. 1990; Vikelsoe et al. 1991). The samples were taken direct from the stove-pipe. The results showed flue-gas concentrations ranging from 1,000 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> for household waste briquettes to 65,000 ng PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> for PCP-impregnated wood. Dioxin emissions from burning beech wood ranged 1-200 ng/Nm<sup>3</sup>. The assumption at all calculations was that one kg of fuel generated 8.6 Nm<sup>3</sup> flue gas (O<sub>2</sub>% not reported), and the annual amount of burned fuels in the stoves was about **222,000 ton**. The annual emissions of dioxins from Danish wood stoves were estimated to 3,629 g PCDDs/year and 220 g PCDFs/year or to **32 g N-TEQ/year** (N-TEQ assumed as 1.5% of dioxin content). Taking into account the great uncertainty of the results from this **preliminary** investigation, the total emission was reported as **10-50 g N-TEQ/year**. **This large emission was not expected. It was explained by non-representative samples, analytical interference by wood tar, and those flue gas samples from pure wood burning, were contaminated by carry-over from previous burning of PCP-treated wood.**"

Os cálculos que o presidente da CCI indica, em jeito de se estar apenas a estimar uma ordem de grandeza, só dão 200 ng/kg se se deturparem os dados do relatório dinamarquês:

valores utilizados pelo  
presidente da CCI nas suas declarações à TSF:

valores do relatório  
dinamarquês

**200 000 toneladas de lenha emitem 30 a 50 g de dioxinas**      **222 000 toneladas de lenha emitem 10 a 50 g de dioxinas**

Logo, cada quilo de lenha emite 150 a 250 ng/kg de dioxinas, portanto a média dá **200 ng/kg**.

Logo, cada quilo de lenha emite 45 a 225 ng/kg de dioxinas, portanto a média dá **135 ng/kg** (e não 200).

A CCI foi buscar estes dados justamente ao pior dos estudos descritos no relatório dinamarquês (um estudo preliminar e o mais antigo). Os valores de emissão são descritos como anormalmente elevados e não eram esperados, estando as razões bem claras no relatório dinamarquês: amostras não representativas, presença de alcatrão na madeira, medidas com madeira pura que foram contaminadas por gases resultantes da queima prévia de madeira tratada com Pentaclorofenol (PCP), que emite muito mais dioxinas. Obviamente, a CCI sabia que este estudo não era credível mas mesmo assim decidiu dar esta justificação, que nem mesmo para estimar uma ordem de grandeza é válido.

## Questões por esclarecer:

*Porque é que a CCI deu esta explicação, se ela não serve (não é nada credível cientificamente e além disso não dá 200 ng/kg)?*

*Se a CCI tinha realmente uma explicação para a forma como fez as contas (a 2ª explicação, a "oficial"), porque é que não a deu logo e preferiu dar esta, que era muito pior e facilmente rebatível?*

*Porque é que nesta 1ª explicação a CCI não referiu nada sobre madeira tratada ou sobre lareiras abertas, os factores que levaram à escolha do valor 200 ng/kg? (a acreditarmos na explicação oficial da CCI)*

## 2ª explicação (a oficial) para o caso das lareiras: (justificação do valor 200 ng/kg)

Resumidamente, esta explicação da CCI considera que os 200 ng/kg resultam de um cálculo que considera as seguintes condições:

- em Portugal só se queima lenha em lareiras abertas, que emitem 10 vezes mais dioxinas do que fogões de sala fechados (citação de um estudo holandês referido num relatório australiano).
- os fogões fechados emitem 1.9 ng/kg quando queimam madeira limpa (citação do relatório dinamarquês).
- metade da lenha queimada nas lareiras é tratada. Considerando que a madeira tratada está 50% impregnada, as emissões aumentam 19,5 vezes relativamente à queima de madeira limpa (citação do relatório dinamarquês).

Versão original da explicação (site Internet da CCI, [www.incineracao.online.pt/cci/publico.htm](http://www.incineracao.online.pt/cci/publico.htm)):

"No jornal Público de 25 de Maio foi publicada, a respeito do relatório da Comissão Científica Independente, uma notícia intitulada "Cientistas trocam toneladas por quilos nas contas". Nesta notícia afirma-se que o verdadeiro factor de emissão de dioxinas pela queima de lenha em lareiras é de 200 ng por tonelada, e não por quilograma, de lenha queimada. De facto, este valor consta do documento dinamarquês que a notícia refere, mas aplica-se exclusivamente à queima de madeira e outros resíduos biológicos como palha em instalações industriais. Os fogões de sala (lareiras abertas) operam com condições de temperatura muito mais baixas e sem controlo de oxigénio, pelo que produzem e emitem níveis mais elevados de dioxinas. As emissões de dioxinas dependem das características e contaminação da madeira, existindo alguma variabilidade sobre os valores médios de emissão. Na Europa queima-se nas lareiras madeira limpa e madeira contaminada; os nossos cálculos tiveram em consideração ambos os tipos de madeira. **A razoabilidade da nossa estimativa pode ser confirmada por factores de emissão holandeses que variam entre 20 ng/kg e 500 ng/kg**, dependendo do grau de contaminação da madeira. Assim sendo, a notícia divulgada pelo Público não tem qualquer fundamento.

Aveiro, 25 de Maio de 2000

Sebastião Formosinho

Comissão Científica Independente

Adenda

Suscitou algumas dúvidas o factor de emissão de dioxinas na queima de madeira

em fogões de sala, 200 ng I-TEQ/kg.

Na Dinamarca o total anual de emissão de dioxinas por queima de madeira em fogões de sala foi estimado em 10-50 g para um consumo de 222.000 ton /ano (DEPA, 1997, capítulo 6.3, parágrafo 1), o que equivale a um factor de emissão de 50-250 ng I-TEQ/kg de madeira queimada. Por comparação com a medição de emissões para a queima de madeira limpa em fogões fechados (wood stoves- factor de emissão de **1,9 ng I-TEQ/kg**, DEPA, 1997, capítulo 6.3, parágrafo 3; neste parágrafo afirma-se que há grandes diferenças de emissão para tipos diferentes de fogões) o valor anterior foi considerado muito elevado. **No entanto, nós pensamos que esta primeira gama de valores se adapta mais correctamente a Portugal, porque a queima de lenha é feita em lareiras abertas (fireplaces) e com o uso de madeira parcialmente contaminada. A queima em fogões abertos é superior à dos fogões fechados por um factor de dez vezes, segundo dados recolhidos na Holanda** (EPG, 1998, pág. 33). A madeira tratada ou contaminada sem PCP, tem um valor de emissão **4 a 35** vezes superior ao da madeira limpa (DEPA, 1997, capítulo 6.2, parágrafo 5; confirmado para lareiras abertas em EPG, 1998, pág. 33).

Considerando, por aproximação, para Portugal que a queima em lareiras ocorre com **50% de madeira limpa e igual fracção de tratada ou contaminada, e nesta com uma impregnação de 50% (19,5 vezes)**, teremos, a partir do factor de emissão dinamarquês para fogões fechados e madeira limpa, um factor de emissão médio para as nossas condições:

$$1,9 \times 10^{[(1/2) + (1/2)]} (19,5) = 195, \text{ aprox. } 200 \text{ ng I-TEQ/kg}$$

Para madeira tratada com PCP o factor de emissão pode ir aos 500 ng I-TEQ/kg (EPG, 1998, pág. 33).

Referências:

DEPA (1997) Working Document: Dioxins - Sources, Levels and Exposures in Denmark, Danish Environmental Protection Agency, 20 Out 1997.

<http://irptc.unep.ch/pops/dendiox.html>

EPG (1998) Sources of furans and dioxins in Australia: Air emissions.

Environment Australia's Environment Protection Group (EPG). Commonwealth of Australia, Report

432b. <http://www.environment.gov.au/epg/chemicals/dioxins.html>"

# Questões por esclarecer:

*Porque é que nada corrobora a explicação oficial da CCI mas tudo a contradiz?*

## Questões:

*Como se explica que a CCI tenha escrito na versão original do relatório a frase agora desaparecida, a qual implica que a CCI tinha considerado madeira limpa nos cálculos? Frase essa que faz todo o sentido se se considerar que a CCI trocou toneladas por quilos mas que nega claramente a explicação oficial dada pela CCI?*

*Porque é que a CCI não refere em lado nenhum do relatório que a lenha era parcialmente **tratada**, se diz na sua explicação oficial que fez questão em ter em conta esse aspecto, que tem uma importância decisiva no resultado final?*

## Observações / Factos:

Justificação dada pela CCI para ter retirado a frase do relatório: tratou-se de um "erro de contexto".

No entanto, a frase não está fora de contexto e até é perfeitamente lógica se se admitir que 1) a CCI trocou toneladas por quilos e 2) usou os dados de uma secção que não devia do relatório dinamarquês.

A CCI diz na sua explicação oficial que fez questão em considerar que parte da lenha era tratada, uma vez que esta emite muitas vezes mais dioxinas e iria influenciar significativamente os resultados do cálculo (e por isso não quis usar o valor 1.9 ng/kg do relatório dinamarquês, referente a queima de lenha em fogões de sala).

No entanto, o relatório da CCI apenas menciona o termo "lenha" (nunca referindo que ela é tratada). O cuidado que a CCI diz ter tido ao ter em conta que parte da madeira é tratada é pois contraditório com a falta de cuidado revelada na escrita do relatório, onde nada é referido sobre o tipo de madeira considerado.

Em todos os estudos estrangeiros (australianos, holandeses, ingleses, franceses, comunidade europeia,...) onde é tido em conta que parte da madeira é tratada, explicita-se sempre as hipóteses consideradas (percentagem de madeira tratada e valores das emissões de dioxinas por cada tipo de queima de madeira). Por outro lado, é possível confirmar esses factores porque em geral se indica o número de gramas de dioxinas emitido para uma dada quantidade de lenha queimada. Os elevados valores usados pela CCI são desmentidos pelos estudos estrangeiros (ver [tabelas](#)). Nenhum estudo corrobora os valores usados pela CCI.



*Analogamente, como é que se explica a contradição entre 1) o cuidado que a CCI diz ter tido ao querer considerar **lareiras abertas** e 2) a falta de cuidado demonstrada na escrita do relatório, onde apenas são referidos "**fogões de sala**", sem nunca se referir se são abertos ou fechados ou sequer o termo "lareiras"?*

A CCI diz que as lareiras abertas emitem 10 vezes mais dioxinas do que as fechadas, segundo um estudo holandês que aparece num relatório australiano (esse estudo nunca é referido no relatório da CCI: apenas é referido na 2ª explicação, dada a posteriori).

O termo "lareira" nunca é usado no relatório. Por outro lado, não faz sentido a CCI dizer que quis ter explicitamente em conta o factor 10, para depois se esquecer de o mencionar no relatório. E também não faz sentido que a CCI tenha utilizado sistematicamente o termo "fogões de sala" no seu relatório quando diz que quis ter o cuidado de considerar "lareiras abertas".

*Analogamente, como é que a CCI explica que as importantes hipóteses de que afirma ter partido (segundo a sua explicação oficial - queima, em lareiras abertas, de metade de madeira tratada com 50% de impregnação e metade madeira limpa) não apareçam em lado nenhum do relatório, apesar de poderem influenciar o resultado do cálculo em mais de 100 vezes?*

Hipóteses que influenciam dessa forma o resultado final não devem ser "esquecidas" na escrita do relatório!

*Idem para o cálculo efectuado pela CCI para chegar ao resultado 200 ng/kg. Porque é que ele não foi apresentado, se é justamente a parte mais difícil de seguir e se foram apresentados passo a passo outros cálculos bem mais simples?*

No relatório, o valor 200 ng/kg aparece de repente, sem qualquer cálculo associado, citando-se como fonte unicamente o relatório dinamarquês, o qual apenas tem o valor 200 ng por tonelada e não por quilo. Os cálculos que a CCI faz para chegar ao valor 200 ng/kg são no mínimo estranhos (utilizam valores referentes a outro tipo de queima, mais industrial), mas teria sido possível incluí-los no relatório.

*Porque é que o relatório australiano que a CCI diz ter usado nunca é citado na secção das lareiras?*

*Se a CCI usou realmente o relatório australiano nos cálculos, então porque é que precisou do relatório dinamarquês? O australiano tinha tudo o que era preciso!*

Na sua explicação oficial dos 200 ng/kg, a CCI usa o relatório dinamarquês para encontrar um factor (19.5) que tenha em conta o acréscimo de emissões da lenha tratada relativamente às emissões de madeira limpa.

Para justificar os 200 ng/kg, a CCI também usa os dados de um estudo holandês que é citado no relatório australiano. Esse estudo diz que as lareiras abertas emitem 10 vezes mais dioxinas do que as lareiras fechadas. Além disso, esse estudo tem todos os dados que a CCI precisava, justamente na tabela que a CCI usou (ver abaixo), uma vez que tem os factores de emissão para lareiras abertas e fechadas, usando madeira limpa e madeira tratada. Ou seja, a acreditar nesta explicação da CCI, o relatório dinamarquês não era preciso para nada, embora seja o único citado no relatório da CCI!

O factor 19.5 que a CCI usou na sua explicação corresponde à média de 4 e 35, valores que surgem na frase que desapareceu do relatório, e que se referem a **queima em instalações industriais** e não à **queima residencial** de lenha. Não é nada evidente que este factor possa ser usado para a queima em lareiras. Aliás, se usarmos os valores do estudo holandês que a CCI refere (ver tabela abaixo), vemos que as emissões com madeira tratada queimada em lareiras são apenas 5 vezes maiores, e não 19.5!

Por que será que a CCI foi buscar o factor 19.5 ao relatório dinamarquês e à secção errada (a secção de queima industrial, a dos 200 ng/**tonelada**...)? Terá sido porque era preciso arranjar uma forma de citar o relatório dinamarquês e de as contas darem 200 ng/kg? E porque é que mesmo assim o resultado (194,75) teve de ser duplamente arredondado?

[Relatório australiano](#) (pg. 33, tabela 10):

Estudo e tipo de queima	Emissões (ng/kg)
<b>USA</b>	
média	0.5
<b>Reino Unido</b>	
madeira limpa, fogão a lenha ("wood stove")	1-3
madeira limpa, lareira ("fireplace")	1-29
madeira tratada, fogão a lenha	10-50
madeira tratada, lareira	10-50
<b>Holanda</b>	
madeira limpa, fogão a lenha	2.2
madeira limpa, lareira	20
madeira tratada sem Pentaclorofenol (PCP), fogão a lenha	10
madeira tratada sem PCP, lareira	100



madeira tratada com PCP, fogão a lenha	50
madeira tratada com PCP, lareira	500

A tabela acima permite ainda constatar que o valor 200 ng/kg usado pela CCI é enorme. Embora a CCI considere que se queima 50% de madeira tratada, o valor 200 ng/kg a que chega é 2 vezes maior do que considerar-se que se queima 100% de madeira tratada sem PCP em lareiras (segundo os próprios dados holandeses que a CCI usou). E se usarmos os dados ingleses (10-50 ng/kg), os 200 ng/kg são 4 a 20 vezes maiores. A CCI não reparou nesta evidente contradição, se diz que teve tanto cuidado nas suas hipóteses?!

A CCI usou o valor 500 ng/kg, correspondente a madeira **fortemente contaminada com PCP** (expressão usada no inventário europeu de dioxinas), para justificar que o valor 200 ng/kg faz algum sentido. Aproveita-se assim do facto de a maior parte das pessoas não saber o que é o Pentaclorofenol (PCP) e por isso não saber até que ponto é ridículo considerar-se essa hipótese. Para se ter uma ideia, pode-se referir que o uso deste produto está proibido em muitos países e que a madeira tratada com PCP não precisa sequer de ser queimada para emitir dioxinas (elas evaporam-se da madeira tratada com PCP). O valor 200 ng/kg que a CCI usa é praticamente igual ao que se obteria se se considerasse que metade da lenha queimada em lareiras é fortemente contaminada com PCP, o que é uma hipótese perfeitamente absurda e de forma alguma representativa do que se queima tipicamente nas lareiras portuguesas.

*Em que elementos científicos é que a CCI se baseou para fundamentar a hipótese de que em Portugal 50% da lenha que se queima em lareiras é tratada? Esses 50% são desmentidos pelo próprio estudo que a CCI utilizou na sua explicação (estudo holandês citado no relatório australiano), mas também por estudos ingleses, dinamarqueses, neo-zelandeses, australianos, franceses, o inventário da comunidade europeia, ...?*

Ver [a 2ª explicação da CCI está errada](#).

*Porque é que a CCI não considerou também que em Portugal também se queima lenha em fogões de sala fechados?*

O [relatório australiano](#) que a CCI usou na sua explicação cita os seguintes valores para percentagem de madeira queimada em lareiras ("fireplaces") e em fogões de sala ("wood stoves") (pg. 66-67):

<b>Austrália</b>	
fogões de sala	2/3 (67%)
lareiras (abertas)	1/3 (33%)
<b>Holanda</b>	
fogões de sala	60%

A CCI usou 100% de madeira queimada em lareiras abertas (o que liberta mais dioxinas).

*Como é possível que a CCI insista em dizer que o valor 200 ng/kg está correcto, tendo para tal escrito numerosos artigos nos jornais e no site Internet da CCI, quando é por demais evidente que toda a literatura científica o contradiz? Mesmo quando o erro foi apontado, a CCI não deu conta?!*

A generalidade dos estudos estrangeiros consideram que a madeira tratada que é tratada em lareiras corresponde a uma percentagem mínima do total (5%, segundo o próprio estudo holandês usado na justificação oficial), e não os 50% usados pela CCI (ver [a 2ª explicação da CCI está errada](#)). Além disso, eles consideram que 1kg de lenha queimada em residências emite dezenas a centenas de vezes menos dioxinas do que o que a CCI diz.

A CCI começou por fundamentar os seus cálculos no relatório dinamarquês, mas esta fonte contradiz a CCI. Depois, a CCI referiu o relatório australiano que cita o estudo holandês, mas quando se verificou esta fonte, constatou-se que afinal ela também contradiz a CCI. Depois, a CCI passou a referir um relatório suíço que não fala de emissões gasosas, o caso que se está a considerar, mas sim de cinzas. Mesmo que se tivessem as cinzas em conta, a CCI não teria razão - as cinzas apenas servem para desviar a atenção da questão principal, que é saber como é que a CCI fez **realmente** os cálculos (para se saber se a CCI está ou não a dizer a verdade).

Aparentemente, a CCI espera que ninguém vá confirmar o que ela diz e por isso não está particularmente preocupada em referir valores que são contraditórios com a generalidade da literatura científica: não encontramos um único estudo que sustente o valor 200 ng/kg ou os 50% de madeira tratada usados pela CCI para queima residencial, mas vimos vários que contestam esses valores (ver [a 2ª explicação da CCI está errada](#)).

**Em suma, a CCI não tem dados que apoiem o valor 200 ng/kg, mas tem a generalidade da bibliografia científica a contradizê-la. A CCI sabe disso, mas não diz nada porque tem uma relutância extrema em admitir que erra, numa atitude que é a negação da própria ciência. Deste modo, que confiança podemos ter nestes elementos da CCI para fiscalizar e controlar o processo de co-incineração?**

## A 2ª explicação da CCI também está errada

A CCI disse que o elevado valor 200 ng/kg utilizado nos cálculos daslareiras se deve a ter considerado que 50% da lenha é tratada e que esta é queimada emlareiras abertas, factores que fazem aumentar as emissões de dioxinas. Note-se que estas hipóteses não são nunca mencionadas no relatório, uma vez que **a explicação foi dada a posteriori**, quando o erro daslareiras apareceu nos meios de comunicação social. **Não existe nada no relatório que corrobore esta explicação.**

Quando se comparam os valores 50% e 200 ng/kg com os que se utilizam em estudos estrangeiros, vê-se que os valores usados pela CCI são exageradíssimos (ver tabela a seguir). Logo, **o erro mantém-se.**

**Os próprios estudos que a CCI refere na sua explicação oficial contradizem uma vez mais a CCI.** Esses estudos consideram ([relatório australiano](#), pg. 67) que a percentagem de madeira tratada que se queima em residências é mínima (da ordem de 5% paralareiras, e não os 50% usados pela CCI) e consideram que a maior parte da madeira é queimada em fogões de sala fechados (60-67% consoante os estudos, e não os 0% da CCI).

A CCI viu com certeza que a percentagem de madeira tratada que estava a usar era muitas vezes maior do que os valores usados na literatura científica, sobretudo quando teve de rever esta bibliografia quando lhe foi apontado o erro! A bibliografia científica (inventários oficiais de dioxinas) é incontornável: os relatórios indicam claramente as hipóteses consideradas quanto às condições de queima de lenha residencial, e estas contradizem as que a CCI diz ter utilizado (na sua explicação oficial).

É inverosímil que a CCI não tenha reparado que o valor que estava a usar era incorrecto, se é realmente verdade que fez as contas de acordo com o que diz na sua explicação oficial. Ou seja, a explicação oficial da CCI é inverosímil.

Comparação entre os factores de emissão usados pela CCI e os factores usados em estudos estrangeiros (emissão de dioxinas por quilograma de madeira - queima residencial tendo em conta que parte da lenha é tratada)

Estudo	Percentagem de madeira tratada	Emissões (ng/kg)	Observações
<b>Portugal (Comissão Científica Independente - CCI)</b> <a href="#">relatório original</a> (com a frase desaparecida) <a href="#">relatório alterado pela CCI</a> (sem a frase)	50%	200	a CCI considerou apenas a queima emlareiras abertas (explicação oficial da CCI), não considerou fogões de sala fechados.
<b>Holanda</b> (estudo usado na explicação oficial da CCI. Fonte: <a href="#">relatório australiano</a> )	5% (lareiras)	11,9 - 24,7 (*)	Este estudo considera que 60% da queima de madeira residencial faz-se em fogões fechados.
<b>Australia</b> ( <a href="#">relatório australiano</a> citado pela CCI na sua explicação oficial)	5% (lareiras)	3,6 - 24,5 (*)	Este estudo considera que 2/3 da queima de madeira residencial faz-se em fogões fechados.

<b>França</b> ( <a href="#">ministério do ambiente</a> )	5%	1,3 - 4,3 (*)	
<b>Comunidade Europeia</b> ( <a href="#">inventário europeu de dioxinas</a> )	16% sem PCP, 1% com PCP	13,8 (*)	Este inventário considerou que não era necessário distinguirlareiras abertas de fogões fechados. Os 16% usados são retirados do estudo holandês e correspondem à percentagem de madeira tratada que é queimada em fogões <i>fechados</i> . Se tivessem usado os 5% que correspondem àslareiras abertas, o factor de emissão seria menor.

(\*) - estes valores resultam de cálculos feitos utilizando os dados e hipóteses apresentados nos respectivos relatórios (factores de emissão, % de madeira queimada, % de queima emlareiras abertas / fogões fechados) [[ver explicação detalhada](#)]

Na tabela acima, observa-se que a percentagem de madeira tratada utilizada pela CCI é 10 vezes maior do que a que é usada nos próprios relatórios estrangeiros que a CCI citou na sua explicação oficial. Por isso, o valor 200 ng/kg utilizado pela CCI é muitas dezenas de vezes maior do que os valores usados em estudos estrangeiros.

Há mais estudos que referem que a percentagem de madeira tratada é muito pequena: o estudo inglês citado no [relatório australiano](#) considera 10% de madeira tratada, assim como o [relatório neo-zelandês](#). Um [relatório dinamarquês mais recente](#) do que o usado pela CCI também refere que se queima predominantemente madeira limpa. Mas não bastaria usar o senso comum? Porque é que a CCI considera que se queimam tipicamente 2 toneladas de lenha tratada nas casas portuguesas? Por acaso queimamos regularmente os móveis que temos em casa?

Nenhum estudo sustenta os 50% de madeira tratada considerados pela CCI. No seu site da internet, a CCI diz que aplicou um "critério de minimização da incerteza" que consiste no seguinte: quando não se sabe a percentagem, usa-se a média do valor máximo e mínimo, ou seja, 50%. Mas então a CCI não viu que a percentagem a usar está claramente indicada no próprio [relatório australiano](#) que a CCI diz ter utilizado? (pg. 67: 5% paralareiras - estudo holandês.) E não reparou que o Inventário Europeu de Dioxinas, que a CCI tanto cita no seu relatório, também discute essas percentagens e usa valores muito inferiores para o caso português (ver tabela)? E não viu que a geralmente os relatórios descrevem detalhadamente os valores de emissão e as hipóteses consideradas (à excepção do relatório da CCI)?

Não encontramos nenhum relatório que utilize um valor igual ou superior ao usado pela CCI para estimar emissões de dioxinas devido a queima residencial de lenha. O único valor superior a 200 ng/kg existente na bibliografia é o valor 500 ng/kg (estudo holandês), muito referido pela CCI nas suas justificações, mas que se refere apenas a um tipo muito específico de madeira (fortemente tratada com PCP), que

corresponde a uma pequeníssima percentagem da madeira queimada em residências (1% do total, segundo o Inventário Europeu de Dioxinas). Não é de modo nenhum a madeira usada tipicamente para queima residencial, como a CCI muito bem sabe!

Ultimamente a CCI tem referido outros valores mais elevados do que 200 ng/kg, mas que se referem a **cinzas** e não emissões gasosas. Ora as cinzas não têm nada a ver com os cálculos que foram feitos no relatório, as emissões gasosas é que têm. De resto, é sintomático que a CCI procure agora justificar as contas das lareiras recorrendo às cinzas: isto mostra que ela sabe que não consegue justificar as suas contas com as emissões gasosas que estão descritas na bibliografia científica (ver tabelas desta página) e por isso tem de recorrer a factos novos que não foram considerados nos cálculos iniciais.

Em todo o caso, **mesmo que se considerem as dioxinas que ficam nas cinzas, a CCI não tem razão:** os factores usados para cinzas no relatório [Releases of Dioxins and Furans to Land and Water in Europe](#) (Comunidade Europeia, 1999, pg. 36) são de 0,3 a 17 ng por kg de lenha limpa e de 0,1 a 37 ng por kg de lenha tratada (estes valores resultam de um cálculo com base nos dados do relatório - os factores de emissão que a CCI refere no seu site da Internet parecem mais elevados porque são dados por **quilograma de cinzas** e não por **quilograma de lenha** e por isso é necessário ter em conta que as cinzas geradas por combustão correspondem a apenas 0,4-3,4% do peso da lenha).

Finalmente, refira-se que a CCI considerava no seu relatório que "se queimar madeira tratada os valores das emissões poderão aumentar de 4 a 35 vezes" (pg. A12, frase que a CCI fez desaparecer). Ou seja, a CCI considerava que o factor de emissão com madeira tratada era **800 a 7000 ng/kg!!!** (4 a 35 vezes maior do que 200 ng/kg). Compare-se com os valores usados nos estudos estrangeiros apresentados nesta página para se ter uma ideia de quão distante da realidade (e do conhecimento científico...) a CCI estava. E de quão errada era a percepção da CCI dos riscos associados à co-incineração, na altura em que apresentou o relatório. Ela considerava que as emissões de dioxinas devido à co-incineração numa cimenteira como a de Souselas correspondiam às de 170 lareiras a queimar 4 toneladas de lenha por ano, mas se se queimasse madeira tratada, **a CCI achava admissível que a co-incineração em Souselas correspondesse à queima típica de lenha em apenas 5 (cinco) lareiras!**

Como é possível que a CCI ignore toda a bibliografia científica e mantenha os 200 ng/kg?! Quando é que a CCI começa a assumir os seus erros?

Factores de emissão usados para estimar emissões resultantes da queima residencial de madeira (estudos que não consideram madeira tratada por desprezar ou ignorar a sua contribuição)

Estudo e tipo de queima	Emissões (ng/kg)
Portugal (Comissão Científica Independente - CCI)	200
Suécia*	
fogões de sala	0,13 - 0,3
Suíça*	
fogões de sala abertos	0,77
fogões de sala fechados	1,25

**Holanda\***fogões de sala, madeira limpa  
lareiras abertas, madeira limpa1,0 - 3,3  
13 - 29**Alemanha\***fogões de sala, madeira limpa  
lareiras abertas, madeira limpa0,53 - 0,94; típico: 0,71  
0,07 - 1,25; típico: 0,46**Nova Zelândia** ([ministério do ambiente](#))fogões de sala fechados, madeira limpa  
lareiras abertas, madeira limpa1-3  
1-29**Canadá**[\(inventário de 1999\)](#)

2

[\(inventário de 2001\)](#)

0,5

(valor actualizado com base em novas medidas)

**EUA**[\(inventário americano, 1998\)](#)

2

**Dinamarca**[\(relatório usado pela CCI\)](#)

1,9

\* - Fonte: [relatório dinamarquês mais recente](#) (2000)



# Comparação entre os factores de emissão usados pela CCI e os factores usados em estudos estrangeiros (emissão de dioxinas por quilograma de madeira - queima residencial tendo em conta que parte da lenha é tratada)

[dados de 10 países diferentes]

Estudo	Emissões (ng/kg)	Explicação do valor
Portugal (Comissão Científica Independente - CCI) <a href="#">relatório original</a> (com a frase desaparecida) <a href="#">relatório alterado pela CCI</a> (sem a frase)	<b>200</b>	A CCI errou.

**Holanda** (estudo usado na explicação oficial da CCI.  
Fonte: [relatório australiano](#))

**11,9 -  
24,7**

O relatório australiano diz na pg. 67 o seguinte:

"[...] the Netherlands data indicates that treated wood comprises 20% and 5% of wood burned in stoves and **fireplaces** respectively. Additionally, about 60% (i.e. two thirds) of the residential wood burned in the Netherlands was done so in wood stoves [...]"

Na tabela 10 (pg. 33) do mesmo relatório estão os valores usados no estudo holandês para as emissões da queima de madeira:

Holanda	Emissões de dioxinas e furanos (ng/kg)
<i>Clean Wood</i>	
- Wood stove	2.2
- Fireplace	20
<i>Treated Wood</i>	
- Wood stove	
with PCP	50
no PCP	10
- Fireplace	
with PCP	500
no PCP	100

Com estes dados, pode-se ver que o valor de emissões usado

pelos holandeses situa-se entre 11.2 e 24.7, correspondendo aos casos de a madeira ser tratada sem PCP ou com PCP, respectivamente.

O valor 11,9 obtém-se atendendo a que 60% da queima é feita em fogões de lenha ("wood stoves", 20% de madeira tratada sem PCP) e 40% em lareiras ("fireplaces", 5% de madeira tratada sem PCP):

$$40\% * (5\% * 100 + 95\% * 20) + \text{---> (lareiras)}$$

$$+ 60\% * (20\% * 10 + 80\% * 2,2) \text{---> (stoves)}$$

$$=$$

$$= 9,6 + 2,3 = 11,9$$

O valor 24,7 obtém-se do mesmo modo mas usando os valores para madeira tratada com PCP:

$$40\% * (5\% * 500 + 95\% * 20) + \text{---> (lareiras)}$$

$$+ 60\% * (20\% * 50 + 80\% * 2,2) \text{---> (stoves)}$$

$$=$$

$$= 17,6 + 7,1 = 24,7$$

O valor mais correcto deve situar-se próximo do limite inferior (11,9), porque em geral apenas uma pequena parte da madeira tratada está contaminada com PCP.

**Ou seja, o estudo holandês (a que a CCI teve de recorrer a *posteriori* na sua explicação oficial) usa um valor perto de 20 vezes inferior ao da CCI.**

**Australia**  
([relatório australiano](#)  
citado pela CCI na sua  
explicação oficial)

**3,6 -  
24,5**

Na pg. 66, o relatório australiano refere o seguinte:

"two thirds of the residential wood combusted is done so in wood heaters while the remaining is used for open fires. It was assumed that wood heaters are equivalent with stoves, while open fires may be equated with fireplaces."

e na pg. 67:

"For this study it was assumed that treated wood accounts for 15% and 5% of the wood burned in stoves and **fireplaces** respectively."

Os valores de emissão usados para cada categoria encontram-se na tabela 26 (pg. 64):

Fonte	Factor de emissão (ng/kg)	Quantidade de lenha queimada (kton / ano)	Dioxinas / Furanos Emitidos (g/ano)
-------	---------------------------	---	-------------------------------------



Residential wood combustion -stove				
clean	1-3	2300	2.3-7	
treated	10-50	400	4-20	
-fireplace				
clean	1-29	1230	1.2-36	
treated	100-500	70	7-35	

Ou seja, o relatório australiano considera que a queima de 4000 kilotoneladas por ano de lenha (= 2300 + 400 + 1230 + 70 kton = 4000 kton =  $4 \times 10^9$  kg) emitem de 14,5 (= 2,3 + 4 + 1,2 + 7) a 98 (= 7 + 20 + 36 + 35) g de dioxinas / furanos. Por isso, o factor de emissão utilizado no relatório australiano para queima residencial de lenha vai de 3,6 ng/kg (=  $14,5 \times 10^9$  ng /  $4 \times 10^9$  kg) a 24,5 ng/kg (=  $98 \times 10^9$  ng /  $4 \times 10^9$  kg).

**Por isso, o relatório australiano (a que a CCI recorreu a *posteriori* na sua explicação oficial) usa um factor de emissão 8 a 55 vezes inferior ao da CCI.**

**França** ([ministério do ambiente](#))

**1,3 - 4,3**

A página do ministério do ambiente francês diz:

"En ce qui concerne les foyers domestiques, pour une quantité de bois consommée de 23 millions de tonnes, l'émission annuelle peut être estimée à environ 30 grammes. En revanche, dans l'hypothèse où 5 % de bois adjuvantés seraient brûlés dans les foyers domestiques, les émissions atteindraient environ 100 grammes par an."

Se 23 milhões de toneladas de madeira emitem 30 gramas de dioxinas / furanos, então o factor de emissão é 1,3 ng/kg (=  $30 \times 10^9$  ng /  $23 \times 10^9$  kg).

Se a madeira for tratada (5%), o factor de emissão será 4,3 ng/kg (=  $100 \times 10^9$  ng /  $23 \times 10^9$  kg)

**Ou seja, o ministério do ambiente Francês usa um valor cerca de 50 a 150 vezes menor do que o da CCI.**

**Comunidade Europeia**  
([inventário europeu de dioxinas](#))

**13,8**

Na pg. 48 considera-se que se queima 16% de madeira tratada (1% com PCP):

"on the basis of a special study 16% of the total burned wood are assumed to be polluted, and about 1% being contaminated with PCP."

Na tabela 2 aparecem os factores de emissão usados para queima residencial de lenha:

tipo de madeira queimada	emissão de dioxinas/furanos (ng/kg)
limpa	1
ligeiramente contaminada (sem PCP)	50
fortemente contaminada (com PCP)	500

Daqui se tira que este inventário considerou um factor de emissão 13,8 ng/kg:

$$13,8 \text{ ng/kg} = (1\% * 500) + \text{---> madeira tratada com PCP}$$

$$+ (16\% * 50) + \text{---> madeira tratada sem PCP}$$

$$+ (83\% * 1) \text{---> madeira limpa}$$

Este valor 13,8 ng/kg é usado neste relatório para estimar a emissão de dioxinas para o **caso português** (uma vez que não existe um inventário português). Pode-se confirmar que 13,8 foi o valor efectivamente usado através da tabela 6 (pg. 54), onde se diz que se queimam 4278 milhares de toneladas de madeira por ano nas casas portuguesas, e pela tabela 8 (pg. 56), que refere que a emissão de dioxinas por ano devido à queima de lenha nas residências portuguesas é 59,2 g.

$$13,8 \text{ ng/kg} = 59,2 \times 10^9 \text{ ng} / 4,278 \times 10^9 \text{ kg}$$

**Ou seja, para o caso português a Comunidade Europeia utiliza um valor 15 vezes inferior ao da CCI.**

De notar que este inventário europeu de dioxinas é muito referido pela CCI, quer no seu relatório, quer em apresentações orais, dado ser o único que estima as emissões de dioxinas para Portugal. A CCI usou por diversas vezes o valor 59,2 g (dioxinas emitidas pela queima residencial em Portugal) para relativizar as emissões da co-incineração.

A CCI chegou mesmo ao ponto de "inventar" uma maneira de chegar a um valor próximo de 59,2 g usando o seu factor de emissão 200 ng/kg! (ver site da CCI em <http://www.incineracao.online.pt/temaspolemicos/queimalixo.htm>). Curiosamente, enganou-se e usou um valor de emissão ainda

maior, 300 ng/kg... (não garantimos que esses cálculos ainda estejam na página da CCI).

Factores de emissão usados para estimar emissões resultantes da queima residencial de madeira (estudos que não consideram madeira tratada por desprezar ou ignorar a sua contribuição)

Estudo e tipo de queima	Emissões (ng/kg)
<b>Portugal (Comissão Científica Independente - CCI)</b>	<b>200</b>
<b>Suécia*</b>	
fogões de sala	0,13 - 0,3 (valor ~600x inferior ao da CCI)
<b>Suíça*</b>	
fogões de sala abertos	0,77
fogões de sala fechados	1,25 (valor ~200x inferior ao da CCI)
<b>Holanda*</b>	
fogões de sala, madeira limpa	1,0 - 3,3
lareiras abertas, madeira limpa	13 - 29 (valor 7 a 200x inferior ao da CCI)
<b>Alemanha*</b>	
fogões de sala, madeira limpa	0,53 - 0,94; típico: 0,71
lareiras abertas, madeira limpa	0,07 - 1,25; típico: 0,46 (valor ~200x inferior ao da CCI)
<b>Nova Zelândia (<a href="#">ministério do ambiente</a>, pg. 48)</b>	
fogões de sala fechados, madeira limpa	1-3
lareiras abertas, madeira limpa	1-29 (valor 7 a 200x inferior ao da CCI)
<b>Canadá</b>	
( <a href="#">inventário de 1999</a> , pg. 3-5)	2 (valor 100x inferior ao da CCI)

([inventário de 2001](#), pg. 25)

0,5

(actualização em 2001 com novas medidas: valor 400x inferior ao da CCI)

## EUA

([inventário americano, 1998](#), pg. 4-18)

2

(valor 100x inferior ao da CCI)

## Dinamarca

([relatório usado pela CCI](#), final da secção "Power Generation and Heating - wood stoves")

1,9

(valor ~100 vezes menor do que o da CCI)

\* - fonte: [relatório dinamarquês mais recente](#) (2000), fim da pg. 57 - início da pg. 58

# A justificação mais credível para o valor 200 ng/kg (mas que a CCI não quer admitir):

A CCI errou ao trocar toneladas por quilos. Em vez de usar os 200 ng/tonelada do relatório dinamarquês (único relatório citado na secção das lareiras), a CCI usou 200 ng/quilograma. Foi um duplo erro: não deveria ter sequer usado o valor 200 ng/tonelada, que se referia a queima industrial de lenha e não a queima residencial.

Tudo corrobora esta explicação e nada fica por esclarecer. Se assumirmos que esta explicação é a verdadeira, então:

- o cálculo feito no relatório fica subitamente simples, sem quaisquer contradições, omissões ou inconsistências
- o raciocínio torna-se lógico e todas as fontes usadas no cálculo são citadas (o relatório dinamarquês)
- a terminologia usada no relatório corresponde à que é usada na fonte citada (lenha / "wood")
- a frase que a CCI fez desaparecer do relatório faz todo o sentido
- o cálculo usa apenas dados de uma mesma secção do relatório dinamarquês, numa sequência lógica (os 200 ng/tonelada e os valores citados na frase desaparecida vêm de uma mesma pequena secção do relatório dinamarquês)
- deixa de haver contradição com a generalidade da literatura científica existente sobre o assunto, porque se trata de um erro da CCI.

*Porque é que tudo encaixa tão bem se se assumir que a CCI trocou toneladas por quilos?*

A explicação alternativa, a oficial da CCI, é complicada e está cheia de contradições e inconsistências inaceitáveis, mesmo após a CCI ter retirado misteriosamente a frase do relatório. Para além disso, **a explicação da CCI continua errada**, porque a hipótese dos 50% de madeira tratada não é válida (ela é refutada pelas próprias fontes que a CCI usa). Logo, de qualquer maneira, a explicação da CCI não serve.

*Porque é que a frase desaparecida vinha precisamente da mesma secção do relatório dinamarquês que conclui que a queima de lenha emite 200 ng por tonelada (e não por quilo)?*

É curioso que a CCI diga que não pretendeu usar os 200 ng/tonelada, porque se referem a queima industrial, mas acabe por usar outros valores tirados precisamente dessa secção. É coincidência?!!

# A frase desaparecida: a confissão involuntária da CCI no erro daslareiras

A CCI afirma que não se enganou no erro daslareiras. Mas, se não se enganou, então porque é que a CCI alterou o seu relatório precisamente nesta secção?! Porque é que **a CCI retirou do seu relatório uma frase que contradiz categoricamente a explicação da CCI** para a questão do erro daslareiras? E porque o fez subrepticamente (ver texto mais abaixo)?

A resposta é simples: **a CCI errou** no cálculo daslareiras e, quando o erro foi descoberto e divulgado nos meios de comunicação social, **a CCI negou que tivesse errado e tudo indica que inventou uma explicação** para justificar o valor a que chegou. Como o próprio relatório da CCI contradizia essa explicação, **a CCI alterou o relatório para esconder o erro.**

---

A CCI teve de retirar a frase denunciadora do erro porque, se não o fizesse, o relatório estaria em desacordo com a explicação oficial que a CCI deu para o cálculo daslareiras. Se a frase não tivesse sido retirada do relatório, as conclusões na secção daslareiras poder-se-iam resumir da seguinte forma (a acreditarmos na explicação oficial dada pela CCI):

*A co-incineração numa cimenteira corresponde a 170 fogões a queimar 4 toneladas de lenha por ano, considerando que metade dessa lenha é impregnada. Mas, se em vez de termos considerado que a madeira **não era** impregnada, tivéssemos considerado ela era impregnada, o número de fogões seria 4 a 35 vezes menor.*

Ou seja, o texto não traduz um raciocínio lógico, porque a segunda frase contradiz a primeira (na sua explicação oficial, a CCI diz que considerou que metade da lenha era impregnada, mas a frase que retirou do relatório denuncia que se tinha usado madeira não impregnada nos cálculos). Logo, a frase tinha de ser eliminada.

## O relatório, antes e depois da frase ter sido retirada

A CCI escreve no seu relatório (Anexo II, pg. A11-A12):

### "Queima de lenha:

Emissão de dioxinas/furanos para queima de madeira em fogões de sala: **200 ng I-TEQ/ kg lenha** <sup>1</sup>

Uma utilização regular de um fogão de sala consome tipicamente no nosso país cerca de 4 ton/ano.

1 fogão de sala que queime 4 ton /ano produz:  $200 \times 10^{-9} \text{ g I-TEQ/ kg} \times 4 \times 10^3 \text{ kg/ano} = 8 \times 10^{-4} \text{ I-TEQ g /ano}$ .

Quantos fogões de sala equivale a emissão anual de dioxinas/furanos por uma cimenteira:

$0,41 \text{ g I-TEQ/ } 8 \times 10^{-4} \text{ I-TEQ g} = 513 \text{ fogões}$

O máximo que corresponde à queima de RIP será 1/3 deste valor, cerca de 170 fogões.

**Se queimar madeira tratada os valores das emissões poderão aumentar de 4 a 35 vezes <sup>1</sup>, o que significa que o valor anterior se reduziria de 43 a 5 fogões de sala a queimar 4 ton/ano de madeira tratada.**

<sup>1</sup> Working Document: [Dioxin Sources, Levels and exposures in Denmark. Danish Environmental Protection Agency, 20 Oct. 1997.](#)"

A frase a vermelho **desapareceu** na versão actual do relatório (versão impressa e versão on-line). Essa frase existia no relatório apresentado inicialmente, em Maio de 2000.

## A justificação da CCI para o caso da frase desaparecida

Únicas justificações conhecidas a propósito da frase desaparecida (Diário de Coimbra, 21/4/2001):

"Segundo Sebastião Formosinho, presidente da CCI, o parágrafo foi omitido na edição em formato de livro, alguns meses depois da sua divulgação, mas mantêm-se os números apresentados no anexo II, onde é referido que cerca de 170 lareiras domésticas produzem tantas dioxinas durante um ano como uma cimenteira a trabalhar na sua capacidade máxima.

O cientista afirma que se trata de um **erro de contexto** já que entre as 170 lareiras referidas já tinham sido contabilizado 50% da lenha como sendo tratada - não estando este facto referido no parecer inicial - pelo que o acréscimo de emissões de dioxinas já estaria calculado, sendo desnecessário explicá-lo.

Sebastião Formosinho rejeitou a hipótese de erro de cálculo equacionado por «pessoas que não têm o "feeling" das unidades» no momento da contestação dos dados do parecer há cerca de um ano. Acrescentou que na página da Internet da CCI foram posteriormente acrescentados dados retirados de um estudo suíço mais recente, para além dos dados holandeses e dinamarqueses."



É de salientar que:

- não foi graças à CCI que se soube que a frase tinha sido retirada do relatório.
- pelo contrário, a CCI tentou esconder que tinha retirado a frase numa sessão pública de esclarecimento ocorrida em Coimbra no dia 3 de Abril de 2001 e onde estiveram presentes os 4 elementos da CCI. Nessa altura não se sabia que a frase tinha sido retirada do relatório e foi perguntado explicitamente como é que se explicava a presença daquela frase no relatório, uma vez que era contraditória com a explicação oficial da CCI. Nenhum dos elementos da CCI quis revelar à audiência que a frase tinha sido retirada, apesar de ser um dado extremamente relevante para a discussão!
- o presidente da CCI refere um novo estudo, desta vez suíço, dando a ideia de que ele fornece algum dado novo relevante para a questão de como a CCI fez **realmente** as contas. Este estudo não adianta rigorosamente nada sobre isso, até porque ele nunca foi usado nessas contas. De resto, o estudo suíço apenas menciona as dioxinas presentes nas **cinzas** da combustão de lenha, caso que não foi discutido no relatório da CCI (este apenas teve em conta as emissões gasosas). Sobre os factores relativos às cinzas, ver também [a 2ª explicação da CCI também está errada](#).
- quem lê a notícia acima pode ficar com a impressão de que os dados holandeses e dinamarqueses referidos pelo presidente da CCI sustentam os cálculos das lareiras, mas o contrário é que é verdade.
- a frase apenas foi substituída por espaços, sem se alterar mais nada em todo o texto da secção das lareiras, como se o objectivo fosse o de não se dar pela falta da frase. Parece ser claro que o objectivo não era o de clarificar ou corrigir o texto das lareiras, uma vez que as suas inconsistências e omissões permanecem.

## Porque é que a frase desapareceu do relatório?

Porque era contraditória com a explicação que a CCI tinha dado para o erro das lareiras (e que consistia em dizer que os 200 ng/kg se referiam a lenha contendo 50% de madeira tratada ou impregnada). Se a CCI tivesse realmente considerado que no cálculo das 170 lareiras parte da madeira era tratada, não fazia sentido dizer logo a seguir que, "**se fosse tratada**", os valores das emissões seriam ainda maiores 4 a 35 vezes!

Lendo o relatório dinamarquês observa-se que as "4 a 35 vezes" são tiradas de uma secção do relatório dinamarquês que não se refere à queima em fogões de sala ("wood stoves"), como a CCI pretende, mas sim a uma queima mais industrial ("wood furnaces") onde aparece o valor 200 ng/**tonelada** (e não ng/**kg**) que a CCI nega ter querido utilizar. Essa secção compara as emissões de madeira tratada com as de madeira **pura** (logo, **a CCI considerou madeira pura no cálculo e não madeira parcialmente tratada**). A parte relevante dessa secção do relatório dinamarquês é a seguinte:



"In Germany, Salthammer et al. (1995) determined dioxins in exhaust gasses from burning pure wood and impregnated woods. In the case of burning **pure wood** the emission concentrations were **0.005-0.02 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>** (11% O<sub>2</sub>), and the PCDF-congeners did dominate. When different types of **impregnated woods** (excluded were woods treated with PCP) were burned the emission concentrations increased, accordingly to expectations, to **0.02-0.7 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup>**. [...]

The emission factor for wood can be estimated to **200 ng I-TEQ/ton** firewood [...]"

*[as emissões de madeira impregnada são portanto 4 (=0.02 / 0.005) a 35 (=0.7 / 0.02) vezes maiores do que as de madeira pura]*

Ou seja, a frase que a CCI retirou do seu relatório indicava claramente que a CCI considerou madeira **pura** nos cálculos das lareiras e por isso **a explicação oficial da CCI é falsa**. O facto da CCI ter retirado do seu relatório a frase que contradiz a sua explicação é mais uma prova disso.

Por outro lado, o facto da CCI ter ido buscar o valor "4 a 35" à secção do relatório dinamarquês onde se conclui que o valor para queima de lenha industrial é 200 ng **por tonelada**, é um forte indício de que a CCI teria efectivamente utilizado esse valor, mas ter-se-ia enganado e trocado toneladas por quilos. Outro indício igualmente forte é o facto de nesse relatório dinamarquês não haver mais nenhum sítio onde apareça o valor 200 ng por unidade de peso de lenha, e o facto de a própria CCI não conseguir arranjar um modo credível de chegar ao valor 200 ng / kg.

## Perguntas

*Se a CCI retirou a frase porque pretendia clarificar o cálculo (corrigir a frase "fora de contexto" do relatório), então porque é que não aproveitou para corrigir/clarificar outros aspectos?*

*Concretamente:*

*a) porque é que não aproveitou para citar o relatório australiano a que faz referência na explicação oficial mas que não aparecia no relatório?*

*b) porque é que não aproveitou para tornar explícitas as hipóteses utilizadas no cálculo (queima de lenha parcialmente tratada em lareiras abertas)?*

*c) porque é que não aproveitou para rectificar a terminologia ambígua ("lareiras abertas" em vez de "fogões de sala" e "lenha parcialmente tratada" em vez de "lenha")?*

*d) porque é que não aproveitou para indicar que cálculo tinha usado para chegar aos 200 ng/kg usados no relatório?*

*e) porque é que não aproveitou para fundamentar convenientemente o cálculo, explicando porque é que considera que 50% da madeira queimada é tratada em vez dos 5% a 17% usados pela generalidade dos estudos científicos estrangeiros?*

---

*Quando o erro das lareiras surgiu nos meios de comunicação social, em Maio de 2000, a CCI teve seguramente de reler o relatório na secção das lareiras. Como é possível que nessa altura não tenha reparado no "erro de contexto" (palavras da CCI) que constituía a frase desaparecida e não o tenha referido e corrigido nas suas explicações?*

# Outras questões

[O erro das lareiras é importante para as conclusões do relatório?](#)

[O processo de co-incineração é científico e independente?](#)

[Há outros erros igualmente crassos no relatório da CCI?](#)

[A quantas lareiras corresponde a co-incineração, afinal?](#)

---

## O erro das lareiras é importante para as conclusões do relatório?

É. Naturalmente, ele é significativo também pelo que revela acerca da credibilidade da CCI. Mas para além desse aspecto, **a comparação das dioxinas das lareiras é utilizada pela CCI para fundamentar dois pontos chave do seu relatório**: por um lado, a afirmação de que a co-incineração em cimenteiras não tem relevância ambiental a nível local, regional ou global (pg. A13 do relatório da CCI):

"Em face destas considerações estima-se que a emissão anual de dioxinas/furanos devida à co-incineração de RIP em Portugal (40 000 ton/ano) não exceda o efeito da emissão de dioxinas/furanos de **51 fogões de sala a queimar 4 ton/ano de lenha normal** ou de 1,2 crematórios numa cidade como Lisboa.

Em suma, a emissão de dioxinas /furanos devida à queima de RIP em co-incineração por cimenteiras em Portugal **não tem relevância ambiental a nível local, regional ou global.**"

(Repare-se ainda que aqui a CCI usa o termo "lenha normal", mas a hipótese usada na explicação da CCI, de que 50% da madeira é fortemente tratada, não corresponde a lenha normal!)

Por outro, a CCI utiliza o resultado do cálculo das lareiras para estimar os **riscos** associados à co-incineração, numa secção crucial do relatório: a secção 7.2, intitulada "**Procedimento recomendado para a queima de resíduos industriais perigosos**":

O risco associado ao limite máximo legal de 0,1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> para a emissão de dioxinas/furanos por uma cimenteira a queimar RIP durante um ano é inferior ao do funcionamento anual de **513 fogões de sala queimando tipicamente 4 ton/ano** ou à emissão de dioxinas/furanos de 13 crematórios (DEPA, 1997, Anexo II); note que destas estimativas menos de 1/3 corresponde efectivamente à queima de resíduos (<170 fogões de sala; < 4 crematórios). De facto, os resíduos pré-tratados só substituirão o combustível normal numa fracção que não ultrapassará normalmente os 25% (ver Anexo II para tais estimativas). A este propósito convém ainda referir que a média de emissões de cimenteiras com co-incineração na Europa se situa cinco vezes abaixo do limite superior, o que mais reduz aqueles valores: **< 35 fogões de sala e < 1 crematório**.

A **propagação do erro** tem seguramente consequências muito mais importantes do que o erro das lareiras em si. Quais seriam as conclusões da CCI se as contas das lareiras tivessem sido bem feitas e a CCI tivesse visto que afinal a co-incineração equivale a um número muito maior de lareiras? (ver [a quantas lareiras corresponde a co-incineração, afinal?](#)) Será que a CCI se lembraria então de estimar os riscos locais, em vez de os estimar baseando-se no cálculo das lareiras? Será que assim já teria feito o indispensável estudo sobre o impacte da co-incineração nas populações e no meio ambiente vizinho, tendo em conta os regimes de ventos, a concentração de poluentes nas vizinhanças da cimenteira, os hábitos alimentares das populações, etc? Será que, ao fazer esse estudo, a CCI teria dado conta que existem diversas referências científicas que claramente indicam que nas proximidades de incineradoras as concentrações de dioxinas nos alimentos podem aumentar significativamente, não sendo de estranhar que o mesmo possa acontecer no caso da co-incineração? (por exemplo, [o leite nas imediações de incineradoras pode ter até 15 vezes mais dioxinas do que a média nacional](#), segundo o ministério da agricultura francês; por outro lado, [as medidas mais recentes feitas pelo ministério do ambiente francês nas imediações de incineradoras mostram que em mais de 3% dos casos o leite não pode ser consumido](#)) E se a CCI reparasse que, por muito que a CCI diga que não, a verdade é que as pessoas se alimentam frequentemente do que produzem localmente, particularmente nas pequenas povoações onde as pessoas costumam ter a sua horta, as suas galinhas, os seus ovos, as suas cabras, o seu leite, os seus porcos, etc...)?

E se a CCI não tivesse feito outros erros? Quais seriam as conclusões do relatório se a CCI tivesse reparado que errou nas contas das incineradoras hospitalares, subestimando em 480 vezes a comparação de emissões de dioxinas? O que teria concluído a CCI se não tivesse errado na comparação com os crematórios? E se na análise de riscos a CCI tivesse considerado cenários realistas, mas bem menos cor-de-rosa do que os cenários "emissões dentro das normas" ou "emissões 5 vezes abaixo das normas" que considerou unicamente no relatório? Será que ainda teria tantas certezas quanto à inocuidade das emissões da co-incineração se se tivesse lembrado de considerar cenários maus, mas possíveis, como por exemplo o caso da incineradora do hospital de S. João no Porto (a emitir dioxinas mais de mil vezes acima das normas) ou casos em França, como a incineradora de Benesse-Marenne, a emitir dioxinas [1700 vezes acima das normas](#)? Não será legítimo considerar-se que a co-incineração possa não funcionar dentro das normas, sobretudo atendendo a que as cimenteiras foram construídas para um fim diferente do da queima de resíduos industriais perigosos, atendendo a que foram construídas há décadas atrás numa

altura em que as preocupações ambientais eram mínimas, atendendo a que por razões técnicas poluentes como as dioxinas só muito raramente podem ser medidos por ano, atendendo que a lei permite que o controle possa não ser feito em determinados períodos, atendendo a que em caso de paragem/arranque é frequente serem emitidos mais poluentes, atendendo à possibilidade de acidentes e atendendo à habitual impunidade e falta de fiscalização reinantes no nosso país?

O que teria concluído a CCI no seu relatório se tivesse consultado devidamente a documentação e visto que não tem fundamento a sua tese de que não há emissões ou riscos acrescidos com a co-incineração? E se a CCI tivesse visto que a sua estimativa para a quantidade de resíduos a incinerar se baseava num erro de método e que afinal há muitos mais resíduos do que ela pensava? Etc... Com tantos erros, o que teria concluído a CCI se o relatório tivesse sido revisto por especialistas na matéria?

E qual teria sido a decisão do ministro se a CCI não tivesse errado?

## O processo de co-incineração é científico e independente?

Dada a forma como o processo de co-incineração foi conduzido, não há quaisquer garantias de que ele seja quer científico, quer independente.

Embora a CCI não admita que se ponha em causa a sua credibilidade científica ou independência, mesmo ela tem de admitir que **não foram dadas garantias suficientes de que a opção pela co-incineração seja científica ou independente**, pelas razões que se seguem.

**A validade científica do relatório não foi garantida**, porque:

- o relatório não foi elaborado por especialistas na matéria
- o relatório não foi revisto por especialistas na matéria

Se se tivesse submetido o relatório a um processo de revisão ("*Peer review*"), como é habitual em ciência, aumentar-se-ia significativamente a sua credibilidade científica, reduzir-se-ia a probabilidade de ocorrência de afirmações ou conclusões menos correctas e eliminar-se-iam seguramente erros crassos como o das lareiras, o das incineradoras hospitalares, o dos crematórios ou outros que foram encontrados. E isto antes do relatório ser divulgado na sua versão final. O processo de revisão implica que o relatório é lido por vários especialistas na matéria, que sugerem aos autores correcções e melhorias, iterando-se o processo até que o resultado final seja satisfatório e reúna consenso entre revisores e autores.

Por outro lado, **a isenção do relatório também não foi garantida**, porque:

- os 4 elementos da CCI que elaboraram o relatório (e cujas conclusões levaram à adopção da co-incineração) são **os mesmos** que vão fiscalizar e controlar a técnica que eles próprios escolheram, auferindo para tal de importantes benefícios monetários (a remuneração do presidente da CCI é equivalente à de um director-geral e a dos restantes elementos é 75% desta, ou seja, cerca de 500-600 contos/mês, em acumulação com as remunerações actuais, resultantes do exercício de funções docentes em regime de exclusividade - artigos 7 e 23 do decreto lei nº 120/99)

- consequentemente, **introduziu-se um factor monetário que é susceptível de influenciar as conclusões do relatório, uma vez que certas conclusões do relatório conduzem a uma remuneração importante, mas outras conclusões não levam a remuneração nenhuma.**

É evidente que o caminho seguido não foi correcto. Já o seria se estes 4 elementos fossem remunerados pelo trabalho que tiveram na elaboração do relatório e terminassem as suas funções quando entregassem o relatório final (deste modo, as conclusões seriam igualmente remuneradas, quaisquer que elas fossem). **Outros elementos** iniciariam depois as funções de controlo e fiscalização do método de tratamento que fosse escolhido, mas **nunca os mesmos** que elaboraram o relatório!

É crucial que o processo de co-incineração dê **confiança** às populações que vão ser mais afectadas pelos seus efeitos. Mas como se pode ter confiança num processo que supostamente deveria ser científico e independente, logo credível, mas no qual não estão garantidas à partida nem a credibilidade científica nem a independência do relatório e da comissão que o elaborou?

A resposta é muito simples: **não se pode ter confiança no processo porque ele foi mal conduzido**, resultando num aumento da desconfiança das populações relativamente à co-incineração, à ciência e aos cientistas. E se as sondagens parecem indicar que a maioria dos portugueses está de acordo com a co-incineração de RIP em Souselas e no Outão, faça-se antes a seguinte pergunta: "aceitaria que a co-incineração de resíduos industriais perigosos fosse feita próximo de sua casa?" (pode-se fazer essa experiência em Alhandra, por exemplo). Certamente que as respostas seriam na sua esmagadora maioria "NÃO", porque o processo da co-incineração não foi credível e não foi capaz de inspirar confiança a quem o seguiu com um mínimo de interesse.

## Há outros erros igualmente crassos no relatório da CCI?

Sim. Por exemplo, a CCI também se enganou nas outras comparações que faz no anexo II do seu relatório. Quando compara as emissões de dioxinas / furanos devidas à co-incineração com as [emissões de uma incineradora hospitalar](#), errou por um factor de 480 vezes. Nas comparações com as [emissões de um crematório](#), errou por um factor entre cerca de 50 e 100. A CCI tem evitado falar publicamente destes erros: não os assume nem os desmente, embora tenha conhecimento deles.

**A CCI errou sempre no sentido de subestimar os riscos para as populações, branqueando a co-incineração.** Se a CCI tivesse errado no sentido inverso, sobreestimando o risco para as populações, não haveria problema, na medida em que os erros constituiriam uma margem de segurança que iria no sentido de aumentar a precaução. Agora, **subavaliar os riscos, expondo as populações a riscos que podem não ser negligenciáveis, é inaceitável.**

Mas há muitos outros erros no relatório da CCI (e também no seu site da Internet....).



# A quantas lareiras corresponde a co-incineração afinal?

É praticamente impossível de dizer, porque não se sabe bem quais serão as emissões **reais** das cimenteiras com a co-incineração. Há muitos factores que podem influenciar os níveis de emissão.

Nos seus cálculos, a CCI considerou o **cenário bem comportado**, que é o da cimenteira respeitar sempre, escrupulosamente, os limites de emissão legais para dioxinas / furanos ( $0.1 \text{ ng} / \text{m}^3$  de efluentes gasosos). Considerou ainda o **cenário excelente**, que é referido pela CCI como sendo o da "média europeia" (5 vezes abaixo das normas), embora não sejam dadas referências sobre onde a CCI foi buscar esse valor, pelo que ele não pode ser confirmado. A CCI não considerou outros cenários.

Repare-se que os cenários considerados pela CCI não parecem realistas, se atendermos a que num país como a França (que a CCI cita como um exemplo positivo para a co-incineração) a maioria das incineradoras de resíduos urbanos estão a funcionar fora das normas. Várias dezenas foram encerradas e outras vão fechar brevemente ([ver lista](#)). Na tabela de emissões apresentada pelo ministério do ambiente francês para as incineradoras de grande dimensão (lixo urbano), estão registadas 540 medidas realizadas durante os últimos 5 anos em 86 incineradoras. Observa-se que nessa [tabela](#) há menos emissões dentro das normas legais (96 medidas abaixo de  $0.1 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) do que emissões pelo menos 50 vezes acima das normas legais (121 medidas acima de  $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Mais de metade das medidas feitas estão pelo menos 10 vezes acima dos limites legais (329 medidas acima de  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Quatro medidas encontram-se mais de 1000 vezes acima dos limites legais. Ou seja, é lícito supor que o cenário bem comportado utilizado pela CCI não é realista. Um **cenário mais realista** corresponderá provavelmente a supor que se emite 50 vezes acima das normas legais. De resto existe ainda o **cenário do hospital de S. João** no Porto, ajustado à realidade portuguesa, que emite mais de 1000 vezes acima dos limites legais...

Ou seja, a CCI ignora os cenários de funcionamento fora das normas, que são provavelmente mais realistas do que os cenários dentro das normas. E ignora as paragens/arranques da cimenteira, alturas em que é frequente haver aumentos significativos de emissões, porque a queima não se dá em condições óptimas. E ignora situações de acidente, que são imprevisíveis mas que podem acontecer. Eram estes os cenários que a CCI deveria ter usado para estimar os riscos para as populações, porque para se garantir que não haverá problemas devem-se considerar os cenários mais desfavoráveis e não os mais favoráveis! Isto deveria ser evidente. Quando se projecta um dique para conter as águas de um rio, qual é o cenário que se deve ter em conta? O melhor cenário (caudal do rio no verão) ou o pior cenário (maior caudal julgado possível = caudal num inverno extremamente chuvoso)? Lembremo-nos que houve um rebentamento de um dique nas cheias do Mondego deste ano...

Mas afinal, se a co-incineração não corresponde a 170 lareiras, a quantas corresponde? Usando de novo [dados](#) do ministério do ambiente francês, observa-se que em França queimam-se por ano 23 milhões de toneladas de lenha em residências, que o ministério estima corresponder à emissão de 30 a 100 g de dioxinas (os 100g admitem que 5% da madeira queimada é tratada). Ou seja, os franceses estimam que cada quilo de lenha emite de 1.3 a 4.4 ng de dioxinas (estes valores são plausíveis e concordantes com a

generalidade da bibliografia científica), o que corresponde a um valor 46 a 154 vezes menor do que o valor 200 ng /kg utilizado pela CCI. Portanto, não serão 170 lareiras mas sim um número 46 a 154 vezes maior, ou seja, **cerca de 7800 a 26200 lareiras a queimar 4 toneladas de lenha por ano**. Esta estimativa assume que parte da lenha pode estar tratada e que a cimenteira está a emitir dentro das normas ("cenário bem comportado", utilizado pela CCI).

E se se assumir o cenário mais realista, 50 vezes acima dos limites legais? Nesse caso, deveremos multiplicar as lareiras por 50, o que dá **de 390 mil a 1 milhão e trezentas mil lareiras a queimar 4 toneladas de lenha por ano**.

E se se assumir o cenário do Hospital de S. João, 1000 vezes acima dos limites legais? Nesse caso serão **de 7 milhões e 800 mil lareiras a 26 milhões de lareiras a queimar 4 toneladas de lenha por ano!...**

As populações que se encontram nas vizinhanças de uma cimenteira convivem com um destes cenários diariamente, desde há anos, mesmo sem co-incineração. Dependendo do cenário que se verificar ser o real, elas podem já estar a ser expostas a níveis demasiado elevados de dioxinas / furanos ou de outros poluentes. Um estudo epidemiológico a essas populações deve condicionar a decisão da co-incineração e, caso o estudo revele uma situação particularmente grave, chegar mesmo a pôr em causa a permanência da cimenteira perto dessas populações.

---

#### **Nota:**

- para facilitar a leitura destas páginas, omitem-se as designações I-TEQ e N-TEQ quando se discutem quantidades de dioxinas / furanos em grama. Nas citações elas são mantidas como no original.



## Relatório da CCI: o erro das incineradoras hospitalares

A CCI errou por um factor de **480 vezes** quando comparou as emissões de dioxinas / furanos produzidas por uma cimenteira em regime de co-incineração com as emissões de uma incineradora hospitalar.

Na página A13 do relatório da CCI (anexo II), a CCI conclui que as emissões devidas à queima de 40 000 toneladas de resíduos industriais perigosos (RIP) por co-incineração numa cimenteira como a de Souselas é 35 vezes inferior às emissões de uma incineradora hospitalar como a de Coimbra. Ao fazer estes cálculos, a CCI comete o mesmo erro de metodologia que tinha cometido no [erro dos crematórios](#): compara as emissões de dioxinas de uma cimenteira **no limite das normas legais** ( $0.1 \text{ ng/m}^3$ ) com as de uma incineradora hospitalar que estava a emitir **480 vezes acima do limite legal** ( $48 \text{ ng/m}^3$  - valor retirado de um relatório oficial dinamarquês).

A comparação só faz sentido se a cimenteira e a incineradora hospitalar forem colocadas em **igualdade de circunstâncias**, correspondendo por exemplo ao caso de ambas estarem a funcionar no limite das normas legais. A CCI devia ter dividido as emissões da incineradora hospitalar por 480, mas não o fez e por isso errou a comparação.

Assim, em vez de a CCI ter dito que a queima de RIP na cimenteira emite **35 vezes menos** dioxinas do que uma incineradora hospitalar como a de Coimbra, ela deveria ter dito que emite **14 vezes mais** ( $14 = 480 / 35$ ). Um erro por um factor de 480!

Em Coimbra, a incineradora hospitalar foi fechada como medida de precaução e por pressão da população. De resto, como é sabido, o ministério do ambiente vai fechar praticamente todas as incineradoras hospitalares porque elas emitem demasiados poluentes perigosos como as dioxinas. Nesse caso, porque razão é que a co-incineração deve funcionar, se emite muito mais dioxinas (e outros poluentes perigosos) do que as incineradoras hospitalares?

---

Relatório da CCI:

Relatório dinamarquês citado pela CCI:

## "Emissão de dioxinas/furanos por incineradoras hospitalares:

Emissão de dioxinas/furanos por tonelada de resíduos queimados em incineradoras hospitalares: **0,8 mg I-TEQ** <sup>1</sup>.

Quantidade de resíduos queimados por ano (1999) na incineradora do Hospital de Coimbra: 1770 ton/ano. Total de emissão de dioxinas/furanos:

$0,8 \times 10^{-3} \text{ g I-TEQ/ton} \times 1770 \text{ ton/ano} = 1,42 \text{ g I-TEQ/ano}$ .

[...] A emissão de dioxinas/furanos para queima de resíduos hospitalares na incineradora do Hospital de Coimbra é cerca de 35 vezes superiores à emissão por queima de 40 000 ton RIP numa cimenteira como Souselas, estando a cimenteira a operar no limite máximo de emissão:  $(1,42 \text{ g I-TEQ/ano}) / (0,04 \text{ g I-TEQ/ano}) = 35$ .

<sup>1</sup> Working Document: [Dioxin Sources, Levels and exposures in Denmark. Danish Environmental Protection Agency, 20 Oct. 1997.](#)"

"In a small Danish EPA investigation from 1988 of two typical hospital waste incinerators, the dioxin concentration in flue gasses after filters was about 3 mg PCDD+PCDF/Nm<sup>3</sup> (at 10% O<sub>2</sub>) or **48 ng N-TEQ/Nm<sup>3</sup>** (Miljøstyrelsen 1989a). That corresponded to average emissions of 53 mg PCDD+PCDF/ton waste, which was calculated to an emission factor of **0.8 mg N-TEQ/ton waste.**"

## Relatório da CCI: o erro dos crematórios

No anexo II do relatório da CCI (pg. A12), faz-se a comparação entre as dioxinas emitidas por uma cimenteira como a de Souselas e as emitidas por um crematório como o de Lisboa (que a CCI diz proceder à cremação de 2000 cadáveres por ano). A CCI conclui que a emissão de dioxinas pela co-incineração em Souselas corresponderia às emissões de 4 crematórios como os de Lisboa.

Nessa comparação, a CCI comete o erro de comparar as duas situações usando **dois pesos e duas medidas** (à semelhança do que acontece com o [erro das incineradoras hospitalares](#)): compara uma cimenteira a emitir dioxinas **no limite das normas legais** (0.1 ng de dioxinas por m<sup>3</sup> de efluentes gasosos) com as emissões de **crematórios com valores de emissão muito variados, mas sempre acima das normas legais** (que são também 0.1 ng/m<sup>3</sup> para os crematórios).

Obviamente, a CCI devia comparar as emissões de ambas as instalações em **igualdade de circunstâncias**, ou seja, por exemplo com ambas a emitir no limite máximo legal. Da maneira como a CCI faz a comparação, as emissões do crematório são exageradas relativamente ao que seria correcto considerar, pelo que a co-incineração fica artificialmente "ilibada".

No seu relatório, a CCI calcula que a cimenteira emite 0.41 g de dioxinas / furanos por ano e diz que a emissão proveniente da co-incineração corresponde no máximo a 1/3 desse valor. Depois, compara essas emissões com uma [estimativa da CCI](#) para as emissões dos crematórios.

As emissões do crematório podem ser estimadas de **duas outras maneiras independentes**, como se indica a seguir. Esses dois métodos de cálculo dão resultados semelhantes entre si, mas muito diferentes daqueles a que a CCI chegou no seu relatório. Estava ao alcance da CCI ter feito o primeiro cálculo que se apresenta a seguir, uma vez que utiliza os mesmos dados que a CCI usou na sua estimativa.

**1º cálculo:** Fazendo a comparação de um modo correcto (ou seja, supondo que a cimenteira e o crematório funcionam no limite legal de 0.1 ng/m<sup>3</sup>) e entrando com os valores presentes no relatório dinamarquês citado pela CCI para este cálculo, conclui-se que a co-incineração corresponde a 184-428 crematórios como os de Lisboa, e não a 4 ([ver pormenores](#)). Ou seja, **a CCI subestima as emissões da cimenteira relativamente ao crematório por um factor de 46 a 107.**

**2º cálculo (confirmação do 1º):** Utilizando os dados de medidas descritas num relatório mais recente ([ver pormenores](#)), chega-se a um resultado semelhante: as emissões de dioxinas da cimenteira correspondem a entre 203 e 373 crematórios como o de Lisboa e não aos 4 que a CCI refere! Ou seja, **a CCI subestima as emissões da cimenteira relativamente ao crematório por um factor de 51 a 93.**

## Estimativa da CCI:

Relatório da CCI:

### "Cremação de cadáveres:

Emissão de dioxinas/furanos por cadáver cremado: **4 a 28 µg I-TEQ** <sup>1</sup>

Valor médio: 16 µg I-TEQ

Quantos cadáveres correspondem à emissão de uma unidade cimenteira: 0,41 µg I-TEQ /  $16 \times 10^{-6} \text{ g I-TEQ} = 25600$  cadáveres

O máximo que corresponde à queima de RIP será 1/3 deste valor, cerca de 8540 cadáveres cremados.

### Crematório de uma cidade como Lisboa:

Procede à cremação de 2000 cadáveres por ano

Emissão de dioxinas/furanos por ano do crematório:  $2000 \times 16 \text{ µg I-TEQ} = 0,032 \text{ g I-TEQ}$

Em emissões de dioxinas/furanos uma cimenteira equivale a um certo número de crematórios:  $0,41 \text{ g} / 0,032 \text{ g} = 13$  crematórios

O máximo que corresponde à queima de RIP será 1/3 deste valor, o que equivale a cerca de 4 crematórios.

<sup>1</sup> Working Document: [Dioxin Sources, Levels and exposures in Denmark. Danish Environmental Protection Agency, 20 Oct. 1997.](#)"

Relatório dinamarquês citado pela CCI

"In Germany, an emission concentration from crematoria of **8 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>** flue gas has been estimated (Hutzinger and Fiedler, 1993). It was based on a study from Berlin, where an average of 3,500 m<sup>3</sup> of flue gas and **28 µg I-TEQ** was emitted per body (Jager et al. 1992).

There are 43 crematoria in the Netherlands (five with fabric filters), and in 1991 about 60,000 bodies were cremated. Two crematoria were studied with 850/650 processes and 2,125/1,000 operating hours annually. The dioxin emissions were **1.6/3.3 ng I-TEQ/m<sup>3</sup>** (11% O<sub>2</sub>), and the annually emissions from the crematoria were 0.002/0.003 g I-TEQ (Bremmer et al. 1994). The dioxin emission per body was estimated to **4 µg I-TEQ** (or <1 µg I-TEQ, if fabric filter was installed) [...]"

## 1º cálculo:

A CCI poderia ter feito os seguintes cálculos para estimar as dioxinas emitidas por um crematório (utilizam os mesmos dados que a CCI usou na sua estimativa):

### Relatório dinamarquês utilizado pela CCI

"In Germany, an emission concentration from crematoria of 8 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> flue gas has been estimated (Hutzinger and Fiedler, 1993). It was based on a study from **Berlin**, where an average of 3,500 m<sup>3</sup> of flue gas and 28 micro g I-TEQ was emitted per body (Jager et al. 1992). There are 43 crematoria in the **Netherlands** (five with fabric filters), and in 1991 about 60,000 bodies were cremated. Two crematoria were studied with 850/650 processes and 2,125/1,000 operating hours annually. The dioxin emissions were 1.6/3.3 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> (11% O<sub>2</sub>), and the annually emissions from the crematoria were 0.002/0.003 g I-TEQ (Bremmer et al. 1994). The dioxin emission per body was estimated to 4 micro g I-TEQ (or <1 micro g I-TEQ, if fabric filter was installed), the remaining in the residue < 0.02 g I-TEQ, and the total emission in the Netherlands to 0.2 g I-TEQ. In **Hamburg** is two crematoria that operate 16,000 processes. Cleaning of flue gasses means that the emission is estimated to 0.1-0.5 ng I-TEQ/m<sup>3</sup>. Since the flue gas volume is 2,600 m<sup>3</sup>/body a total annual emission of 4-21 mg I-TEQ is estimated (Hutzinger et al. 1995)."

### Cálculos

Calculando a quantidade de dioxinas que é emitida por um crematório que procede à cremação de 2000 cadáveres/ano, nos limites legais, vem:

**Berlim:** 3500 m<sup>3</sup>/cadáver x 2000 cadáveres x 8 x 10<sup>-9</sup> g/m<sup>3</sup> = **0.056 g** (emitindo 8 ng/m<sup>3</sup>). Emitindo dentro das normas, a 0.1 ng/m<sup>3</sup> (utilizando filtros e técnicas mais avançadas), as emissões seriam 80 vezes menores(=8 / 0.1). Ou seja, **0.0007 g**.

**Holanda:** 1 crematório processa 850 cadáveres produzindo 0.002 g (emitindo 1.6 ng/m<sup>3</sup>). Logo, 2000 cadáveres produzirão **0.0047 g** (=2000/850\*0.002), emitindo 1.6 ng/m<sup>3</sup>. Emitindo dentro das normas (16 vezes menos emissões), liberta **0.0003 g**.

Um outro crematório processa 650 cadáveres produzindo 0.003 g (emitindo 3.3 ng/m<sup>3</sup>). Logo, 2000 produzirão **0.009 g** (=2000/650\*0.003), emitindo 3.3 ng/m<sup>3</sup>. Emitindo dentro das normas (33 vezes menos), liberta também **0.0003 g**.

**Hamburgo:** A cremação de 16000 cadáveres emite 0.004-0.021 g (emitindo 0.1-0.5 ng/m<sup>3</sup>, ou seja, de uma a 5 vezes acima das normas). Se fossem 2000, emitiriam 8 vezes menos, **0.0005-0.0026 g**. Emitindo 0.1ng/m<sup>3</sup> (uma a 5 vezes menos emissões), dá **0.0005 g** em ambos os casos.

Ou seja, com este método de cálculo, as estimativas da emissão de dioxinas / furanos para um crematório como o de Lisboa a funcionar dentro das normas dão próximas umas das outras, variando entre 0.0003 g e 0.0007 g. Usando o método de cálculo da CCI, que não tem em conta que os crematórios emitiam várias vezes acima das normas legais, os valores obtidos são díspares e variam de 0.0005 g a 0.056 (ou seja, variam por um factor de mais de 100).

O valor final que a CCI estima é 0.032 g, que diz ser 4 vezes menor do que as emissões da cimenteira a incinerar RIP. Um valor mais correcto, a que a CCI poderia ter chegado, era 0.0003-0.0007 g ou seja, 46 a 107 vezes menor. A cimenteira a incinerar RIP corresponderia assim a 184-428 crematórios a funcionar dentro das normas, e não a 4 (isto assumindo que o restante raciocínio da CCI está correcto - não parece

que esteja, porque a CCI assume implicitamente que as emissões da cimenteira não serão alteradas pela co-incineração de RIP, o que não tem fundamento científico e [já foi contestado](#)).

Note-se ainda que os 184-428 crematórios assumem um cenário "bem comportado", em que a cimenteira funciona sempre dentro das normas legais (0.1 ng/m<sup>3</sup>). [Outros cenários](#) menos cor-de-rosa do que os considerados pela CCI são possivelmente mais realistas, e podem ainda fazer multiplicar o número de crematórios por 50 ou por 1000, por exemplo.

## 2º cálculo (confirmação):

Um [novo relatório dinamarquês](#) aparecido recentemente (Dezembro de 2000) diz na página 68 que a cremação de um corpo emite 183-336 ng de dioxinas (valores obtidos a partir de medidas directas feitas no ano 2000, consideradas representativas dos 32 crematórios actualmente em funcionamento na Dinamarca):

"Measurement of dioxin emission from one crematory in Denmark was carried out in 2000 /dk-TEKNIK 2000/. The oven operated was installed in 1996 and is heated by natural gas. 4 measurements each lasting 6 hours corresponding to the cremation of 4 bodies (1.5 hour/body) were undertaken. The flue gas temperature was approx. 345..C. The air emission reported ranged **between 183 and 336 ng I-TEQ/cremation** with an average of 283 ng I-TEQ/cremation. The crematory is taken as representative of Danish crematories as per today."

Calculando as emissões de um crematório como o de Lisboa com estes novos valores, vem:

$$0.000000183 \text{ g} \times 2000 \text{ cadáveres} = 0.000366 \text{ g}$$

$$0.000000336 \text{ g} \times 2000 \text{ cadáveres} = 0.000672 \text{ g}$$

Ou seja, resultados em discordância com o valor usado pela CCI (0.032 g), mas muito próximos dos calculados com o método 1 (0.0003-0.0007 g), que usou apenas dados de que a CCI dispunha quando elaborou o relatório.



## A farsa da consulta pública

*Porque é que a CCI censurou o parecer que Nuno Chichorro Ferreira enviou para a discussão pública?*

A técnica usada pela CCI para rebater os argumentos que contrariam os seus é infalível e resiste a qualquer argumento científico, por melhor que ele seja. Essa técnica é a **censura**: se não se chegar sequer a saber qual foi a questão colocada, então o argumento fica automaticamente rebatido. Ou pelo menos assim parece, sobretudo se a CCI acrescentar um comentário que dê a impressão de responder às questões colocadas, embora não responda a absolutamente nada.

Em resposta a um parecer de 13 páginas, onde se discute especificamente a questão de alguns dos erros científicos encontrados no relatório (**erro das lareiras, erro dos crematórios e erro das incineradoras hospitalares - estes dois últimos continuam à espera que a CCI os esclareça**), a CCI escreveu o seguinte no relatório relativo à discussão pública:

Texto completo relativo ao parecer:

"É apontada a ausência de referências a incertezas e lacunas de conhecimento científico sobre a matéria e a existência de erros no relatório da CCI (segundo parecer do Eng. Nuno Chichorro Ferreira).

- Comentário- Existe nos relatórios da CCI um acervo de informação com centenas de referências científicas coligidas em todo o mundo que aborda e discute todos os problemas, vantagens e desvantagens dos diferentes processos de resolução do problema dos RIP."

O comentário da CCI denota que foi escrito apenas para **parecer** que a CCI tem uma resposta para as perguntas e os erros apontados. Da leitura do relatório da consulta pública não é possível saber de que erros ou perguntas se tratavam.

Há um "acervo de informação" que contraria as afirmações da CCI. Há muitas "referências bibliográficas coligidas em todo o mundo" que mostram que a CCI errou, no caso das lareiras e não só. Que "acervo de informação" fundamenta os cálculos da CCI?