Presidência do Conselho de Ministros
Gabinete do Secretário de Estado
dos Assuntos Parlamentares

Requerimento: 234 / VIII / 3ª
De: Dep. Manuel Alegre
Entrada : 2001 / 11 / 14
Resposta : 2001 / 12 / 12

Transmita-se AM
12-12-01

ASSUNTO: **Requerimento n.º 234 / VIII / 3ª**
do Senhor Deputado Manuel Alegre (PS)

Em resposta ao requerimento em epígrafe, encarrega-me Sua Excelência o Ministro do Ambiente e do Ordenamento do Território de enviar a V. Ex.ª documentos da Comissão Científica Independente sobre o tema em causa. Tais dados foram disponibilizados, via Internet desde 31 de Outubro de 2001.

Como se pode observar, estes documentos incluem os resultados obtidos nos testes.

Palácio de S. Bento
1249 - 068 Lisboa

Telefones: 21 392 05 00
Fax: 21 397 32 79

http/:www.seap.gov.pt

Resultados do Mini-Teste de Co-incineração em Souselas

O Mini-Teste levado a cabo no forno 2 de Souselas permitiu adquirir experiência e conhecimentos que facilitarão grandemente a realização dos testes definitivos no futuro próximo.

No que concerne à destruição térmica de RIP salienta-se que os níveis de emissão de efluentes são os normais para uma cimenteira a funcionar com combustível clássico e bastantes baixos para dioxinas e metais. Com combustível alternativo (CA), e independentemente das quantidades de CA admitidas ao forno, não há acréscimo das emissões de dioxinas/furanos. As emissões de dioxinas/furanos são inferiores ao limite de quantificação de 10 pg I-TEQ/m3, que é dez vezes inferior ao limite máximo permitido de 100 pg I-TEQ/m3. Conforme repetidamente a CCI havia afirmado no seus relatórios e em declarações públicas, não há emissões acrescidas de dioxinas/furanos pela combustão de RIP até ao máximo permitido para a percentagem de substituição do combustível normal.

O mesmo se verifica para os metais pesados, cujas concentrações são indistinguíveis, dentro da variabilidade natural do processo de produção de cimento, entre o processo de co-incineração e o funcionamento com combustível normal.

O sistema de associação de filtros electrostáticos e de mangas revela-se muito eficiente, para além de evitar descargas periódicas de enormes quantidades de partículas quando, devido a instabilidade dos fornos, era necessário desligar os filtros electrostáticos. Para o processo de co-incineração os valores medidos são em média 20 vezes mais baixos do que os impostos pela legislação nacional e 8 vezes inferiores aos indicados pela Directiva Europeia.

As restantes emissões de efluentes encontram-se igualmente dentro dos limites fixados pela legislação vigente.

Documento:
Resultados do Mini-Teste de Co-incineração em Souselas - Relatório preliminar da CCI

Documento:
Relatório sumário do Laboratório Alemão - ERGO

« Voltar

RESULTADOS DO MINITESTE DE CO-INCINERAÇÃO EM SOUSELAS

INTRODUÇÃO

De acordo com o disposto no D.L. n.º 120/99 a Comissão Científica Independente (CCI) deverá coordenar e fiscalizar a implementação de testes de queima de Resíduos Industriais Perigosos (RIP) nos fornos de cimento previamente à autorização definitiva do processo de co-incineração.

Tendo em atenção a escolha das cimenteiras de Outão e Souselas os testes de queima deverão efectuar-se nos fornos 8 e 9 de Outão e 3 de Souselas, locais onde se pretende no futuro proceder regularmente à queima de RIP. Na cimenteira do Outão procede-se ainda à instalação dos filtros de mangas (em fase terminal de afinação e recepção do equipamento instalado recentemente), enquanto que o forno 3 de Souselas recebeu durante este Verão uma profunda alteração para modernização e expansão de capacidade. Tendo em atenção estas limitações não foi possível até ao presente desencadear os testes requeridos pela legislação para aceitação definitiva do processo de co-incineração.

Mesmo tendo em atenção estes factores a CCI decidiu proceder a um miniteste de queima de RIP no forno 2 de Souselas. Este miniteste tinha como objectivos principais adquirir experiência na preparação do Combustível Alternativo (CA) preparado com RIP, na injecção do combustível no forno, e nas condições de queima, de modo a providenciar informação que, por um lado, desse indicações sobre a capacidade de queima de RIP pelas cimenteiras portuguesas e, por outro lado, permitisse optimizar as metodologias para a realização de testes definitivos mais eficazmente desenhados.

DESCRIÇÃO DOS TESTES

Tendo em atenção a decisão política governamental de não importar resíduos devidamente preparados como combustível alternativo para os testes de co-incineração tornou-se necessário fazer uma escolha de resíduos nacionais. Os resíduos teriam que existir em quantidade suficientemente elevada para permitir a preparação de CA com características homogéneas em volumes suficientes para todos os testes a efectuar. A escolha recaiu sobre os resíduos depositados em lagoas sob a supervisão do Instituto Nacional da Água, na região de Sines, que são constituídos fundamentalmente por materiais oleosos resultantes das operações de refinação de petróleos e da indústria petroquímica. Estima-se que nas instalações de Sines se encontrem 200 000 toneladas de RIP. Uma análise efectuada aos resíduos de Sines em 10 locais diferentes mostrou uma composição rica em hidrocarbonetos, com níveis razoáveis de hidrocarbonetos poliaromáticos, e a presença de contaminação

vestigial com vários metais (ver Tabela 1). As análises indicaram também uma contaminação bastante importante com água, previsivelmente água das chuvas já que os depósitos são efectuados em lagoas a céu aberto. A contaminação com água diminui bastante o poder calorífico dos resíduos tornando-os, nestas condições, se a água não for removida, menos desejáveis como combustível alternativo.

Tabela 1 - Composição dos RIP existentes nas lagoas de Sines. Resultados retirados do relatório fornecido pela empresa francesa SGS relativos à amostragem em dez locais diferentes de três lagoas.

Compostos	Unidades	Gama de Concentrações
Água	% mássica	44-87
Enxofre	% mássica	0,36-0,61
Cloro	% mássica	<0,10
Fluor	% mássica	<0,02-0,1
Hg	mg/kg	0,76-1,41
Cd+Tl	mg/kg	<5,8
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+ Mn+Ni+V	mg/kg	<307-<453
Naftaleno	mg/kg	1803-3854
PAH	mg/kg	2713-6334
Hidrocarbonetos totais	mg/kg	3251-32218
Poder calorífico	MJ/kg	<0,1-6,7

Devido à inexistência actual no país de uma estação de recepção e mistura, que só será instalada após a aprovação definitiva da co-incineração de RIP, foi montada uma estrutura de mistura provisória em Sines, no parque de lamas junto às lagoas. Os resíduos foram extraídos da lagoa que apresentava quantidades mais baixas de água e misturados, a 50%, com serradura. Devido à capacidade de absorção da serradura o produto resultante (combustível alternativo - CA) apresentava um aspecto seco, com partículas de aspecto gorduroso mas facilmente desagregáveis. A mistura e preparação do CA foi-se efectuando à medida das necessidades de queima em Souselas, introduzida em contentores metálicos fechados e transportada directamente para junto ao forno 2 da CIMPOR, em Souselas, onde os contentores eram descarregados para o chão com uma grua.

Para o miniteste em Souselas foi montado junto ao forno um sistema, "*Skid*", constituído por um depósito provido de um sistema de balança e aberturas superior e inferior que permitem o carregamento a partir dos contentores e o descarregamento num tubo onde o vácuo causado por um venturi possibilita o transporte pneumático para o queimador principal e a injecção directa no forno. O Sistema foi testado previamente ao seu transporte para Souselas com serradura não impregnada.

O miniteste em Souselas foi levado a cabo durante o mês de Julho. As medições na chaminé foram efectuadas pela empresa alemã ERGO. As colheitas de amostras noutros locais da instalação industrial foram feitas pelo

IDAD- Instituto de Ambiente e Desenvolvimento. As amostras colhidas pelo IDAD foram classificadas e separadas e, posteriormente, enviadas para a ERGO para análise de compostos orgânicos e para a empresa francesa SGS para a determinação de constituintes inorgânicos e elementos vestigiais.

Previamente aos testes com RIP foi efectuado um teste em branco, que consistiu num conjunto de colheitas de amostra e de medições na chaminé com o forno a operar com combustível normal (uma mistura de carvão e petcoque). Esta operação tinha como objectivo conhecer o comportamento do forno quando a operar em condições de não co-incineração de RIP. Estes testes em branco foram realizados no dia 16 de Julho.

Imediatamente antes do início dos testes com RIP o "*Skid*" e o sistema de injecção foram testados mecanicamente com o combustível alternativo. Verificou-se que as características físicas da serradura impregnada eram bastante diferentes das da serradura não impregnada, havendo bastante dificuldade na descarga do material para o venturi e o transporte para o queimador, não sendo possível manter um fluxo de CA contínuo e elevado. O sistema teve que ser alterado com a introdução de mecanismos de agitação no depósito e com a substituição do sistema de transporte pneumático por um sistema de passadeiras rolantes.

Após estas modificações, verificaram-se condições de estabilidade na injecção de CA no forno (isto é, com um fluxo elevado e contínuo) pelo que se deu início ao miniteste de queima de RIP. As experiências de queima foram projectadas e efectuadas com a introdução de caudais de CA inicialmente mais baixos, subindo o caudal de fornecimento ao forno de um modo lento ao longo de vários dias até um máximo que representasse aproximadamente 25% da energia térmica fornecida ao forno. Este crescimento lento tinha como objectivos permitir um melhor conhecimento da reacção do forno ao novo combustível e possibilitar uma aproximação faseada a condições estacionárias de operação. Durante esta fase surgiram alguns problemas mecânicos no sistema de transporte e injecção no forno, resultantes das características de viscosidade da serradura e principalmente da presença imprevista de partículas estranhas, tais como pequenos pedaços de madeira, que resultaram no entupimento do sistema de injecção para o forno, obrigando a algumas interrupções de queima de CA.

Em resultado destas paragens imprevistas houve algumas adaptações e modificações do programa te testes inicial tendo-se procedido nos dias 24, 25 e 27 a medições e colheitas na chaminé com o forno a queimar 1, 2 e 3 toneladas de CA por hora, respectivamente. Durante estes três períodos de medição na chaminé foram também efectuadas colheitas de farinha, clinquer, combustível normal e combustível alternativo.

CONTROLO PELOS REPRESENTANTES DAS POPULAÇÕES

No decorrer dos testes verificaram-se alguns pequenos incidentes com a população local que defendeu posições reveladoras de um insuficiente conhecimento sobre a co-incineração e o significado dos testes.

Verificou-se que ainda não se encontravam constituidas as Comissões de Acompanhamento Local previstas na legislação, apesar da CCI ter alertado as Câmaras Municipais de Coimbra e Setúbal para a necessidade de iniciar o processo da sua constituição através da nomeação de um representante da autarquia.

RESULTADOS

Um sumário dos principais resultados medidos nas chaminés encontra-se na Tabela 2 e também no relatório enviado pela ERGO, em anexo. Na Tabela 3 são apresentados sumariamente os resultados das medições efectuadas pela SGS nos materiais do processo colhidos pelo IDAD. Presentemente ainda não nos foram enviados os resultados das medições efectuadas pela ERGO nestes materiais, pelo que uma interpretação mais completa dos resultados e das condições de queima terá que aguardar a recepção dessa informação. No entanto pensamos que uma avaliação razoavelmente bem baseada, embora provisória, é possível com a informação existente.

As análises aos materiais sólidos circulantes no forno revelam, como já seria de esperar, que o combustível normal contém elementos vestigiais e metais pesados com níveis da mesma ordem de grandeza ou até mais elevados do que os do combustível alternativo (ver Tabela 3). Os níveis de metais voláteis ou semivoláteis como o cádmio e o mercúrio também são semelhantes nos diferentes materiais, embora o CA tenha níveis de mercúrio ligeiramente mais elevados do que o combustível normal.

Tabela 2 - Emissões pela chaminé durante o teste em branco (16/7) e queima de CA, segundo análises efectuadas pela empresa ERGO. Valores normalizados para T=273 K, P=1 atmosfera e 10% de O_2, gás seco.

		16/7 (branco)	**24/7** (CA=1ton/h)	**25/7** (CA=2ton/h)	**27/7** (CA=3ton/h)
CO	mg/m^3	399	439	412	466
HCl	mg/m^3	1,2	2,8	2,6	2,0
HF	mg/m^3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
TOC	mg/m^3	16	46	39	44
NOx	mg/m^3	896	1110	940	659
SO_2	mg/m^3	97	228	263	302
Hg	mg/m^3	0,0073	0,011	0,0077	0,011
Cd+Tl	mg/m^3	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sb+As+Pb+Co+Cu+ +Cr+Mn+Ni+V	mg/m^3	<0,05	0,05	<0,05	<0,05
Dioxinas/furanos I-TEQ	ng/m^3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Partículas	mg/m^3	-	3,9	3,2	6,1

Foram colhidas amostras de farinha, poeira do despoeirador e combustível normal no início (durante o teste em branco, dia 16/7) e no final das medições (durante a queima de RIP, dia 27/7). As análises revelaram existir alguma variabilidade nas concentrações de alguns elementos. Um exemplo interessante é a concentração de enxofre na farinha que varia de modo acentuado, cresce para mais do dobro, no período que medeia entre 16 e 27 de Julho. Este facto resultou, segundo informação fornecida pela CIMPOR, de uma mudança da composição e características da rocha utilizada na produção do cimento.

A queima deste RIP não produz qualquer aumento sensível nos níveis de metais no clinquer, havendo mesmo uma diminuição (talvez fortuita e dentro da variabilidade natural) dos níveis de metais legislados, durante a utilização de CA.

As medições efectuadas na chaminé mostram níveis bastante baixos de mercúrio, Cd+Tl e Sb+As+... indistinguíveis, dentro da variabilidade natural do processo de produção de cimento, entre o processo de co-incineração e o funcionamento com combustível normal. As Tabela 4 e 5 apresentam as Normas de emissão para a indústria cimenteira portuguesa a trabalhar com combustível normal e a co-incinerar RIP, respectivamente. A legislação portuguesa, baseada no Decreto-lei 273/98, impõe limitações às emissões durante a queima de RIP, de tal modo que a introdução de RIP resulte numa variação nas emissões equivalente ao que aconteceria se os RIP fossem queimados numa incineradora dedicada. Tendo em atenção os menores limites impostos na incineração dedicada para certos compostos, como o SO_2 e as partículas, em relação ao processo normal de produção de cimento, as cimenteiras a co-incinerar são já obrigadas pela legislação presente a diminuir as suas emissões destes poluentes quando a co-incinerar RIP.

Tabela 3 - Composição da farinha, poeiras colhidas no despoeirador, clínquer e combustível alternativo (CA), em elementos e metais, de acordo com análises efectuadas pela empresa SGS.

	Farinha	Farinha	Poeiras	Poeiras	Clinquer	Clinquer	carvão[c]	carvão[c]	Combustiv. Alternativo
	16-Jul	27-Jul	16-Jul	27-Jul	16-Jul	27-Jul	16-Jul	27-Jul	27-Jul
Hg (mg/kg)	0.29	0.36	2.21	2.98	0.32	< 0,05	0.16	0.41	0.51
Cd[a] (mg/kg)	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+ Mn+Ni+V (mg/kg)	<241	<230	<272	<270	<554	<575	<420	<429	<144
Cloro Total (%)	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Enxofre (%)	0.21	0.45	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0.25	2.35	1.91	[b*]
Carbono (%)							71.93	71.07	34.71
H_2O (%)							0.4	0.6	44.5
Poder calorífico (MJ/Kg)							28.8	28.4	12.8

a - não foi analisado o conteúdo em Tl, embora tal tenha sido requerido. b - não foi analisado o conteúdo em enxofre embora tal tenha sido requerido; c - refere-se a uma mistura de carvão mineral e petcoque.

Os níveis de metais observados na chaminé durante a queima de combustível normal e durante o processo de co-incineração estão claramente abaixo dos

limites permitidos pela legislação nacional (ver Figura 1). São também bastante inferiores à nova Directiva Europeia 76/CE/2000 (ver Tabela 6).

Tabela 4 - Normas de emissão de poluentes para cimenteiras e outros processos industriais em Portugal (Portaria 286/93). Valores normalizados para T=273 K, P=1 atmosfera e 10% de O_2, gás seco.

Partículas	mg/m3	50-100
HCl[a]	mg/m3	212
HF[a]	mg/m3	42
NO_x	mg/m3	1300
SO_2	mg/m3	400
COT[a]	mg/m3	42
CO[a]	mg/m3	846
Cd+Hg[a]	mg/m3	0,17
As+Ni[a]	mg/m3	0,85
Pb+Cr+Cu[a]	mg/m3	4,2

a- legislação para a indústria em geral

Tabela 5 - Normas de emissão de poluentes pelo processo de co-incineração em Portugal. (Decreto-lei 273/98) Valores normalizados para T=273 K, P=1 atmosfera e 10% de O_2, gás seco.

Cálculo de valores limite para a co-incineração	Poluente	$C_{resíduos}$ (valor médio)	Valores limite (C)
$C = \frac{V_{resíduos} \times C_{resíduos} + V_{processo} \times C_{processo}}{V_{resíduos} + V_{processo}}$	CO	55 mg/m^3	648
	NO_x	-	1300
C- Norma de emissão para a co-incineração	Partículas	11 mg/m^3	89
$V_{resíduos}$- volume de gases resultantes da queima de RIP	COT	11 mg/m^3	34
$V_{processo}$- volume de gases resultantes da queima de combustível normal	HCl	11mg/m^3	162
$C_{resíduos}$- normas de emissão da incineração dedicada	HF	1,1 mg/m^3	32
$C_{processo}$- normas de emissão para a indústria do cimento (Tabela 6)	SO_2	55 mg/m^3	314
	Cd+Tl	0,11 mg/m^3	0,11
	Hg	0,11 mg/m^3	0,11
	Sb+As+Pb+ ...+Sn	1,1 mg/m^3	1,1
	dioxinas/furanos	0,11 ng/m^3	0,11

Cálculo dos limites de Co-incineração segundo a legislação actual (Portaria nº 286/1993 de 12 de Março e D.L. nº 273/1998 de 2 de Setembro) assumindo de forma simplificada que 25% dos gases são o valor máximo das emissões do combustível alternativo. Quando não há limites (legislação das cimenteiras), adopta-se o valor proposto para a incineração dedicada.

As concentrações de dioxinas e furanos lançadas pela chaminé do forno 2 são perfeitamente equivalentes durante o processo de funcionamento com combustível normal e durante a co-incineração de resíduos, de acordo com a informação bibliográfica existente para outras cimenteiras europeias e norte americanas. Os níveis de emissão são pelo menos uma ordem de grandeza inferior aos limites impostos pela legislação nacional e indicados pela Directiva Europeia (ver Figura 2).

Tabela 6 - Valores limite de emissões para a co-incineração em cimenteiras, de acordo com a Directiva europeia 76/CE/2000. Valores normalizados para T=273 K, P=1 atmosfera e 10% de O_2, gás seco.

POLUENTE	UNIDADE DE MEDIDA	CONCENTRAÇÃO
Poeiras totais	mg/m^3	30
HCl	mg/m^3	10
HF	mg/m^3	1
NO_x[a]	mg/m^3	800[a]
SO_2[b]	mg/m^3	50[b]
Carbono Orgânico Total[b]	mg/m^3	10[b]
Cd+Tl	mg/m^3	0,05
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	mg/m^3	0,5
Hg	mg/m^3	0,05
Dioxinas e furanos	ng/m^3	0,1
Monóxido de carbono[c]	[c]	[c]

a) Os limites de concentração de NO_x poderão ser derrogados até 1/01/2008 nos fornos que queimem menos de 3 toneladas de RIP por hora, desde que o limite de emissão não seja superior a 1200 mg/m^3.
b) Pode haver isenção do cumprimento destes limites desde que o SO2 ou o COT não sejam resultantes da co-incineração de RIP. c) os valores limite podem ser fixados pela autoridade competente

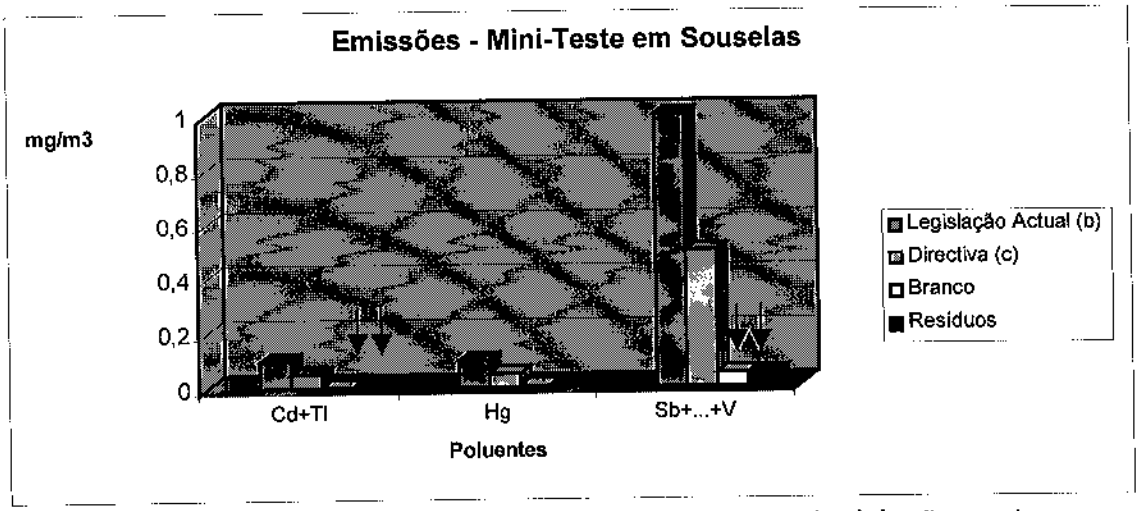

Figura 1 - Comparação das emissões de metais com a legislação portuguesa para a co-incineração e com a Directiva Europeia. ↓- Valor determinado inferior ao valor limite representado. b) Co-incineração calculada segundo a legislação actual (D.L. nº 273/1998 de 2 de Setembro) conjuntamente com a Portaria nº 286/1993 de 12 de Março; c) Directiva 76/CE/2000 do Parlamento Europeu e do Conselho de 4 de Dezembro; NOTA: No cálculo dos valores limites para a legislação actual, admite-se que na tabela 3 do anexo III do D.L. nº 273/1998 de 2 de Setembro, onde se lê Mg, deve ler-se Mn; e que na tabela referida no ponto II.1.1.c onde se lê Sb+As, Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V deve ler-se Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V

Valores de emissão igualmente baixos são observados para as partículas, mostrando a grande eficácia de remoção dos filtros de mangas (ver Figura 3). Por falta de dados não é possível comparar as emissões durante o teste em branco com as emissões durante o processo de co-incineração. Para o processo de co-incineração os valores medidos são em média 20 vezes mais baixos do que os impostos pela legislação nacional e 8 vezes inferiores aos indicados pela Directiva Europeia.

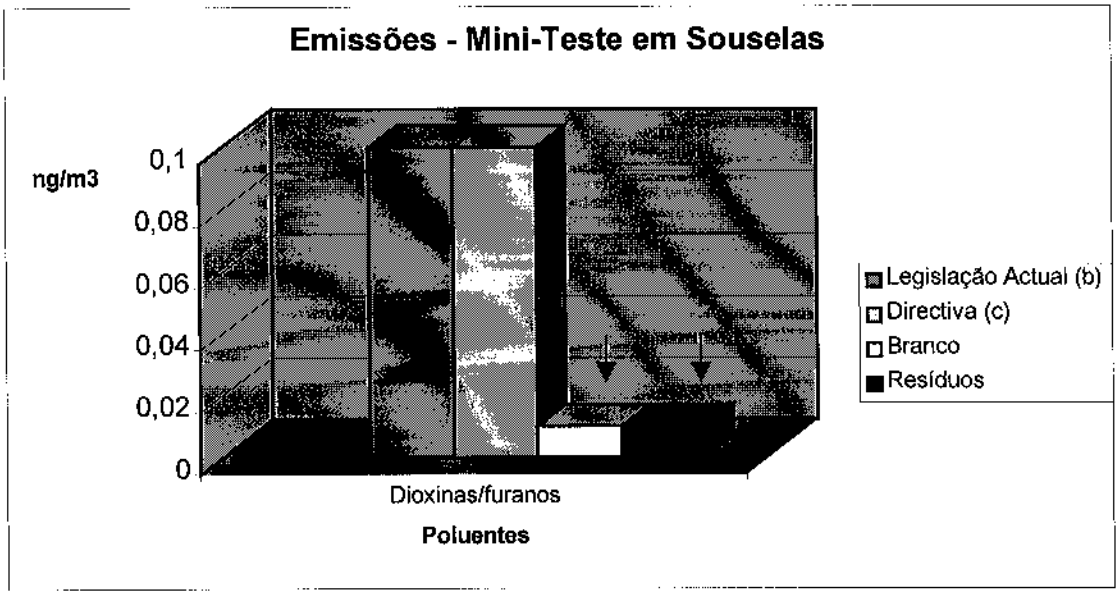

Figura 2 - Comparação das emissões de dioxinas e furanos com a legislação portuguesa para a co-incineração e com a Directiva Europeia. ↓- Valor determinado inferior ao valor limite representado. b) Co-incineração calculada segundo a legislação actual (D.L. nº 273/1998 de 2 de Setembro) conjuntamente com a Portaria nº 286/1993 de 12 de Março; c) Directiva 76/CE/2000 do Parlamento Europeu e do Conselho de 4 de Dezembro.

As concentrações de CO, HCl e HF apresentam valores semelhantes, dentro da variabilidade expectável para a produção de cimento para todos os testes produzidos com e sem utilização de combustível alternativo. Os níveis observados são inferiores aos impostos pela legislação portuguesa e indicados pela Directiva Europeia.

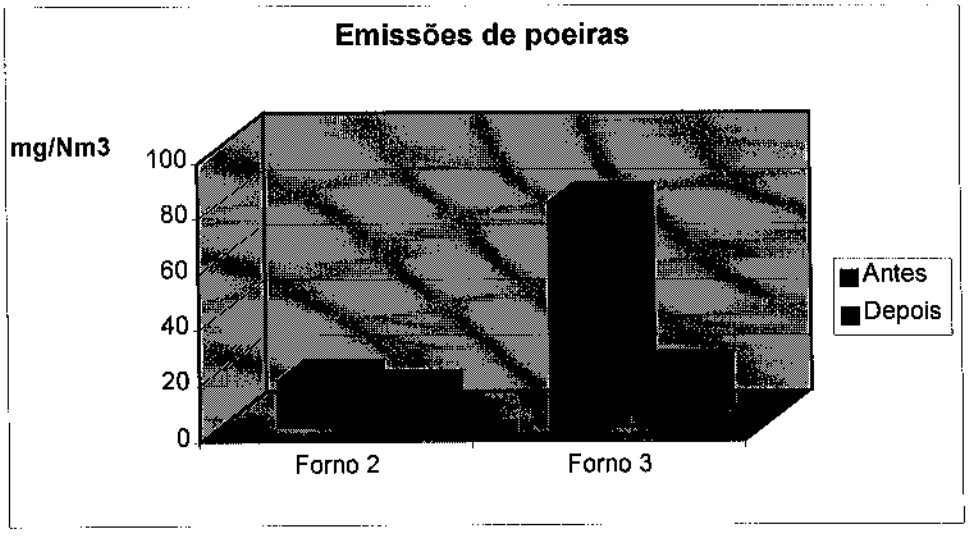

Figura 3 - Comparação das emissões de poeiras em fornos da unidade cimenteira de Souselas antes e depois da colocação dos filtros de mangas .

Em relação à concentração de enxofre na chaminé verifica-se uma clara diferença entre os níveis de emissão medidos durante o teste em branco e durante a queima de RIP, com concentrações aproximadamente 3 vezes mais

elevadas durante a co-incineração. Uma compreensão clara das possíveis razões que causam esta disparidade pode ser obtida através de um balanço de material ao enxofre que entra no forno. Estes cálculos podem ser efectuados com base no relatório da ERGO em anexo e nas Tabelas 1 e 3. Durante o teste em branco entram no forno, por hora, aproximadamente 210 kg de enxofre com a farinha e 235 kg com o combustível normal. Durante o período de co-incineração entram, por hora, aproximadamente 495 kg de enxofre com a farinha, 152 kg com o combustível normal e 9 kg com o combustível alternativo. Resulta deste balanço que o aumento das emissões não pode resultar da introdução do CA e advém claramente do aumento da concentração de enxofre na farinha. O enxofre existente na farinha é provavelmente mais facilmente perdido para o exterior pela chaminé do que o enxofre existente no combustível. O enxofre presente no combustível é vaporizado no final do forno e tem grandes probabilidades em ser adsorvido pela matéria básica no longo percurso até à saída. O enxofre libertado da farinha começa a ser vaporizado no início do processo, logo no moinho de farinha, e tem muito maiores hipóteses de não ser adsorvido e se perder pela chaminé.

Interpretação semelhante à da CCI é fornecida pela ERGO no seu relatório em anexo. Pode-se concluir assim que houve uma variabilidade importante nas características da rocha utilizada para a produção da farinha entre o período do ensaio em branco no dia 16 e o período de testes de co-incineração mais do que uma semana depois e que essa alteração é com muita probabilidade a causa da clara diferença nas emissões de enxofre. As emissões de enxofre durante a co-incineração estão situadas dentro dos níveis permitidos pela legislação nacional. A Directiva Europeia permite níveis de enxofre mais elevados desde que estes não sejam causados pela queima de RIP. Este é claramente o caso e, por conseguinte, poder-se-á também afirmar que os níveis de SO_2 na chaminé estão de acordo com as indicações da Directiva Europeia.

Os níveis de NO_x na chaminé variam entre 659 e 1100 mg/m^3, independentemente da quantidade de combustível utilizado, visto que a concentração mais baixa detectada acontece para o fluxo de combustível alternativo mais elevado. As concentrações medidas durante o teste de co-incineração estão abaixo do limite máximo imposto pela legislação portuguesa para a co-incineração (que é parcialmente omissa em relação a este poluente). Os valores indicados pela Directiva Europeia, embora a sua aplicação possa ser derrogada até 2008, são da ordem de grandeza das concentrações medidas. Níveis elevados de NO_x são comummente observados nas cimenteiras portuguesas a operar normalmente (ver relatório da ERGO para o teste em branco do Outão efectuado em Abril de 2001), e são resultantes das temperaturas elevadas de combustão que originam a reacção do azoto e oxigénio do ar e que produzem NO. Os níveis presentes de NO_x nos gases efluentes das cimenteiras encontram-se confortavelmente dentro dos limites legislativos impostos à indústria cimenteira, mas começam a ser desconfortáveis em relação às indicações da Directiva Europeia. É claro que a própria Directiva reconhece as dificuldades técnicas em baixar as emissões de NO_x (características da elevada temperatura de combustão, condição benéfica para a destruição dos RIP), sem o correspondente aumento de emissões de

outros poluentes e permitiu uma derrogação de até 8 anos para a aplicação do normativo para o NO_x. Como brevemente a Directiva será transposta para a legislação portuguesa, a indústria cimenteira participante na co-incineração de RIP terá de implementar as técnicas de controlo convenientes e necessárias de modo a diminuir os níveis de emissão de NO_x.

Finalmente passamos a avaliar os níveis de Carbono Orgânico Total (COT) volátil nos gases da chaminé. De modo equivalente ao verificado com o SO_2, há uma diferença razoável entre a concentração medida durante o teste em branco (16 mg/m^3) e as concentrações medidas durante o teste de co-incineração (39-46 mg/m^3). A determinação clara das causas para este comportamento diversificado estão dificultadas neste momento pelo não recebimento ainda da caracterização orgânica específica dos materiais sólidos circulantes no forno, informação encomendada à ERGO. Assim, a interpretação dos valores medidos terá um carácter provisório, que será possivelmente corroborado e clarificado com a chegada dos dados em falta. Um aumento das emissões de COT em resultado da queima incompleta dos RIP não parece provável, porque não se observa um crescimento dos níveis de COT com o aumento da carga de CA ao forno, sendo mesmo o nível COT mais elevado medido durante a menor carga de RIP ao forno. Por outro lado, se a variação dos níveis de COT fosse derivada da queima incompleta dos RIP, seria de esperar um aumento na produção de dioxinas durante a co-incineração de RIP como consequência da formação *de novo* a partir da queima incompleta dos hidrocarbonetos poliaromáticos presentes nos RIP, o que não se verifica.

Tabela 7 - Níveis de Carbono Orgânico Total (mg/m^3) medidos pela ERGO nos fornos da CIMPOR, em Souselas e Maceira, sem a queima de RIP.

	1997	**1997**	**1997**	**2000**	**2000**	**2000**	**2000**
Souselas- forno 1				31	31.7	26.6	26.5
Souselas- forno 2				22	20.8	31.6	29.9
Souselas- forno 3	37.1	36.5		49	47.7	49.6	50.4
Maceira- forno 5	61.2	37.3	40.7	47.5	45	55.8	54.7
Maceira- forno 6	41.8	32.3	29.7	40.8	36.2	42.9	45.2

A Tabela 7 apresenta medições efectuadas em testes realizados nos anos de 1997 e 2000, pela ERGO, nos três fornos de Souselas, a queimar combustível normal. Da tabela é possível verificar que as condições normais de operação resultam em níveis variados de COT, que usualmente se situam acima do valor observado no presente para o teste em branco, e que atingiram numa das experiências o valor de 50,4 mg/m^3. Os níveis de COT nos gases das chaminés de indústrias cimenteiras resultam muitas vezes da evaporação de matéria orgânica presente na rocha utilizada como matéria prima, durante a secagem e aquecimento da farinha à entrada do forno, não sendo deste modo consequência de uma combustão menos eficaz. É devido ao reconhecimento comum da existência deste fenómeno que a Directiva Europeia permite a isenção ao cumprimento dos níveis legislados para o COT, quando a fonte produtora se encontra associada ao processo cimenteiro, e não à combustão dos RIP.

No caso presente, e tendo em atenção o que se verifica e se conclui para o SO_2, a variabilidade nas emissões de COT entre o teste em branco e os testes de co-incineração, prende-se com as modificações na composição da rocha utilizada como matéria prima. De acordo com os níveis observados comummente de COT nos fornos de Souselas e tendo também presente os níveis de enxofre medidos, presumivelmente foi utilizado, durante o teste em branco, material rochoso mais puro em matéria orgânica e enxofre do que o normalmente presente. Os dados presentes apontam para que a causa do aumento dos níveis de COT durante a parte final das medições efectuadas não seja devida aos RIP, mas sim à variação na composição da matéria prima.

A legislação nacional não discriminou níveis de emissão de COT para as cimenteiras a queimar combustível normal, basendo-se os nossos cálculos nos limites de emissão dos processos de combustão da indústria em geral. As particularidades na emissão de COT pela indústria cimenteira, com possível volatilização da matéria-prima são reconhecidas pela Directiva Europeia. Tendo em atenção as medições no passado de COT em Souselas, as emissões de COT durante a co-incineração parecem estar de acordo com a Directiva Europeia. Para melhor fundamentação será necessário demonstrar que a emissão de Compostos Orgânicos Voláteis resulta, fundamentalmente, da queima da matéria prima.

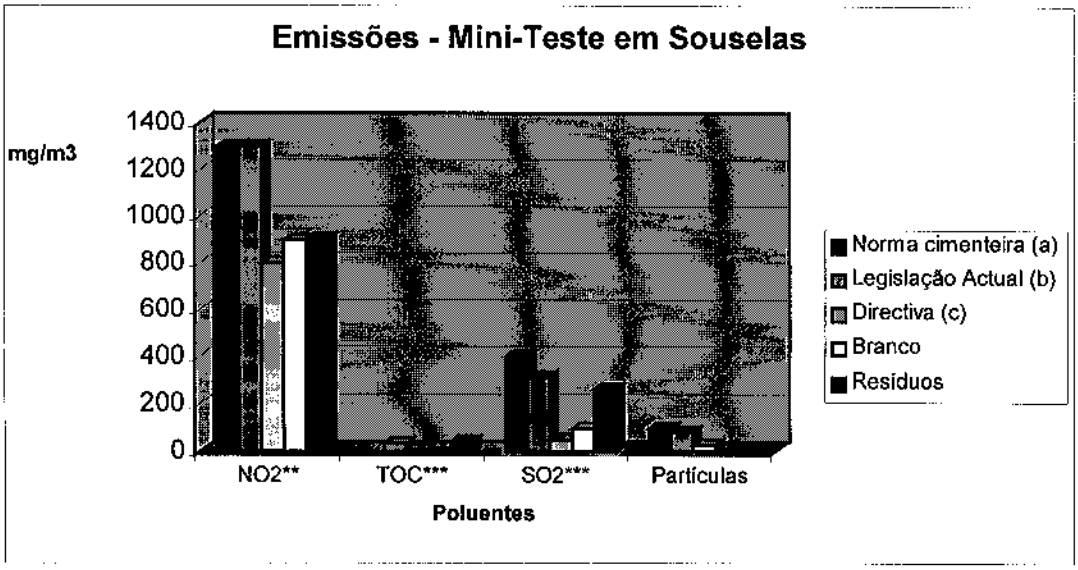

Figura 4 - Comparação das emissões com a legislação portuguesa para as cimenteiras, a co-incineração, e com a Directiva Europeia.

** Valor limite na Directiva 76/CE/2000 a partir de 2008

*** Valor limite na Directiva 76/CE/2000 se os compostos orgânicos forem provenientes dos resíduos. Caso contrário serão admitidos valores mais elevados; a) Portaria nº 286/1993 de 12 de Março corrigida pela Declaração de Rectificação nº 91/1993; b) Co-incineração calculada segundo a legislação actual (D.L. nº 273/1998 de 2 de Setembro) conjuntamente com a Portaria nº 286/1993 de 12 de Março; c) Directiva 76/CE/2000 do Parlamento Europeu e do Conselho de 4 de Dezembro; NOTA: No cálculo dos valores limites para a legislação actual, admite-se que na tabela 3 do anexo III do D.L. nº 273/1998 de 2 de Setembro, onde se lê Mg, deve ler-se Mn; e que na tabela referida no ponto II.1.1.c onde se lê Sb+As, Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V deve ler-se Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V.

A Figura 4 permite comparar os níveis de emissão do teste em branco e do valor médio das emissões usando combustível alternativo, com os limites impostos pela legislação nacional para as cimenteiras, para a co-incineração

segundo a legislação nacional, e para a co-incineração apartir do ano 2008, segundo a nova directiva europeia.

COMENTÁRIOS FINAIS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O miniteste da queima de Resíduos Industriais Perigosos levado a cabo no forno 2 da cimenteira de Souselas, de 16 a 27 de Julho de 2001, permitiu confirmar a adequação da opção da co-incineração em unidades cimenteiras para o tratamento de resíduos industriais perigosos cujo destino final requer a destruição térmica. Mais permitiu adquirir experiência e conhecimentos que facilitarão grandemente a realização dos testes definitivos no futuro próximo.

No que concerne à destruição térmica dos resíduos verifica-se que o processo de co-incineração em cimenteiras satisfaz os requisitos críticos para a destruição térmica de RIP. Os níveis de emissão de efluentes são os normais para uma cimenteira a funcionar com combustível clássico e bastantes baixos para dioxinas e metais. Com Combustível Alternativo (CA), e independentemente das quantidades de CA admitidas ao forno, não há acréscimo das emissões de dioxinas/furanos. As emissões de dioxinas/furanos são inferiores ao limite de detecção de 10 pg I-TEQ/m^3, que é dez vezes inferior ao limite máximo permitido de 100 pg I-TEQ/m^3. Conforme repetidamente a CCI havia afirmado no seus relatórios e em declarações públicas, não há emissões acrescidas de dioxinas/furanos pela combustão de RIP até ao máximo permitido para a percentagem de substituição do combustível normal.

O mesmo se verifica para os metais pesados, cujas concentrações são indistinguíveis, dentro da variabilidade natural do processo de produção de cimento, entre o processo de co-incineração e o funcionamento com combustível normal.

O sistema de associação de filtros electrostáticos e de mangas revela-se muito eficiente, para além de evitar descargas periódicas de enormes quantidades de partículas quando, devido a instabilidade dos fornos, era necessário desligar os filtros electrostáticos. Para o processo de co-incineração os valores medidos são em média 20 vezes mais baixos do que os impostos pela legislação nacional e 8 vezes inferiores aos indicados pela Directiva Europeia.

As restantes emissões de efluentes encontram-se igualmente dentro dos limites fixados pela legislação vigente.

Para procedimentos futuros, uma das conclusões imediatas da avaliação dos resultados desta experiência é a de que uma única medição em branco, num período afastado do resto das experiências de co-incineração é insuficiente para avaliar todas as variações de composição e de processo que se verificam ao longo do tempo numa cimenteira. Os testes em branco terão que ser efectuados em número suficiente para poder inferir claramente o efeito das emissões de enxofre e de carbono orgânico total pelo processo de aquecimento da farinha. Estas emissões, possivelmente são independentes do

tipo de combustível utilizado, e dificeis de controlar e diminuir com as Melhores Tecnologias Disponíveis, em particular no caso do carbono orgânico total.

Os testes futuros deverão ser efectuados nas melhores condições de abastecimento de CA ao forno, pelo que deverão comportar operações preliminares, fruto dos seguintes requisitos:

i) instalação de um sistema que permita reduzir o teor de água das lamas que vão ser utilizadas na preparação do CA;
ii) necessidade de proceder-se a uma crivagem mais apertada do CA, mormente no serrim;
iii) melhorar o sistema de transporte do CA para admissão ao forno;

Acresce que os testes futuros deverão realizar-se em duas fases:

1- Verificação da regularidade de alimentação do combustível com propriedades reológicas idênticas às do CA e da estabilidade do processo de queima. Medição dos teores dos efluentes gasosos monitorizados em contínuo e registo da variação de temperatura no forno, bem como o número de paragens do sistema de alimentação de CA.
2- Realização das medidas da emissão de efluentes em contínuo, dioxinas e furanos, metais pesados e compostos orgânicos, bem como as recolhas de combustível, farinha e clinquer para três testes em branco e três valores progressivos maiores de admissão de CA, até aos cerca de 25% de substituição de combustível, em termos de energia.

A CCI espera que os próximos ensaios possam contar já com a presença dos representantes das populações, para o que se torna indispensável e urgente que as Câmaras Municipais de Coimbra e Setúbal nomeiem os seus representantes nas Comissões de Acompanhamento Local, para assim se iniciar o processo da sua constituição, nos termos da lei nº 120/99.

Report

Stack Testing Measurements in the flue gas of kiln no. 2

CIMPOR, Cimentos de Portugal S.A., Centro de Produção de Souselas, Portugal

Co-incineração do Combustível Alternativo (Mini-Teste)

Executive Summary

October 2001

Accreditation by the German Authorities (Notification) related to §§ 26, 28 BImSchG, 2. BImSchV, §§ 26,28 of 13.BImSchV, § 10 of 17. BImSchV, Nr. 3.2 TA Luft
Emission- and Ambient Air Measurement, Olfactometry, Calibration and Function Test

Geierstraße 1
22305 Hamburg, Germany
Phone (+4940) 69 70 960
Fax (+4940) 69 70 9699
e-mail: ergo.umwelt@t-online.de

Bankinformation:
Commerzbank Hamburg
BLZ 200 400 00
Account No. 270 78 26

Board members:
Dr. Michael Ball, Olaf Päpke
HRB 22799
Amtsgericht Hamburg

Report

Stack Testing Measurements in the flue gas of kiln no. 2

CIMPOR, Cimentos de Portugal S.A., Centro de Produção de Souselas, Portugal

Co-incineração do Combustível Alternativo (Mini-Teste)

Executive Summary

October 2001

Ordered by:	CIMPOR, Souselas, Portugal
Order n°	e-mails from June 7th and June 27th, 2001
Date of order:	June 7th, June 27th, 2001
Location of measurement	Centro de Produção de Souselas
	Apartado 11
	3021 801 Souselas
Part of plant	Kiln 2
Period of measurement:	01-07-16 – 01-07-27
ERGO project number:	A-441-01-200-Cimpor,Souselas-b.doc
Project manager:	Dr. U. Düwel, Dipl.-Ing. Joost
Phone:	(+4940) 69 70 96 – 0
Number of pages:	7

Contents **page**

1 Introduction 4
2 Plant characterization 4
3 Summarized test results 5
4 Characterization of measurements 7
Annex A: Technical report
Annex B: Operating conditions

1 Introduction

CIMPOR, Cimentos de Portugal S.A.,Centro de Produção de Souselas, instructed ERGO Forschungsgesellschaft mbH, Hamburg, Germany, to perform measurements with regard to concentrations of various components in the flue gas of one cement kiln, located at the Souselas plant in Portugal. The tests were carried out at kiln no. 2 to determine the concentrations of dioxins/ furans (polychlorinated-p-dibenzodioxins and polychlorinated-p-dibenzofurans), heavy metals, hydrogen chloride, hydrogen fluoride, sulphur dioxide, nitrogen oxides expressed as nitrogen dioxide, carbon monoxide, dust, and total organic carbon (TOC) in accordance with the EC – Council Directive 2000/76/EC of December 4th, 2000 (Incineration of Waste).

Within the scope of the first Trial Burn (Mini-Teste), first experience shall be gained with the application of relatively small quantities of so called alternative fuel, (Combustível Alternativo (CA)), with regard to their combustion in cement plants. Apart from technical questions concerning handling and dosage, it was most important to examine whether the combustion of CA results in higher concentrations of hazardous substances in flue gas. In this respect, the compounds of dioxins/furans and heavy metals – such as mercury for example – are of special relevance. The investigations are based on the compounds indicated in the EC – Council Directive 2000/76/EC of December 4th, 2000

The investigations were started with a so-called blank test excluding the application of CA. The CA quantity applied to following test runs was enhanced to 3 t/h during the course of the examinations.

As alternative fuel (Combustível Alternativo, CA), a mixture of ca. 40% of hazardous industrial waste (Resíduos Industriais Perigosos, RIP) with saw dust (serrim) was used.

2 Plant characterization

The clinker production kiln no. 2 can be described as a four stage cyclone preheater kiln equipped with grate cooler.

The location and sampling period of the investigations are listed in the following table:

Table 2.1: Location and date of measurements

Company	Plant location	Kiln #	Measuring period
CIMPOR	Souselas	2	July 16th – July 27th, 2001

During the stack testing measurements, alternative fuel (Combustível Alternativo, CA) has been fed into the main burner that was operating with regular fuel. The cleaning of the flue gas was carried out using a fabric filter. The raw mill was in operation during all tests.

A short documentation of the key data concerning operating conditions was compiled from recordings from the plant process data system and placed at our disposal. The data listed in the following tables show normal operating conditions.

Table 2.2: Operating conditions of kiln 2

Kiln 2				
Date	Period	Raw mill feed [t/h]	Kiln feed [t/h]	Clinker production [t/h]
16/07/2001	11:00-22:00	97,3	102,0	62,2
24/07/2001	16:00-20:30	98,5	104,1	63,5
25/07/2001	11:00-18:00	109,6	101,4	61,9
27/07/2001	09:30-18:30	111,6	101,7	62,0

The feeding rate of the alternative fuel (Combustível Alternativo, CA) was determined in the range of 1 t/h to 3 t/h by a balance device of the feeding equipment.

3 Summarized test results

The measurement results are summarized in the following tables.

In accordance with the EC – Council Directive 2000/76/EC of December, 4th, 2000 the concentrations are standardized to a temperature of 273 K , a pressure of 1013 hPa of the dry flue gas and related to an oxygen content (dry) of 10 Vol%.

Table 3.1: CIMPOR, Souselas kiln 2

	Unit	**Feeding of CA [1)]**			
	t/h	**Blank test**	**ca. 1**	**ca. 2**	**ca. 3**
		Date of investigations			
Date		**16.7.01**	**24.7.01**	**25.7.01**	**27.7.01**
No. of test run		**1**	**2**	**3**	**4**
Components					
Carbon monoxid (CO)	[mg/m³]	399	439	412	466
Nitrogen oxide expr. as NO_2	[mg/m³]	896	1.110	940	659
Total organic carbon	[mg/m³]	16	46	39	44
Hydrogen chloride (HCl)	[mg/m³]	1,2	2,8	2,6	2,0
Hydrogen fluoride (HF)	[mg/m³]	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Sulphur dioxide (SO_2)	[mg/m³]	97	228	263	302
Total dust	[mg/m³]	-- [2)]	3,9	3,2	6,1
Sum of cadmium (Cd) and thallium (Tl)	[mg/m³]	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Mercury (Hg)	[mg/m³]	0,0073	0,011	0,0077	0,011
Sum of Sb to V [*)]	[mg/m³]	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05
Dioxins / furans, I-TEQ-value EN 1948	[ng/m³]	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

*) antimony (Sb), arsenic (As), lead (Pb), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), manganese (Mn), nickel (Ni), vanadium (V).

[1)] CA = Combustível Alternativo [2)] Evaluation not possible

Evaluation

By means of the results shown in table 3.1., it shall be examined whether there is a significant difference between the blank test and test runs including the combustion of CA regarding the compounds mentioned.

It must be taken into consideration that the concentrations of the substances listed in table 3.1. do not occur in a completely constant way for repeated measurements. This means that normal operation without application of CA shows a certain range of values which may be attributed to inevitable variations in the plant operations. This applies to cement plants worldwide.

This must also be considered when comparing the test runs. CA combustion influence is only discernible when a so-called significant difference can be stated, i.e. a value which prominently differentiates from the ranges of values resulting from normal operation.

For dioxins/furans, the sum of Cd and Tl, and for the sum of Sb to V (Antimony (Sb), arsenic (As), lead (Pb), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), manganese (Mn), nickel (Ni), vanadium (V)), no difference can be observed between the blank test and test runs no. 2, 3 or 4 (see table 3.1). As far as mercury is concerned, different values were ascertained but these do not significantly indicate higher values for the test runs where CA was applied. This is proven by the ascertained mercury concentration of 0.0077 mg/m³ for the application of 2 t/h CA and by the same concentration ascertained for the blank test excluding CA.

A comparable evaluation may be applied to the other compounds (with the exception of sulphur dioxide). Considering the concentration variations observed during normal operation, no significant difference can be found between the blank test and the test runs including 1 t/h, 2 t/h and 3 t/h CA. As far as the component sulphur dioxide is concerned, the concentrations differ significantly: 97 mg/m3 in the blank test and for test runs no. 2, 3 and 4: 228 mg/m³, 263 mg/m³ and 302 mg/m³ respectively. It could be assumed that a relationship between the rise of the sulphur concentrations and increasing application quantities of CA exists. However, an analysis of the CA applied to sulphur only showed values of 3.1 g sulphur/kg CA. This corresponds to a mass flow rate of approx. 3.1 kg sulphur/h to approx. 9.3 kg sulphur/h – but the total sulphur mass flow ranges in the order of approx. 300 kg/h. Very likely, the rise of the sulphur dioxide concentration with an increasing application of CA during the test runs 1 to 4 can be attributed to normal variations in the operation of the cement process. Thus, an influence of CA combustion cannot be deduced from it.

For dust, no comparison can be drawn due to the fact that the sample for the blank test cannot be evaluated. However, the low concentrations of 3.2 mg/m³ to 6.1 mg/m³ reveal the very good dust removal effect of the fabric filter.

The output capacity of the cement plants is almost constant during all 4 test runs with a clinker production within the range of 61.9 t/h to 63.5 t/h, such that, in this respect, the test runs are comparable.

In summary it can be stated that on the basis of the examined components (except sulphur) no significant changes of the concentrations of the aforementioned substances in flue gas

can be ascertained between the blank test and the test runs no. 2, 3, and 4 which includes the application of CA. Very likely, the investigated rise of the sulphur dioxide concentration can be attributed to normal variations in the operation of the cement process.

4 Characterization of measurements

Each of the congeners listed in Annex I of the Council Directive 2000/76/EC of December 4th, 2000, is determined for the measurement of dioxins/ furans. The I-TEQ value is evaluated following the procedure described in Annex 1. This procedure also complies with the European Standard EN 1948.

The heavy metal values include particle bounded forms, the gaseous (vapor) forms and their compounds in accordance with the Council Directive 2000/76/EC. Table 3.1 show the sum of groups of elements related to Annex II.1.1 of the Council Directive. In case that the result for the single element was below the detection limit half of the value of the detection limit was set into the sum up calculation.

Dioxins/ furans and heavy metals are detectable even at very low concentrations through use of laboratory procedures based on instrumental analysis. The detection limit, the uncertainty and the blank levels of the measuring procedures - respectively small inevitable process variations - cause a specific range which cannot be used for comparative tests. Therefore, levels within this range are not reported but indicated by "lower than".

For the components hydrogen chloride, hydrogen fluoride, sulfur dioxide, carbon monoxide, nitrogen oxides and total organic carbon (TOC), the resultant values show averages over ½ hour measurement period. The values for dioxins/ furans are based on an average sampling time of six hours, the values for total dust and the heavy metals on an average time of one hour.

The flow rate of the sampled gas stream is adjusted to isokinetic conditions on the sampling nozzle during sampling of dioxins, dust and heavy metals.

The sampling of dioxins/furans, heavy metals and dust was carried out over the cross-section of the stacks following ISO 9096.

Technical details of the measurements are reported in Annex A, those of the operating conditions in Annex B.

ERGO Forschungsgesellschaft mbH

Hamburg, October, 26th, 2001

Dr. Uwe Düwel

Dipl. Ing. Florentin Joost