



Universidade do Porto

FEUP Faculdade de
Engenharia

Departamento de Ambiente e
Ordenamento



Universidade de Aveiro

Protocolo IA-FEUP/UA no Domínio PCIP Sector Metalúrgico

**“Emissões para a atmosfera no sector da transformação de
metais com processos metalúrgicos e sua aplicação ao
contexto nacional”**

Relatório final

AMB-QA-4/2006

DEZEMBRO 2006

Ficha técnica

Designação do Projecto: Protocolo IA-FEUP/UA no Domínio PCIP – Sector Metalúrgico

Cliente: Instituto do Ambiente
Rua da Murgueira 9/9ª, 2610-124 Amadora

Sector Operacional: Auditoria e Controlo Ambiental

Nº do Relatório:

Tipo de Documento: Relatório final

Data de Emissão: Dezembro de 2006

Revisão:

Aprovação:

Equipa

Carlos Borrego (Director do Instituto do Ambiente e Desenvolvimento - IDAD, Professor Catedrático no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro - DAOUA)

Carlos Alberto Silva Ribeiro (Engenheiro Metalúrgico, Doutor c/ agregação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP)

Miguel Coutinho (Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente, IDAD)

Alda Susana Martinho (Lic. em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, FEUP)

Bruno Filipe Bronze da Silva (Eng.^o Metalúrgico, FEUP)

Maria Alexandra da Rocha Gomes Ferreira (Lic. em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, FEUP)

Carla Gama (Estagiária do curso de Engenharia do Ambiente UA, IDAD)

Túlio Paiva (Engenheiro do Ambiente, IDAD)

João Ginja (Engenheiro do Ambiente, IDAD)

Paula Mata (Engenheira do Ambiente, IDAD)

Alexandra Passos Silva (Engenheira do Ambiente, IDAD)

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. O SECTOR METALÚRGICO	13
2.1 ENQUADRAMENTO GERAL.....	13
2.2 CONTEXTO NACIONAL	19
2.2.1 <i>Caracterização do sector PCIP metalúrgico nacional.</i>	19
2.2.2 <i>Alterações previstas pelo PRTR-E</i>	22
3. ESTRUTURA E METODOLOGIA GERAL.....	25
3.1 PRINCÍPIOS E CRITÉRIOS.....	26
3.2 UTILIZAÇÃO DE FACTORES DE EMISSÃO	28
3.3 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO.....	29
3.3.1 <i>Avaliação das emissões nacionais</i>	29
3.3.2 <i>Adequabilidade dos factores de emissão ao contexto nacional.</i>	30
4. SELECÇÃO DA AMOSTRA.....	35
5. CARACTERIZAÇÃO DE PROCESSOS E IDENTIFICAÇÃO DE POLUENTES	37
5.1 CATEGORIA PCIP 2.2	37
5.1.1 <i>Descrição do processo produtivo</i>	37
5.1.2 <i>Identificação de poluentes</i>	40
5.2 CATEGORIA PCIP 2.4	40
5.2.1 <i>Descrição do processo produtivo</i>	40
5.2.2 <i>Identificação de poluentes</i>	44
5.3 CATEGORIA PCIP 2.5B	45
5.3.1 <i>Descrição do processo produtivo</i>	45
5.3.2 <i>Identificação de poluentes</i>	49
6. MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS NO FLUXO PRODUTIVO NACIONAL.....	53
7. AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES NACIONAIS.....	59
7.1 GRUPO I – POLUENTES ORGÂNICOS (PCDD/F, PAH E PCB).....	59
7.2 GRUPO II – METAIS E SEUS COMPOSTOS (AS, CD, CR, CU, HG, NI, PB E ZN).....	62
7.3 GRUPO III – PARTÍCULAS TOTAIS, CO ₂ , NO _x , SO _x , CO	65
7.4 GRUPO IV – CLORETOS E FLUORETOS	68
8. ADEQUABILIDADE DA APLICAÇÃO DE FACTORES DE EMISSÃO NO CONTEXTO NACIONAL.....	71
8.1 CATEGORIA PCIP 2.2	71
8.1.1 <i>Partículas</i>	71
8.1.2 <i>Metais (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)</i>	72
8.1.3 <i>Dióxido de Carbono (CO₂)</i>	74
8.1.4 <i>Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM)</i>	74
8.1.5 <i>Óxidos de Azoto (NO_x)</i>	74
8.1.6 <i>Óxidos de Enxofre (SO_x)</i>	75
8.1.7 <i>Monóxido de Carbono (CO)</i>	76
8.1.8 <i>Cloro e Compostos Inorgânicos</i>	76
8.1.9 <i>Flúor e Compostos Inorgânicos</i>	76
8.1.10 <i>Dioxinas e Furanos (PCDD/PCDF)</i>	76
8.1.11 <i>Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH)</i>	77
8.1.12 <i>Bifenilos Policlorados (PCB)</i>	77
8.2 CATEGORIA PCIP 2.4	77
8.2.1 <i>Partículas</i>	77

8.2.2	<i>Metais (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)</i>	79
8.2.3	<i>Dióxido de Carbono (CO₂)</i>	83
8.2.4	<i>Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM)</i>	84
8.2.5	<i>Óxidos de Azoto (NO_x)</i>	84
8.2.6	<i>Óxidos de Enxofre (SO_x)</i>	86
8.2.7	<i>Monóxido de Carbono (CO)</i>	88
8.2.8	<i>Cloro, Flúor e Compostos Inorgânicos</i>	90
8.2.9	<i>Dioxinas e Furanos (PCDD/PCDF)</i>	91
8.2.10	<i>Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH)</i>	91
8.2.11	<i>Bifenilos Policlorados (PCB), Hexaclorobenzeno (HCB), Benzeno e Amónia (NH₃)</i>	91
8.3	CATEGORIA PCIP 2.5B).....	92
8.3.1	<i>Partículas</i>	92
8.3.2	<i>Metais (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)</i>	95
8.3.3	<i>Dióxido de Carbono (CO₂)</i>	96
8.3.4	<i>Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM)</i>	96
8.3.5	<i>Óxidos de Azoto (NO_x)</i>	96
8.3.6	<i>Óxidos de Enxofre (SO_x)</i>	97
8.3.7	<i>Monóxido de Carbono (CO)</i>	98
8.3.8	<i>Cloro e Compostos Inorgânicos</i>	98
8.3.9	<i>Flúor e Compostos Inorgânicos</i>	99
8.3.10	<i>Dioxinas e Furanos (PCDD/PCDF)</i>	99
8.3.11	<i>Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) e Bifenilos Policlorados (PCB)</i>	99
8.4	FACTORES DE EMISSÃO VERSUS EMISSÕES NACIONAIS E LIMIARES PRTR.....	99
8.4.1	<i>Grupo I - Orgânicos (PCCD/F, PAH e PCB)</i>	100
8.4.2	<i>Grupo II - metais e seus compostos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn)</i>	101
8.4.3	<i>Grupo III - Partículas totais, CO₂, NO_x, SO_x, CO</i>	104
8.4.4	<i>Grupo IV - Cloretos e Fluoretos</i>	106
9.	CONCLUSÕES.....	107
10.	BIBLIOGRAFIA.....	113
11.	ANEXOS.....	115

Índice de Figuras

FIGURA 2.1– SECTORES DA INDUSTRIA DE FUNDIÇÃO NACIONAL	13
FIGURA 2.2– PROCESSO DE PRODUÇÃO DE VARÕES DE AÇO.....	14
FIGURA 2.3– REPARTIÇÃO MUNDIAL DE AÇO BRUTO	15
FIGURA 2.4 – PAÍSES DE EXPORTAÇÃO DO SECTOR	18
FIGURA 2.5 - UNIVERSO DE INSTALAÇÕES PCIP – DISTRIBUIÇÃO SECTORIAL.	20
FIGURA 2.6 - (A) DISTRIBUIÇÃO DAS ACTIVIDADES PCIP NO UNIVERSO PCIP DO SECTOR DE TRANSFORMAÇÃO DE METAIS; (B). COMPARAÇÃO DO TOTAL DE INSTALAÇÕES DO SECTOR METALÚRGICO NACIONAL COM O UNIVERSO PCIP	21
FIGURA 2.7 - (A) DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO TERRITÓRIO NACIONAL CONTINENTAL; (D) TOTAL DE INSTALAÇÕES PCIP AFECTAS À JURISDIÇÕES DAS CCDR	22
FIGURA 3.1 – ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO RECOLHIDA.....	26
FIGURA 3.2 - ALGORITMO DE CÁLCULO DE RÁCIOS DE EMISSÃO NACIONAIS	30
FIGURA 3.3 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS SELECIONADOS PARA REPRESENTAR AS DIFERENTES POPULAÇÕES DE DADOS	32
FIGURA 5.1 - FORNO DE ARCO ELÉCTRICO COM TRÊS ELÉCTRODOS E COM SOLEIRA DE CARREGAMENTO.	37
FIGURA 5.2 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UM FORNO DE PANELA.	38
FIGURA 5.3 - FLUXO DO PROCESSO DE FUSÃO DE UM FORNO DE ARCO ELÉCTRICO.	39
FIGURA 5.4 - FLUXO DO PROCESSO DE AFINAÇÃO DE UM FORNO DE PANELA	39
FIGURA 5.5 - FLUXO DOS PROCESSOS DE FUNDIÇÃO DE UMA FUNDIÇÃO COM FUSÃO EM FORNO CUBILOTE.....	42
FIGURA 5.6 - ESQUEMA DE UM FORNO CUBILOTE	43
FIGURA 5.7 - LOCALIZAÇÃO DAS ZONAS DO CUBILOTE.....	43
FIGURA 5.8 - FLUXO DO PROCESSO DE FUSÃO DE UM FORNO DE SOLEIRA.....	45
FIGURA 5.9 - FORNO DE REVÉRBERO.	46
FIGURA 5.10 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UM FORNO REVÉRBERO COM TRÊS CÂMARAS.	46
FIGURA 5.11 - FLUXO DO PROCESSO DE FUSÃO DE UM FORNO DE REVÉRBERO.	47
FIGURA 5.12 - EXEMPLO TÍPICO DE UM FORNO ROTATIVO.	48
FIGURA 5.13 - FLUXO DO PROCESSO DE FUSÃO EM FORNO ROTATIVO.	48
FIGURA 5.14 - FLUXO DO PROCESSO DE FUSÃO EM FORNO DE INDUÇÃO.	49
FIGURA 7.1- ANÁLISE COMPARATIVA DOS VALORES DE CONCENTRAÇÃO: (A)TOTAL DIOXINAS/FURANOS (NG I-TEQ/Nm ³); (B) BIFENILOS POLICLORADOS (NG I-TEQ/Nm ³); (C) HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (16 EPA) (MG/NM ³); ▲ VEA.	60
FIGURA 7.2- ANÁLISE COMPARATIVA DOS VALORES DE CAUDAIS MÁSSICOS (KG/H): (A)TOTAL DIOXINAS/FURANOS; (B) BIFENILOS POLICLORADOS; (C) HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (16 EPA).	61
FIGURA 7.3: ANÁLISE COMPARATIVA DOS VALORES DE CONCENTRAÇÃO (MG/NM ³). (A) METAIS PESADOS TOTAIS; (B) CÁDMIO (Cd) E MERCÚRIO (Hg); (C) ARSÊNIO (As) + NÍQUEL (Ni), (D) CHUMBO (Pb) + CRÓMIO (Cr) + COBRE (Cu).----- VLE(PORT. N.º 286/93, DE 12 DE MARÇO).....	63
FIGURA 7.4 - ANÁLISE COMPARATIVA DOS VALORES DE CAUDAIS MÁSSICOS (KG/H): (A) CÁDMIO (Cd) + MERCÚRIO (Hg); (B) ARSÊNIO (As) + NÍQUEL (Ni); (C) CHUMBO (Pb) + CRÓMIO (Cr)+ COBRE (Cu) + ZINCO (Zn). ----- LIMARES MÁSSICOS MÍNIMOS.	64
FIGURA 7.5- ANÁLISE COMPARATIVA DOS VALORES DE CONCENTRAÇÃO DOS POLUENTES INDICADOS NOS GRÁFICOS (MG/NM ³). ▲ VEA. ----- VLE (PORT. N.º 286/93, DE 12 DE MARÇO).....	65
FIGURA 7.6 -ANÁLISE COMPARATIVA DOS VALORES DE CAUDAIS MÁSSICOS (KG/H) DOS POLUENTES INDICADOS NOS GRÁFICOS. ----- LIMARES MÁSSICOS MÍNIMOS; ----- LIMARES MÁSSICOS MÁXIMOS	67
FIGURA 7.7- ANÁLISE COMPARATIVA DOS VALORES DOS POLUENTES INDICADOS NOS GRÁFICOS, EM TERMOS DE: (A) CONCENTRAÇÕES (MG/NM ³); (B) CAUDAIS MÁSSICOS (KG/H). ----- LIMARES MÁSSICOS MÍNIMOS; ----- LIMARES MÁSSICOS MÁXIMOS	69
FIGURA 8.1 - PARTÍCULAS: (A) COMPARAÇÃO ENTRE OS VÁRIOS FE DA BIBLIOGRAFIA E O VALOR DE MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS, (B) RAZÕES ENTRE CADA FE DA BIBLIOGRAFIA E A MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS	78
FIGURA 8.2 - PARTÍCULAS: DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS E SUA COMPARAÇÃO COM FE BIBLIOGRÁFICOS.	79

FIGURA 8.3 - METAIS: (A) COMPARAÇÃO ENTRE OS VÁRIOS FE DA BIBLIOGRAFIA E O VALOR DE MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS, (B) RAZÕES ENTRE CADA FE DA BIBLIOGRAFIA E A MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS	80
FIGURA 8.4 - METAIS: DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS (KG METAL/TONMETAL LÍQUIDO)E SUA COMPARAÇÃO COM FE BIBLIOGRÁFICOS.....	83
FIGURA 8.5 - NOx: (A) COMPARAÇÃO ENTRE OS VÁRIOS FE DA BIBLIOGRAFIA E O VALOR DE MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS, (B) RAZÕES ENTRE CADA FE DA BIBLIOGRAFIA E A MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS.	85
FIGURA 8.6 - NOx: DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS E SUA COMPARAÇÃO COM FE BIBLIOGRÁFICOS.....	86
FIGURA 8.7 - SO _x : (A) COMPARAÇÃO ENTRE OS VÁRIOS FE DA BIBLIOGRAFIA E O VALOR DE MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS, (B) RAZÕES ENTRE CADA FE DA BIBLIOGRAFIA E A MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS.	87
FIGURA 8.8 - SO _x : DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS E SUA COMPARAÇÃO COM FE BIBLIOGRÁFICOS.....	88
FIGURA 8.9 - CO: (A) COMPARAÇÃO ENTRE OS VÁRIOS FE DA BIBLIOGRAFIA E O VALOR DE MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS, (B) RAZÕES ENTRE CADA FE DA BIBLIOGRAFIA E A MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS.	89
FIGURA 8.10 - CO: DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS E SUA COMPARAÇÃO COM FE BIBLIOGRÁFICOS.....	90
FIGURA 8.11- PARTÍCULAS: (A) COMPARAÇÃO ENTRE OS VÁRIOS FE DA BIBLIOGRAFIA E OS VALORES DE MEDIANA OU MÉDIA (N<10) DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS, (B) RAZÕES ENTRE CADA FE DA BIBLIOGRAFIA E A MEDIANA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS.	94
FIGURA 8.12- ANÁLISE COMPARATIVA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS E DOS FACTORES DE EMISSÃO DA BIBLIOGRAFIA (KG/ANO), FACE AOS LIMIARES PRTR.. (A)TOTAL DIOXINAS/FURANOS; (B) BIFENILOS POLICLORADOS; (C) HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (16 EPA). ▲ FE ----- LIMIAR PRTR	101
FIGURA 8.13- ANÁLISE COMPARATIVA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS E DOS FACTORES DE EMISSÃO DA BIBLIOGRAFIA (KG/ANO), FACE AOS LIMIARES PRTR PARA OS METAIS ESTUDADOS E INDICADOS NO RESPECTIVOS GRÁFICOS. ▲ FE, ----- LIMIAR PRTR	102
FIGURA 8.14- ANÁLISE COMPARATIVA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS E DOS FACTORES DE EMISSÃO DA BIBLIOGRAFIA (KG/ANO), FACE AOS LIMIARES PRTR PARA O GRUPO III DE POLUENTES ESTUDADOS E INDICADOS NO RESPECTIVOS GRÁFICOS. ▲ FE, ----- LIMIAR PRTR	105
FIGURA 8.15 - ANÁLISE COMPARATIVA DOS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS E DOS FACTORES DE EMISSÃO DA BIBLIOGRAFIA (KG/ANO), FACE AOS LIMIARES PRTR PARA OS METAIS ESTUDADOS E INDICADOS NO RESPECTIVOS GRÁFICOS. ▲ FE, ----- LIMIAR PRTR.	106

Índice de Quadros

QUADRO 2.1– EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE AÇO EM PORTUGAL (ENTRE 2002 E 08/2006).....	15
QUADRO 2.2 – FUNDIÇÕES PORTUGUESAS.....	17
QUADRO 2.3 - PRODUÇÕES SUBSECTORIAIS E TOTAIS.....	17
QUADRO 2.4- PRODUÇÃO EUROPEIA EM 2005 (MIL/TON).....	17
QUADRO 2.5 – FACTURAÇÃO DO SECTOR EM PORTUGAL (€x10 ⁶).....	18
QUADRO 2.6 - EXPORTAÇÃO NO SECTOR DE FUNDIÇÃO (MIL TON).....	18
QUADRO 2.7 – Nº EMPREGOS NO SECTOR METALÚRGICO.....	18
QUADRO 2.8 – POLUENTES PRESENTES NA SUBLISTA INDICATIVA DO APÊNDICE 4 DO DOCUMENTO DE ORIENTAÇÃO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PRTR-E APLICÁVEIS AOS SECTORES EM ANÁLISE.....	24
QUADRO 5.1 - TIPOS DE FORNOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE FUSÃO DE METAIS FERROSOS E POLUENTES ATMOSFÉRICOS ASSOCIADOS.....	44
QUADRO 5.2- TIPOS DE FORNOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE FUSÃO DE METAIS NÃO FERROSOS E POLUENTES ATMOSFÉRICOS ASSOCIADOS (PROCESSAMENTO DE COBRE SECUNDÁRIO/SEMITRANSFORMADOS DE COBRE).....	50
QUADRO 5.3 - TIPOS DE FORNOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE FUSÃO DE METAIS NÃO FERROSOS E POLUENTES ATMOSFÉRICOS ASSOCIADOS (PROCESSAMENTO DE ALUMÍNIO SECUNDÁRIO/SEMITRANSFORMADOS DE ALUMÍNIO).....	50
QUADRO 5.4 - TIPOS DE FORNOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE FUSÃO DE METAIS NÃO FERROSOS E POLUENTES ATMOSFÉRICOS ASSOCIADOS (PROCESSAMENTO DE ZINCO SECUNDÁRIO).....	50
QUADRO 5.5 - TIPOS DE FORNOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE FUSÃO DE METAIS NÃO FERROSOS E POLUENTES ATMOSFÉRICOS ASSOCIADOS (PROCESSAMENTO DE CHUMBO).....	50
QUADRO 5.6 - TIPOS DE FORNOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE FUSÃO DE METAIS NÃO FERROSOS E POLUENTES ATMOSFÉRICOS ASSOCIADOS (PROCESSAMENTO DE OUTROS MATERIAIS).....	50
QUADRO 5.7 - TIPOS DE FORNOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE FUSÃO DE METAIS NÃO FERROSOS E POLUENTES ATMOSFÉRICOS ASSOCIADOS (PROCESSAMENTO DE CHUMBO E ZINCO PRIMÁRIO).....	50
QUADRO 6.1 - LISTA DAS MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS APLICADAS À FUSÃO EM FORNO DE ARCO ELÉCTRICO.....	53
QUADRO 6.2 - LISTA DAS MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS APLICÁVEIS À FUSÃO EM FORNO CUBILOTE.....	54
QUADRO 6.3 - LISTA DAS MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS APLICÁVEIS À FUSÃO DE ALUMÍNIO. ²¹	54
QUADRO 6.4 - LISTA DAS MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS APLICÁVEIS À FUSÃO DE CHUMBO EM FORNO ROTATIVO.....	56
QUADRO 6.5 - LISTA DAS MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS APLICÁVEIS À FUSÃO DE LATÃO EM FORNO DE INDUÇÃO.....	57
QUADRO 8.1 - FACTORES DE EMISSÃO DE PARTÍCULAS.....	72
QUADRO 8.2 - FACTORES DE EMISSÃO DE METAIS.....	73
QUADRO 8.3 - FACTORES DE EMISSÃO DE NO _x	74
QUADRO 8.4 - FACTORES DE EMISSÃO DE SO _x	75
QUADRO 8.5 - FACTORES DE EMISSÃO DE PARTÍCULAS APLICÁVEIS NO CONTEXTO NACIONAL.....	79
QUADRO 8.6 – FACTORES DE EMISSÃO DE NO _x APLICÁVEIS NO CONTEXTO NACIONAL.....	86
QUADRO 8.7 - FACTORES DE EMISSÃO DE SO _x APLICÁVEIS NO CONTEXTO NACIONAL.....	88
QUADRO 8.8 - FACTORES DE EMISSÃO DE CO APLICÁVEIS NO CONTEXTO NACIONAL.....	90
QUADRO 8.9 - FACTORES DE EMISSÃO DE PARTÍCULAS APLICÁVEIS.....	95
QUADRO 8.10- FACTORES DE EMISSÃO DE METAIS APLICÁVEIS.....	96
QUADRO 8.11 - FACTORES DE EMISSÃO DE NO _x DA BIBLIOGRAFIA E SUA RELAÇÃO COM OS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS.....	97
QUADRO 8.12 - FACTORES DE EMISSÃO DE CO DA BIBLIOGRAFIA E SUA RELAÇÃO COM OS FACTORES DE EMISSÃO NACIONAIS.....	98

1. Introdução

O presente relatório apresenta o resultado do estudo desenvolvido pela equipa da Universidade de Aveiro (UA)/Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (IDAD) e da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), relativo ao Protocolo IA-FEUP/UA no âmbito da Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) respeitante ao sector metalúrgico nacional.

Este Protocolo tem por objectivo último fundamentar a elaboração de um anexo sectorial enquadrado no Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes (PRTR-E) aplicado ao contexto nacional, para a determinação das emissões para o ar no sector da transformação de metais com processos metalúrgicos.

No âmbito do presente relatório, é desenvolvido o estudo que diz respeito à identificação e avaliação dos métodos e técnicas para determinação das emissões atmosféricas pontuais, na etapa da fusão de metais do sector metalúrgico, bem como a identificação das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) aplicadas no contexto nacional.

As acções executadas pela equipa UA/IDAD, foram desenvolvidas de acordo com os requisitos apresentados no Anexo Técnico do referido Protocolo, onde se inclui,

- intensa pesquisa bibliográfica sobre métodos e técnicas adoptados para a determinação de dados de emissão e respectivos valores,
- compilação de toda a informação nacional disponível sobre dados de emissões atmosféricas dos sectores envolvidos e
- realização de trabalho de campo com medição das emissões atmosféricas de poluentes característicos em instalações PCIP seleccionadas.

Toda a informação sobre as emissões atmosféricas foi posteriormente organizada por categoria PCIP e tratada de forma a poder ser comparada com valores existentes na bibliografia e com valores de referência (Valores Emissão Associados às MTD, Portaria n.º 286/93, Portaria n.º 80/2006, limiares PRTR-E).

Uma parte importante do trabalho analítico executado na sequência das amostragens realizada pelo IDAD foi garantido pelo Laboratório do IA, nomeadamente no que diz respeito à realização das determinações de compostos orgânicos e de metais.

A participação da equipa da FEUP consistiu no fornecimento de informação relativa a um projecto igualmente desenvolvido no âmbito da fundição designado por “Estratégia de Desenvolvimento para o Sector Metalúrgico”, (APF, 2006); no acompanhamento dos trabalhos de campo nas instalações da amostra (caracterização das condições de operação do processo de fusão e dos equipamentos de controlo de efluentes) e na interpretação dos resultados face às operações de fusão em causa.

Em termos estruturais, o presente relatório inclui 11 capítulos. Para além da presente Introdução, apresenta-se, no Capítulo 2, uma breve reflexão sobre as características e importância económica do sector metalúrgico em geral, assim com o respectivo enquadramento no regime de Prevenção e Controlo Integrados da Poluição e no Registo

Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes (PRTR-E), assinalando as diferenças relativas ao quadro abrangido anteriormente pelo Registo Europeu das Emissões de Poluentes (EPER).

No Capítulo 3 descreve-se a estrutura global do estudo, assim como a metodologia geral utilizada na apresentação dos resultados. O Capítulo 4 é dedicado à explicação dos critérios e princípios que estiveram na base da selecção do universo de empresas sobre a qual o estudo incidiu. Ao longo do Capítulos 5, para cada um dos sub-sectoros considerados (categorias PCIP 2.2, 2.4 e 2.5b) efectua-se uma caracterização geral dos processos produtivos em causa, sendo também identificados os respectivos poluentes atmosféricos associados. No Capítulo 6, apresentam-se as Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) existentes no fluxo produtivo nacional e análise crítica aos respectivos Valores de Emissão Associados (VEA). A avaliação das emissões nacionais a partir de dados de medições é efectuada no Capítulo 7 e, no Capítulo 8 é discutida a adequabilidade da aplicação de factores de emissão no cenário nacional, face à avaliação efectuada.

O capítulo 9 são apresentadas as conclusões do estudo. A Bibliografia utilizada no desenvolvimento do presente estudo encontra-se apresentada no Capítulo 10 e os Anexos no Capítulo 11.

2. O sector metalúrgico

O presente capítulo pretende:

- apresentar uma breve reflexão sobre as características e importância económica do sector metalúrgico em geral;
- enquadrar os sectores envolvidos no contexto da actual legislação, em particular no que diz respeito ao regime de Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (Directiva “PCIP”) e ao Regulamento (CE) n.º 166/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à criação do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes, aprovado em 18 de Janeiro de 2006, e que altera as Directivas 91/689/CEE e 96/61/CE do Conselho¹ (o “Regulamento PRTR-E”).

2.1 Enquadramento geral

O sector metalúrgico divide-se em dois grandes sub-sectores: a metalurgia de **metais ferrosos** e a metalurgia de **metais não ferrosos**. Esta separação é feita devido às diferentes características tanto de produtos, como de processos produtivos e de mercados.

A Figura 2.1, ilustra a divisão do sector metalúrgico nacional.

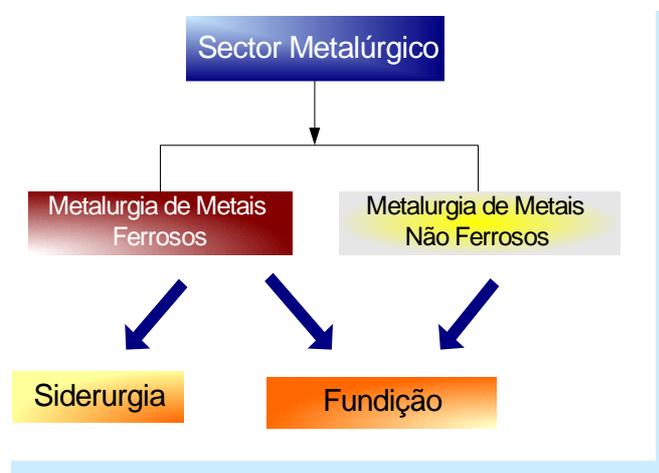


Figura 2.1– Sectores da indústria de fundição nacional

A indústria Siderúrgica Nacional iniciou a sua actividade no Seixal em 1961, quando foi constituída a Siderurgia Nacional e alargou a sua actividade de produção de aço com a instalação em 1976, da Fábrica da Maia.

Em 2002 foi encerrado o alto forno no Seixal efectuando-se a mudança de tecnologia para produção de aço para forno eléctrico, tendo-se complementarmente modernizado totalmente as instalações produtivas nos últimos 5 anos, quer no Seixal quer na Maia e

incorporando simultaneamente as soluções ambientais adequadas, conforme as MTD existentes.

As instalações, SN Seixal e SN Maia, produzem biletas de aço para a conformação de varões para a construção civil. A fusão e pré-afinação do metal é efectuada em Forno de Arco Eléctrico e a afinação em forno de panela, o processo de produção está representado na Figura 2.2.

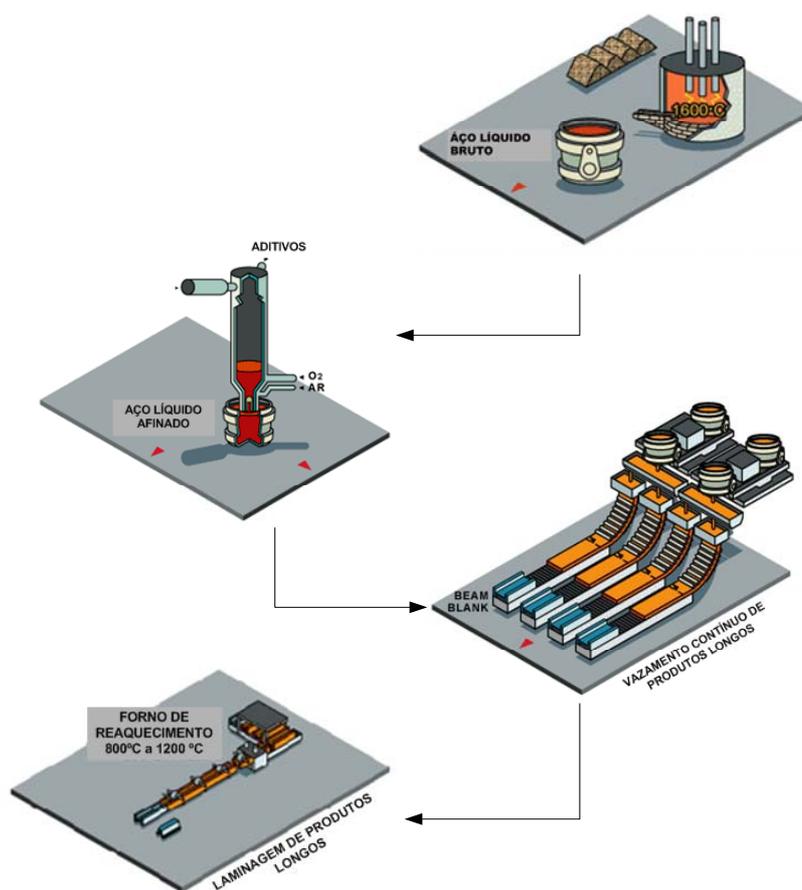


Figura 2.2- Processo de produção de varões de aço.

Como pode constatar-se da evolução da produção do quadro 2.1, têm-se registado aumentos muito significativos da produção, o que se prevê que continue a acontecer nos próximos anos, estando prevista que na primeira década do século se triplique a produção então realizada.

A mudança de tecnologia no Seixal e a completa modernização das instalações tanto no Seixal, como na Maia, permitiu reduzir drasticamente as emissões atmosféricas.

No contexto Nacional a produção de aço é muito elevada em apenas duas empresas no caso da siderurgia, enquanto a produção nas fundições é dispersa em maior número de unidades e com produções medias mais baixas pelo que a comparação de quantitativos massivos de emissões, entre os dois sectores, não poderá deixar de ter presente esse facto. (ver Quadro 2.1 e Quadro 2.3)

Actualmente a empresa insere-se na actividade económica Nacional, como uma empresa fortemente exportadora colocando no mercado externo mais de 50% da sua produção.

As actuais empresas produzem billetes de aço que transformam posteriormente em produtos acabados, a SN Maia em varão direito para a construção civil e a SN Seixal em varão direito e bobinado para a construção civil e ainda em fios bobinados para trefilagem.

Quadro 2.1– Evolução da produção de aço na Siderurgia Nacional

Ano	2002	2003	2004	2005	2006
SN Seixal (ton)	163000	500000	740000	800000	900000
SN Maia (ton)	687000	760000	709000	750000	800000
Total (ton)	850000	1260000	1449000	1550000	1700000

A repartição da produção mundial de aço bruto está representada na Figura 2.3.

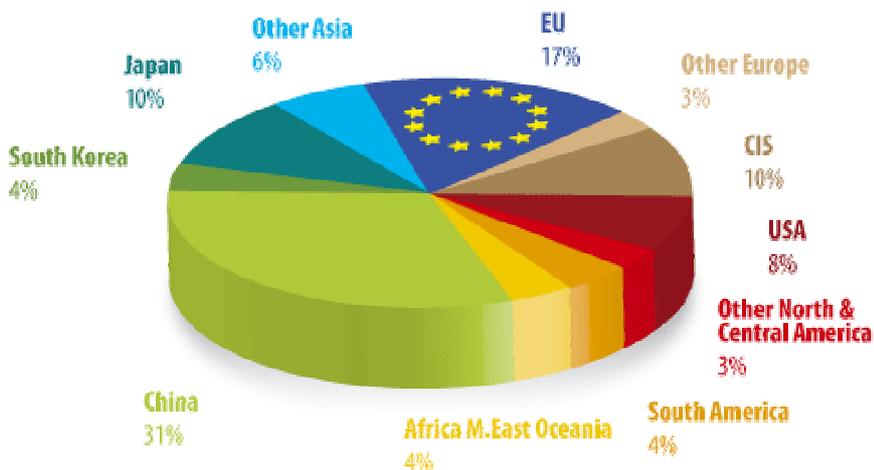


Figura 2.3– Repartição mundial de aço bruto¹

A fundição nacional apresenta uma diversidade grande de empresas, integrando algumas grandes empresas, um número significativo de médias e um elevado número de pequenas e micro empresas, estas nomeadamente no sector de não ferrosos.

A indústria de fundição nacional é hoje constituída por empresas de alta tecnologia, ligadas ao fornecimento do sector automóvel, indústria aeronáutica e aeroespacial, bem como um conjunto de pequenas empresas posicionadas em núcleos de mercado com alto valor acrescentado. É, por outro lado, uma indústria altamente exportadora e com índices aproximados aos 75%, fundamentalmente fornecedora dos mercados europeu e americano [APF, 2006].

As empresas de fundição podem agrupar-se, atendendo ao tipo de liga processada (metais ferrosos ou metais não ferrosos) e, dentro desta, considerando as tecnologias de

¹ <http://www.eurofer.org/>

fundição usadas (fundição em areia, fundição em coquilha, fundição injectada e fundição de precisão).

Em Portugal a esmagadora maioria (>90%) dos metais ferrosos são fabricados num processo de fundição em areia, sendo estimados 80% em processos de areia verde e 10% em processos de areia de machos (areia auto-secativa). Uma pequena porção vazase com um processo de centrifugação ou com modelo perdido. Os metais não ferrosos produzem-se em areia ou em processos de moldação permanente, como os da fundição injectada de ligas de alumínio. A fundição em coquilha e de baixa pressão emprega-se no processamento de latões, [APF, 2006].

A fundição em areia tanto se aplica aos ferros fundidos, como a aços, ligas de alumínio ou às ligas de cobre. As pequenas séries de peças grandes ou de ligas complexas, são fabricadas fundamentalmente em areia de macho, e grandes séries em areia verde, pese embora esta divisão não seja vinculativa. Certo é que os fundidos com pesos superiores a 100 Kg são fundamentalmente obtidos em moldação manual [APF, 2006].

A fundição injectada é empregue nas ligas de alumínio, apesar de existir um mercado interessante para a moldação em areia, dado que os fundidos podem ser tratados termicamente. No caso da fundição injectada, a precisão e consistência dimensional são muito relevantes e é tido pelos fundidores deste sector como o caminho mais próximo entre a matéria-prima e o produto final. Existe um pequeno mercado para a fundição injectada nas ligas de cobre e zinco [APF, 2006].

A fundição em coquilha por gravidade, tem como mercado principal o fabrico de torneiras e acessórios, pese embora também seja empregue no fabrico de peças em ligas de alumínio, de especificações elevadas, destinadas a serem tratadas termicamente. A fundição de baixa pressão em Portugal, é empregue no fabrico de torneiras [APF, 2006].

A “fundição de precisão”, com modelos de cera perdida, destina-se a fins artísticos, no caso da ourivesaria ou estatuária, ou mercados técnicos, estes sim de elevadas especificações dimensionais e de grau de acabamento superficial [APF, 2006].

Os sectores clientes podem ser divididos em diversos grupos, ordenados pela importância que representam para o sector:

- Indústria automóvel e aeronáutica
- Indústria eléctrica e electrónica
- Indústria metalomecânica
- Material circulante
- Material de desgaste
- Indústria química
- Distribuição de águas e saneamento
- Válvulas e acessórios
- Mobiliário doméstico e de casa de banho
- Mobiliário urbano

- Utensílios de decoração
- Joalharia [APF, 2006]

Os quadros que em seguida se apresentam, provenientes das estatísticas oficiais do CAEF-Comité das Associações Europeias de Fundição, dizem respeito às empresas estruturadas como fundições [APF, 2006].

Quadro 2.2 – Fundições portuguesas

Tipos de Liga	Portugal	U.E.
Ferrosos	60	2.417
Não Ferrosos	38	2.613

Quadro 2.3 - Produções Subsectoriais e Totais

Produção Total Nacional Ligas Ferrosas e Não Ferrosas (Mil/Ton)				
Tipos de Liga	2002	2003	2004	2005
Ferro Cinzento FC	32,40	39,30	28,60	27,29
Ferro Nodular FN	53,60	53,00	52,80	69,80
Aço	10,60	10,50	11,70	12,10
Total Ferrosos	96,60	102,80	93,10	109,19
Alumínio Al	17,50	19,50	19,75	20,10
Cobre Cu	6,00	6,00	7,80	8,70
Magnésio Mg	0,25	0,30	0,30	0,15
Zinco Zn	1,85	1,20	1,30	0,90
Total Não Ferrosos	25,60	27,00	29,15	29,85
Total (F e NF)	122,20	129,80	122,25	139,04

Quadro 2.4- Produção Europeia em 2005 (Mil/ton)

Tipos de Liga	Portugal	U.E.	%Nacional
Ferrosos	109	12.477	0,87
Não Ferrosos	30	3.277	0,90
Total	139	15.754	0,88

A fundição portuguesa típica é de pequenas séries, necessariamente com menor produtividade

O valor da facturação, em milhões €, nos últimos 4 anos, está apresentada no Quadro 2.5 e, no Quadro 2.6, as quantidades exportadas.

Quadro 2.5 – Facturação do sector em Portugal (€x10⁶)

Tipos de Liga	2002	2003	2004	2005
Ferro Cinzento	44,00	46,00	36,30	39,45
Ferro Nodular	77,00	77,02	74,60	107,70
Aço	33,00	27,10	29,10	28,54
Total Ferrosos	154,00	150,12	140,00	175,69

Quadro 2.6 - Exportação no sector de fundição (Mil ton)

Tipos de Liga	2002	2003	2004	2005
Ferro Cinzento	17,40	23,50	17,90	17,90
Ferro Nodular	44,00	42,60	42,50	55,70
Aço	7,70	6,50	9,70	10,00
Total Ferrosos	69,10	72,60	70,10	83,60
Total Não Ferrosos	18,40	19,40	21,00	21,00
Total (F + NF)	87,50	92,00	91,10	104,60

Na Figura 2.4 ilustram-se os principais países de exportação nacional do sector.

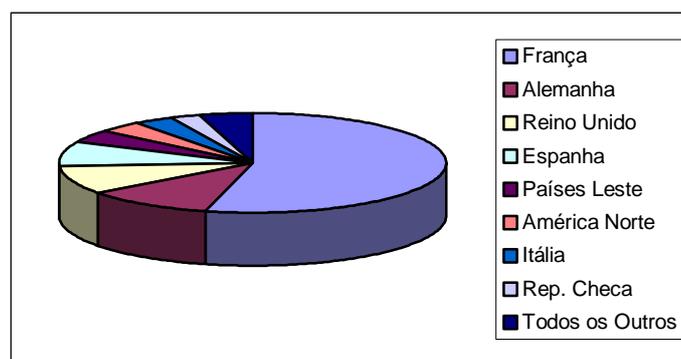


Figura 2.4 – Países de exportação do sector

No que diz respeito ao emprego, estima-se que o sector ocupa directamente cerca de mais de 3.600 pessoas, distribuídas de acordo com o Quadro 2.7.

Quadro 2.7 – N^o empregos no sector metalúrgico

Tipos de Liga	Postos Directos	População Total
Ferrosos	2.260	4.750
Não Ferrosos	1.350	2.300
Total	3.610	7.050

O sector tem vindo a crescer, nomeadamente na área dos não ferrosos, tendo em 2004 realizado avultados investimentos que ultrapassaram os 100 milhões de euros.

A maior parte da produção nacional destina-se ao mercado externo, não só porque a procura de produtos a nível interno é limitada, mas também pelo facto desta indústria ter boa capacidade de penetração naqueles mercados, no âmbito das ligas de ferro nodular, aço, alumínio e cobre [APF, 2006].

2.2 Contexto nacional

2.2.1 Caracterização do sector PCIP metalúrgico nacional.

No âmbito de aplicação do regime PCIP, a nível nacional, encontram-se identificadas instalações metalúrgicas que apresentam uma capacidade instalada, acima do valor definido nas seguintes categorias do Anexo I do Diploma PCIP (categoria PCIP):

- 2.2 - Instalações de produção de gusa ou aço (fusão primária ou secundária), incluindo os equipamentos de vazamento contínuo com uma capacidade superior a 2,5 t por hora;
- 2.4 - Fundições de metais ferrosos com uma capacidade de produção superior a 20 t por dia;
- 2.5b - Instalações para a fusão de metais não ferrosos, incluindo ligas, produtos de recuperação (afinação, moldagem em fundição) com uma capacidade de fusão superior a 4 t por dia de chumbo e de cádmio, ou a 20 t por dia de todos os outros metais

O Diploma PCIP, que transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 96/61/CE, do Conselho, de 24 de Setembro (Directiva IPPC), mantém genericamente a abrangência prevista nesta Directiva para as actividades acima descritas:

- 2.2 – *Installations for production of pig iron or steel (primary or secondary fusion), including continuous casting, with capacity exceeding 2.5 tonnes per hour.*
- 2.4 – *Ferrous metal foundries with production capacity exceeding 20 tonnes per day*
- 2.5b - *Installations for the smelting, including the alloyage, of non-ferrous metals, including recovered products, (refining, foundry casting, etc.) with a melting capacity exceeding 4 tonnes per day for lead and cadmium or 20 tonnes per day for all other metals*

A compilação de alguns esclarecimentos úteis na análise da aplicação do Diploma PCIP às instalações que desenvolvem actividades de fundição encontram-se reunidas nas Nota Interpretativas n.º 2/2002 e n.º 3/2002, relativas à Fundições de Metais Ferrosos e Fundições de Metais não Ferrosos deste Instituto, disponíveis na página da *internet* do IA (www.iambiente.pt), na área “Instrumentos” → “Prevenção e Controlo Integrados da Poluição”.

O sector metalúrgico, como já referido anteriormente, divide-se em dois grandes sub-sectores: a metalurgia de metais ferrosos e a metalurgia de metais não ferrosos. Este sector integra-se no âmbito do regime da Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP), no sector da produção e transformação de metais, classificado através da categoria 2 do Anexo I daquele Diploma, o qual corresponde, segundo os dados de registo no IA², a 15,9% (103 instalações) do universo total de 646 instalações nacionais PCIP existentes³ e novas (Figura 2.5).

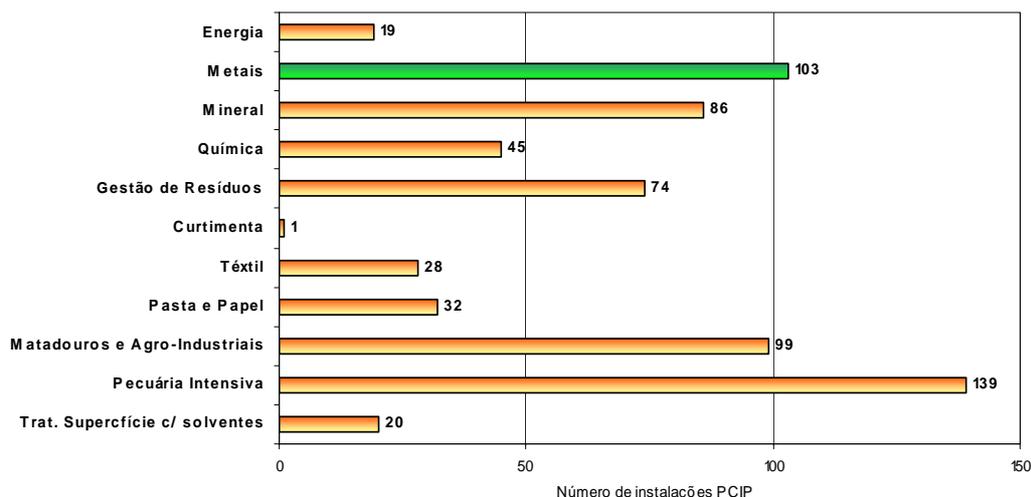


Figura 2.5 - Universo de instalações PCIP – distribuição sectorial.

As categorias PCIP 2.2 e 2.4 aplicam-se à metalurgia de metais ferrosos, que compreende respectivamente a produção de aço (siderurgias) e fundição deste tipo de metais. Para a metalurgia de metais não ferrosos a nível nacional encontram-se apenas identificadas instalações que se enquadram na categoria PCIP 2.5b, pese embora este tipo de metalurgia possa ainda ser enquadrada na categoria PCIP 2.3a, relativa a produção de metais brutos não ferrosos a partir de minérios, de concentrados ou de matérias primas secundárias por processos metalúrgicos, químicos ou electrolíticos.

Para além das instalações que desenvolvem actividades metalúrgicas englobadas nas categorias acima referidas, o sector de transformação de metais nacional compreende ainda instalações que desenvolvem como actividade PCIP principal, actividades de galvanizações a quente (categoria PCIP 2.3c, relativa a aplicação de revestimentos de protectores de metal em fusão com uma capacidade de tratamento superior a 2 t de aço bruto por hora), e de tratamentos de superfícies por meio de processos químicos e/ou electrolíticos (categoria PCIP 2.6).

A expressão do sector metalúrgico PCIP (categorias PCIP 2.2, 2.4 e 2.5b), em termos de número de instalações, é de 27% quando comparada com o total de instalações PCIP no

² Dados de registo das instalações PCIP existentes por meio de Ficha de Identificação (alínea a) do n.º 2 do Art. 13º do Diploma PCIP), e das instalações PCIP novas através do número de processos de Licenciamento Ambiental realizados;

³ Vide definição constante da alínea g) do n.º 1 do Art. 2º do Diploma PCIP.

sector de transformação de metais, e 45% ao comparar-se com o universo total de instalações metalúrgicas nacionais, que englobam instalações PCIP e não PCIP (Figura 2.6). De referir que, enquanto o universo de instalações de produção de aço (siderurgias) incluídas na categoria PCIP 2.2 coincide com o total do universo nacional, o mesmo não se verifica nas instalações de fundição (categorias PCIP 2.4 e 2.5b), visto a fundição nacional apresentar uma diversidade grande de empresas, como constatado no ponto anterior.

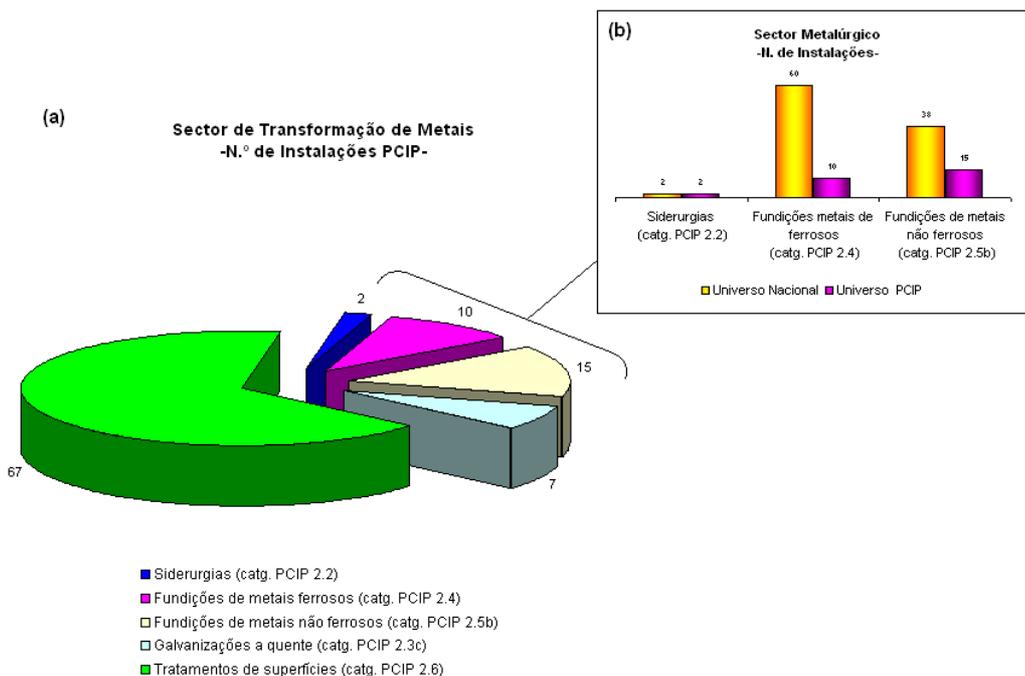


Figura 2.6 - (a) distribuição das actividades PCIP no universo PCIP do sector de transformação de metais; (b). comparação do total de instalações do sector metalúrgico 4 nacional com o universo PCIP

A Figura 2.7 ilustra a distribuição nacional relativa às instalações PCIP do sector metalúrgico, de acordo com a correspondente jurisdição das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR).

Até à data, foi emitida uma Licença Ambiental (LA) das duas instalações existentes na categoria PCIP 2.2, sendo que na categoria referente à fundição de metais ferrosos não se encontra ainda nenhuma LA emitida, enquanto que na categoria PCIP 2.5b encontram-se apenas duas LA emitidas. Assim, 50% (que equivale apenas a uma instalação) da categoria PCIP 2.2, carece de obtenção de LA, enquanto o sector da fundição encontra-se 100% das LA por emitir no caso dos metais ferrosos e 87% para os não ferrosos.

⁴ provenientes das estatísticas oficiais do CAEF-Comité das Associações Europeias de Fundição, dizem respeito às empresas estruturadas como fundições [APF – Associação Portuguesa de Fundição, Junho 2006].

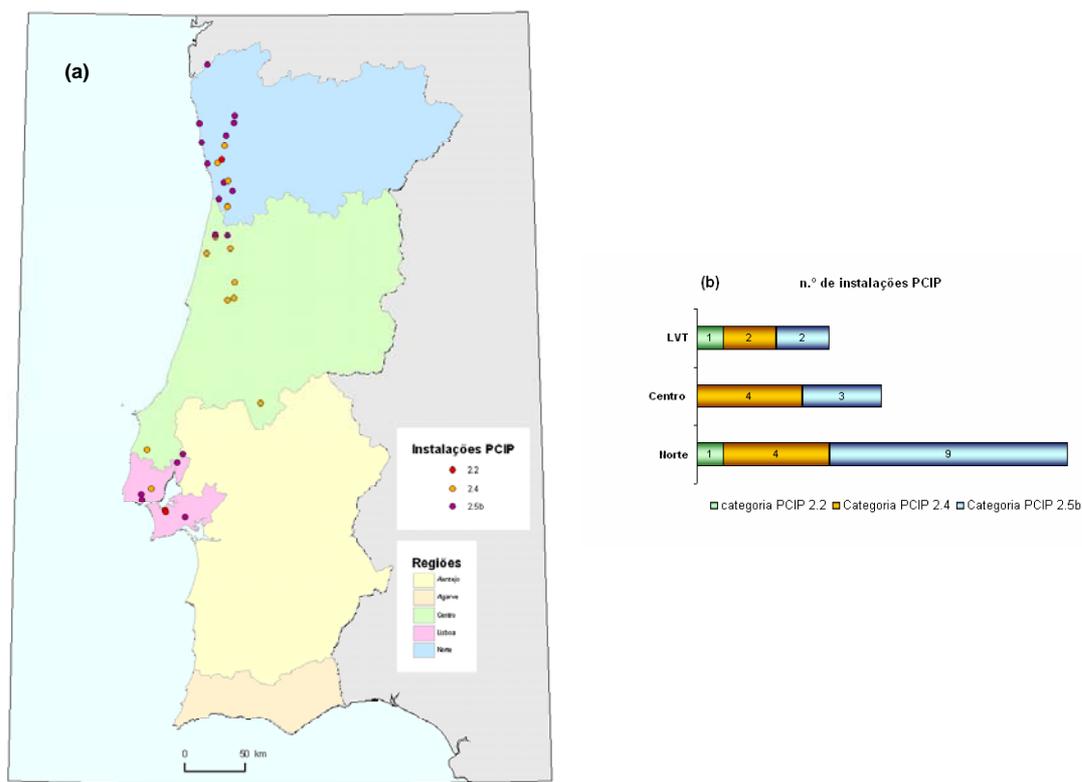


Figura 2.7 - (a) distribuição geográfica do território nacional continental; (d) total de instalações PCIP afectas à jurisdições das CCDR

2.2.2 Alterações previstas pelo PRTR-E

O Regulamento (CE) n.º 166/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à criação do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes e que altera as Directivas 91/689/CEE e 96/61/CE do Conselho⁵ (o “Regulamento PRTR-E”) foi aprovado em 18 de Janeiro de 2006. Este Regulamento PRTR-E prevê a aplicação do Protocolo PRTR da UNECE a nível comunitário.

Em termos gerais, o protocolo abrange as actividades enumeradas no Anexo I da Directiva IPPC (correspondente às constantes na Decisão EPER), acrescentando ainda actividades que não constam do mesmo e que decorrem da conversão de Aarhus da UNECE⁵. Assim, o PRTR europeu (PRTR-E) aplicará, a nível da UE, o Protocolo PRTR da Convenção de Aarhus, assinado pela Comunidade Europeia e 23 Estados-Membros em Maio de 2003, em Kiev.

Para as instalações abrangidas pela Directiva IPPC, o PRTR-E substituirá o Registo Europeu das Emissões de Poluentes (EPER⁶), ao abrigo do qual os dados referentes aos anos 2002 e 2004 foram comunicados.

Algumas alterações para as comunicações de dados incidem nos seguintes aspectos:

⁵ Convenção sobre Acesso à Informação, Participação do Público no Processo de Tomada de Decisão e Acesso à Justiça em Matéria de Ambiente, Aarhus, 1998.

⁶ JO L 192, 28.7.2000, p. 36; sítio web do EPER: www.eper.ec.europa.eu.

- algumas actividades não abrangidas pela Directiva IPPC estão previstas no Regulamento PRTR-E (“novas actividades”);
- ajustamento e/ou clarificação da designação de várias actividades;
- alargamento da sub-lista indicativa de poluentes do EPER;
- alargamento de tipologia de emissões, contemplando para além de emissões para o ar e água, emissões para o solo;
- introdução de transferências para fora da instalação de águas residuais (correspondendo às emissões indirectas fora no inventário EPER) e de resíduos perigosos e não perigosos.

No que respeita às emissões de poluentes, os respectivos limiares encontram-se especificados, para cada poluente, no Anexo II do Regulamento PRTR-E, para o ar, a água e o solo.

O Anexo II do Regulamento PRTR-E enumera os poluentes relevantes para as obrigações de comunicação estabelecidas. Os poluentes encontram-se identificados por um número consecutivo, o número CAS (quando exista) e pela sua designação. O Anexo II do Regulamento PRTR-E inclui os 50 poluentes relevantes para as obrigações de comunicação de dados estabelecidas na Decisão EPER.

No âmbito do presente trabalho constituem particular relevância as seguintes alterações:

- o **valor limiar para as Dioxinas e Furanos foi reduzido por um factor de 10**, abrangendo não só as emissões para o ar, como também água e solo, e
- a fim de assegurar a coerência com as obrigações de comunicação de outras emissões, o **poluente hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH) foi dividido em três poluentes distintos**:
 - i. **Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos**, abrangendo o benzo(a)pireno, o benzo(b)fluoranteno, o benzo(k)fluoranteno e o indeno(1,2,3-cd)pireno
 - ii. **Fluoranteno**
 - iii. **Benzo(g,h,i)perileno**

O Documento de Orientação para a Implementação do PRTR-E [Comissão Europeia-Direcção Geral do Ambiente, Maio 2006], contém orientações sobre os diversos processos de comunicação de dados estabelecidos no Regulamento PRTR-E.

No âmbito do presente trabalho interessa definir as principais alterações que afectam os sectores em estudo. Assim, no Quadro 2.8 apresenta-se a comparação dos registos para cada categoria PCIP, em termos de sublista indicativa de poluentes para o ar.

Quadro 2.8 – Poluentes presentes na sublista indicativa do Apêndice 4 do Documento de Orientação para a Implementação do PRTR-E aplicáveis aos sectores em análise.

Categoria PCIP Código PRTR-E	2.2		2.4		2.5b	
	Sublista EPER	Sublista PRTR	Sublista EPER	Sublista PRTR	Sublista EPER	Sublista PRTR
Metano (CH ₄)		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Monóxido de carbono (CO)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Dióxido de carbono (CO ₂)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Hidrofluorcarbonetos (HFCs)		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Óxidos de azoto (N ₂ O)		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Amónia (NH ₃)		<input checked="" type="checkbox"/>				
Compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Óxidos de azoto (NO _x /NO ₂)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Perfluorcarbonetos (PFCs)			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)						<input checked="" type="checkbox"/>
Óxidos de enxofre (SO _x /SO ₂)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs)						<input checked="" type="checkbox"/>
Clorofluorcarbonetos (CFCs)				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Halons						<input checked="" type="checkbox"/>
Arsénio e seus compostos (expresso em As)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cádmio e seus compostos (expresso em Cd)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Crómio e seus compostos (expresso em Cr)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Cobre e seus compostos (expresso em Cu)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Merúrio e seus compostos (expresso em Hg)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Níquel e seus compostos (expresso em Ni)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Chumbo e seus compostos (expresso em Pb)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Zinco e seus compostos (expresso em Zn)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Diclorometano (DCM)						<input checked="" type="checkbox"/>
Hexaclorobenzeno (HCB)					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (expresso em I-Teq)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Pentaclorobenzeno		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Pentaclorofenol (PCF)		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Bifenilos policlorados (PCB)		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Tetracloroetileno (PER)						<input checked="" type="checkbox"/>
1,1,2,2-tetracloroetano		<input checked="" type="checkbox"/>				
Tricloroetileno						<input checked="" type="checkbox"/>
Antraceno		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Benzeno		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Naftaleno		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Cloro e seus compostos inorgânicos (expresso em HCl)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Flúor e seus compostos inorgânicos (expresso em HF)	<input checked="" type="checkbox"/>					
Cianeto de hidrogénio (HCN)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Partículas (PM ₁₀)	<input checked="" type="checkbox"/>					

3. Estrutura e metodologia geral

O presente estudo envolve vários estágios de desenvolvimento, caracterizando-se pela necessidade de integração de informação multidisciplinar, nomeadamente ao nível da caracterização dos processos produtivos e das características das emissões atmosféricas que lhes estão associadas.

Com base na informação recolhida no âmbito do presente projecto, procedeu-se à identificação dos poluentes para a atmosfera, associados aos processos de fusão em cada categoria PCIP enquadrada no sector metalúrgico nacional (categorias PCIP 2.2, 2.4 e 2.5b), bem como à análise das respectivas emissões. Com esta análise, pretendeu-se enquadrar as emissões proferidas pelo referido sector em termos do cumprimento da legislação nacional e da maior ou menor proximidade aos VEA dos BREF aplicados, bem como determinar os factores de emissão bibliográficos (FE) que melhor se adequam à realidade nacional. De realçar que, com esta avaliação apenas se pretendeu demonstrar as tendências do panorama nacional, pois em vários poluentes a análise encontra-se limitada pelo número restrito de medições.

Inserida no âmbito do presente projecto, e no sentido de colmatar a lacuna de informação verificada aquando da realização dos Inventários EPER, essencialmente no que se refere aos poluentes PCDD/F, PAH, metais, cloretos e fluoretos e PCB, cujas emissões poderão constituir como significativas na etapa de fusão no sector metalúrgico, foi desenvolvido um trabalho de campo baseado na amostragem das emissões para atmosfera daqueles poluentes a um conjunto instalações consideradas representativas do sector (vide capítulo 4).

A sistematização da informação recolhida ao nível da caracterização das emissões atmosféricas, e que se apresenta para cada categoria PCIP nos capítulos seguintes, é efectuada seguindo a estrutura apresentada na Figura 3.1.

De acordo com o que atrás foi referido, os Capítulos 5, 6, 7 e 8 do presente documento correspondem à aplicação, para cada sub-sector, da “árvore” estrutural da Figura 3.1, nomeadamente:

- Capítulo 5 – Caracterização de processos e identificação de poluentes
- Capítulo 6 – Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) no Fluxo Produtivo Nacional
- Capítulo 7 – Avaliação das Emissões Nacionais
- Capítulo 8 – Adequabilidade da Aplicação de FE no Contexto Nacional

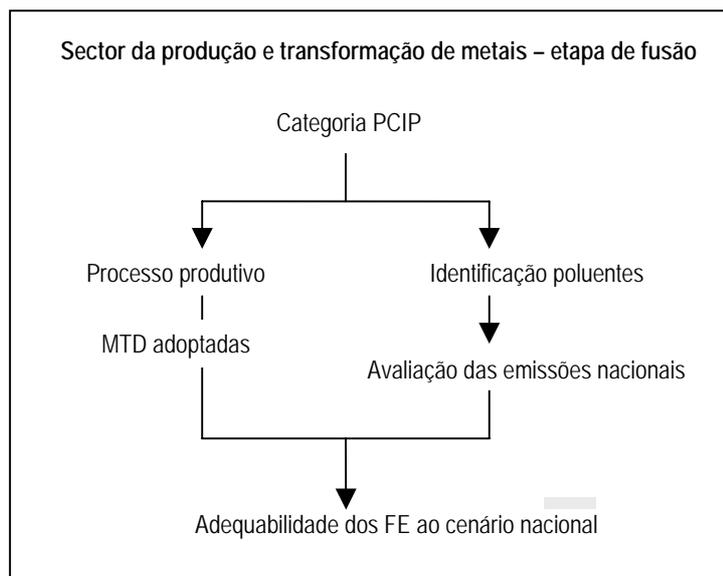


Figura 3.1 – Estrutura de apresentação da informação recolhida

3.1 Princípios e critérios

A **identificação dos poluentes** emitidos para a atmosfera pelas fontes pontuais associadas aos processos de fundição em cada sub-sector é efectuada com base em várias fontes, com particular relevância para o constante no Documento de Orientação para a Implementação do PRTR-E, Metodologia EPER 2004 e respectivos anexos sectoriais relevantes e ainda os documentos de referência para utilização das melhores técnicas disponíveis (BREF) de cada sector.

O poluente "Partículas" é, neste projecto, tratado como "Partículas Totais" (PTS) e não como PM_{10} , apesar de ser este último o poluente incluído constante no Anexo A1 do Documento de Orientação para a Implementação do PRTR-E. As razões desta opção assentam em dois aspectos:

(i) por um lado, a autoridade competente (IA) em sede do Registo Europeu de Emissões de Poluentes (EPER) tem efectuado o reporte à Comissão, tratando sempre o poluente PM_{10} como "partículas totais", o que resulta do facto do poluente "partículas totais" ser o que é usualmente monitorizado, e da relação PM_{10} /"partículas totais" apenas existir para alguns processos específicos, o que complicaria a comparabilidade de dados entre os vários processos e sectores PCIP;

(ii) por outro lado, o valor de emissão associado às MTD indicado no BREF do sector é em "partículas totais", valor este que, em sede de licenciamento ambiental, é normalmente considerado como um VLE imposto às instalações PCIP quando tem as MTD implementadas.

Esta opção implica, por isso, que na comparação que é feita com valores da bibliografia, os quais vêm muitas vezes associados a valores de PM_{10} , se tenha de ter em conta o pressuposto agora considerado, uma vez que os valores de PM_{10} correspondem a uma fracção das partículas totais emitidas.

Refira-se, ainda, que, reportar como PM_{10} valores que na realidade correspondem a partículas totais, se incorre numa “penalização” dos valores reais de partículas que estão a ser emitidas.

Na **avaliação das emissões** para o ar em fontes pontuais, respectivas bases a que se referem e factores de emissão existentes, foi consultada bibliografia especializada e documentos com dados reais nacionais obtidos através dos dados EPER e/ou de relatórios de auto-controlo. Nesta avaliação, as emissões nacionais foram agrupadas pelos seguintes grupos de poluentes:

- Grupo I- Orgânicos (PCCD/F, PAH e PCB),
- Grupo II- Metais e seus compostos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, pb e Zn),
- Grupo III- Partículas totais, CO_2 , NO_x , SO_x , CO
- Grupo IV- Cloretos e Fluoretos

Esta avaliação destina-se a uma comparação dos valores médios de emissão medidos face aos requisitos da legislação ambiental, bem como da proximidade/discrepância dos mesmos face aos Valores de Emissão Associados às MTD.

As medições efectuadas pelo IDAD foram executadas tendo em conta as especificações constantes no Documento de Referência dos Principios Gerais de Monitorização, (BREF MON) em particular no que diz respeito aos métodos de amostragem e análise utilizados (Anexo 2.1 do BREF MON).

As metodologias de amostragem e análise aplicadas nas medições efectuadas pelo IDAD encontram-se descritas no Anexo I do Capítulo 11.

A **identificação das características gerais das instalações constituintes da amostra** referida, nomeadamente de técnicas implementadas que se enquadram nas Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) descritas nos correspondentes Documentos de Referência⁷, foi efectuada com base em informação que foi possível obter a partir de visitas técnicas efectuadas às instalações em causa.

As metodologias de recolha e análise aplicadas na identificação das MTD e condições de funcionamento das instalações seleccionadas à data das medições efectuadas pelo IDAD encontram-se descritas no Capítulo 11 (Anexo IV).

⁷ Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel (BREF I&S)
Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry (BREF SF)

3.2 Utilização de factores de emissão

Um dos objectivos presentes na avaliação das emissões agora efectuada consiste em fazer um levantamento dos factores de emissão para os poluentes típicos desta actividade, através de pesquisa bibliográfica, e perceber se esses factores podem ou não ser aplicados ao contexto nacional (Vide capítulo 8).

De acordo com o documento EPA-454/R-95-015, “Procedures for Preparing Emission Factor Documents”, aspectos como o processo produtivo, os sistemas de tratamento e os poluentes em causa, apesar de considerados no desenvolvimento dos factores de emissão existentes, raramente são incluídos nos documentos onde constam os factores de emissão (como é caso do sector metalúrgico). Por este motivo, alguns factores de emissão derivam de resultados que podem diferir em várias ordens de magnitude. Mesmo quando é considerada a maioria dos aspectos que introduzem variabilidade nos resultados, muitos dos factores de emissão desenvolvidos podem ter origem em medições cujos resultados podem variar de forma significativa.

Assim, as emissões podem variar de fonte para fonte e, conseqüentemente, muitas vezes os factores de emissão considerados podem não corresponder a uma estimativa adequada das emissões médias de uma determinada fonte. A extensão das diferenças entre as várias instalações e até mesmo das diferenças que ocorrem dentro de uma determinada instalação pode ser bastante significativa e encontra-se dependente de aspectos como o processo produtivo, os sistemas de tratamento e os poluentes em causa.

De acordo com a metodologia adoptada pela EPA, a maioria dos factores de emissão desenvolvidos podem ser classificados numa escala que varia de A a E, em que “A” corresponde à melhor classificação e “E” corresponde à classificação mais baixa. Esta classificação consiste numa avaliação global e qualitativa da qualidade dos vários factores de emissão aplicáveis, baseando-se quer na qualidade das medições ou informações que estão na origem do FE, quer na representatividade das respectivas fontes de emissão. Assim, são atribuídos valores elevados na classificação, a factores de emissão que tenham origem num número alargado de observações ou em medições que utilizem métodos amplamente aceites. A qualidade das medições é, também, sujeita a classificação, seguindo metodologia semelhante à desenvolvida para a qualidade dos factores de emissão.

Cada um dos estágios de classificação dos FE pode ser definido da seguinte forma, segundo metodologia desenvolvida pela EPA:

A = Excelente. O factor de emissão foi desenvolvido a partir de medições classificadas entre A e B [EPA, 1997] a um conjunto alargado de instalações, enquadradas numa determinada categoria industrial e cujas fontes (instalações) se apresentam com características suficientemente específicas para minimizar aspectos de variabilidade.

B = Acima da média. O factor de emissão foi desenvolvido a partir de medições classificadas entre A e B a um conjunto moderado de instalações enquadradas

numa determinada categoria industrial. Tal como na classificação A, as instalações têm características suficientemente específicas para minimizar aspectos de variabilidade.

C = Médio. O factor de emissão foi desenvolvido a partir de medições classificadas entre A , B e C a um conjunto razoável de instalações. Ainda que não seja detectável algum tipo de especificidade particular, não é claro se as unidades que foram testadas sejam representativas da totalidade das instalações da mesma categoria. Tal como na classificação A, as instalações têm características suficientemente específicas para minimizar aspectos de variabilidade.

D = Abaixo da média. O factor de emissão foi desenvolvido a partir de medições classificadas entre A , B e C a um pequeno número de instalações, podendo existir razões que permitem suspeitar da não representatividade do sector industrial. Podem também verificar-se aspectos associados à existência de variabilidade entre as instalações consideradas.

E = Fraco. O factor de emissão foi desenvolvido a partir de medições classificadas entre C e D em muito poucas instalações, podendo existir razões que permitem suspeitar da não representatividade do sector industrial. Podem também verificar-se aspectos associados à existência de variabilidade entre as instalações consideradas.

U = Não classificado. O factor de emissão foi desenvolvido a partir de testes que ainda não se encontram totalmente avaliados. Os dados poderão não ser necessariamente “fracos” mas ainda não existe informação suficiente que permite atribuir-lhes uma determinada classificação.

De acordo com o documento AP-42 da EPA, a classificação apresentada não se encontra associada ao cálculo de limites estatísticos ou níveis de confiança dos factores de emissão. Quando muito, esta classificação poderá ser entendida como um indicador de exactidão e precisão de um determinado FE utilizado na estimativa de um elevado número de fontes.

3.3 Tratamento da informação

3.3.1 Avaliação das emissões nacionais

A avaliação das emissões nacionais para o ar do sector metalúrgico, foi efectuada no sentido de comparar os valores médios de emissão medidos, para cada categoria PCIP, em relação aos requisitos da legislação ambiental, bem como da proximidade/discrepância dos mesmos face aos VEA.

Nesta avaliação, as emissões encontram-se agrupadas pelos grupos de poluentes definidos anteriormente (Grupos I, II, III e IV). Sempre que possível, os dados das emissões de cada grupo são comparados entre as várias categorias PCIP de acordo com:

- valores limite de emissão (VLE)⁸ e valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis (VEA), comparadas em termos de concentrações (mg/Nm³);
- limiares mássicos mínimos e máximos (LM)⁹, comparados em termos de caudais (kg/h);
- limiares do PRTR europeu¹⁰, comparados em termos de quantidades anuais (kg/ano).

3.3.2 Adequabilidade dos factores de emissão ao contexto nacional.

Sempre que possível, na análise desenvolvida para determinar a adequabilidade de utilização de factores de emissão (FE) bibliográficos ao contexto nacional (capítulo 8) procede-se à transformação de dados absolutos obtidos pelo método de medição, em dados relativos (rácios de emissão, kg_{poluente}/ ton_{produto}), de forma a permitir uma comparação válida entre os dados nacionais e os FE constantes na bibliografia. Para transformar os dados de emissão em rácios de emissão, seguiu-se o raciocínio esquematizado na Figura 3.2.

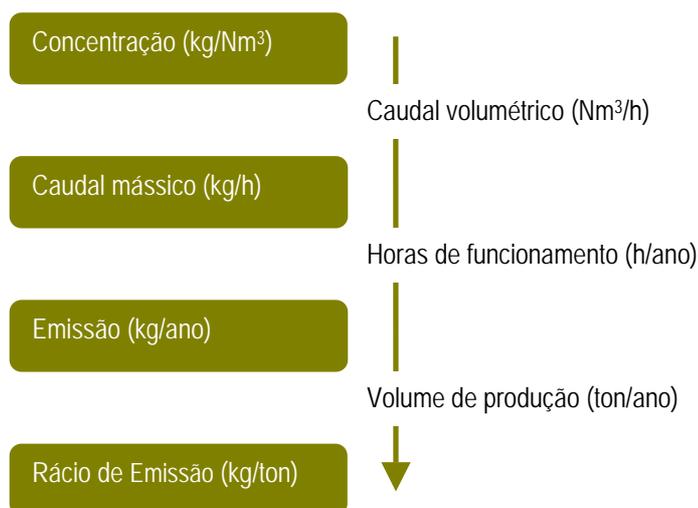


Figura 3.2 - Algoritmo de cálculo de rácios de emissão nacionais

A falta de robustez de grande parte dos dados nacionais disponíveis sobre emissões, inviabiliza a aplicação de testes estatísticos que suportem uma caracterização/quantificação típica da realidade global nacional quanto às emissões de poluentes neste sector. Este facto é agravado nos casos em que os poucos

⁸ Valores constantes na Portaria n.º 286/93, de 12 de Março

⁹ Valores constantes na Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro; fixa os fixados os limiares mássicos máximos e os limiares mássicos mínimos de poluentes atmosféricos, que possibilitam a determinação do regime de monitorização aplicável a todas as fontes fixas de emissão

¹⁰ Anexo II do Regulamento PRTR-E; define, para cada poluente, os valores acima dos quais deverá ser efectuado o reporte à CE.

resultados de medições de determinado poluente se revelam muito distintos nas diferentes instalações (variabilidade entre as instalações) e até entre medições numa determinada instalação (variabilidade interna).

Para verificar a aplicação dos factores de emissão (FE) da bibliografia ao contexto nacional foram analisados documentos cedidos pelo Instituto do Ambiente, com dados de emissão e de produção referentes a unidades nacionais (relatórios de autocontrolo, formulários do EPER 2002 e 2004 e documentos constantes dos processos de licenciamento ambiental). Foram também incluídos na análise os resultados das medições efectuadas no âmbito do presente Protocolo. Todos os rácios de emissão nacionais que, no âmbito deste trabalho são comparados com factores de emissão bibliográficos, têm origem em **dados obtidos pelo método de medição**. Assim, para efeitos de comparação com a informação da bibliografia não se consideraram os dados disponíveis obtidos por cálculo ou por estimativa.

Para todos os dados com resultados inferiores aos respectivos limites de detecção é considerado 50% do seu valor. Este critério encontra-se previsto no BREF MON (Ponto 3.3 “*Values under the limit of detection*”).

Tal como referido anteriormente, o tratamento dos dados existentes foi feito de forma a obter valores finais de emissão em $\text{kg}_{\text{poluente}}/\text{ton}_{\text{aço produzida}}$, ou seja, rácios de emissão.

Sempre que a robustez dos dados o permita, os FE bibliográficos são comparados com as medianas dos rácios de emissão nacional para cada poluente obtidos pelos dados nacionais disponíveis. Esta comparação, permite obter um primeiro estágio de visualização da adequabilidade dos FE bibliográficos ao contexto nacional. Numa análise mais fina, são calculadas as relações entre cada FE da bibliografia e as medianas dos rácios de emissão nacional para cada poluente. A proximidade, ou não, ao valor da unidade, obtido nestas razões, indicará a maior ou menor adequabilidade na aplicação do respectivo FE.

Na identificação da metodologia a adoptar para a caracterização das emissões, sempre que o número de dados o permita ($n \geq 10$), é feita uma representação gráfica das populações dos valores dos factores de emissão associados a cada poluente, considerando os parâmetros de mínimo, percentil 25 (P25), mediana (ou percentil 50), percentil 75 (P75) e máximo (Figura 3.3). Se existirem, são também representados nestes gráficos os valores de FE bibliográficos que se enquadrem dentro da gama de valores nacionais.

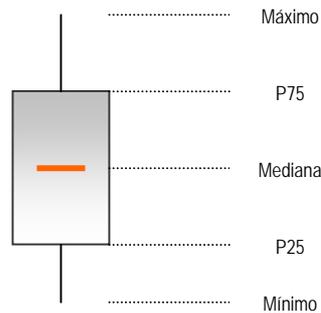


Figura 3.3 - Distribuição gráfica dos parâmetros estatísticos seleccionados para representar as diferentes populações de dados

A escolha do valor da mediana em vez do da média é feita por se considerar que o primeiro parâmetro é menos afectado pelos valores de máximo e de mínimo, representando também o valor onde é expectável encontrar 50% dos valores medidos (P50).

A metodologia de comparação entre dados nacionais e FE bibliográficos atrás descrita permite efectuar uma análise visual da natureza das populações de dados nacionais e também do enquadramento/adequabilidade dos FE bibliográficos seleccionados.

Para o cálculo dos rácios de emissão nacionais, foi necessário conhecer, além da concentração de poluente emitida para a atmosfera, o caudal volumétrico (nas condições PTNS), o número de horas de funcionamento e o volume de produção de cada instalação.

A concentração de cada poluente e o caudal volumétrico de emissão são obtidos a partir dos relatórios de autocontrolo; os parâmetros de produção foram obtidos nos formulários do EPER 2002 e 2004 (nalguns casos, admitiu-se que o volume de produção não sofreu alterações entre 2004 e 2005 uma vez que, de acordo com a EUROFER, a produção a nível nacional se mantém, nesse intervalo de tempo). No caso do ano corrente (2006), são assumidas estimativas de produção, segundo informações obtidas a partir da consulta de documentos emitidos pelas instalações nacionais.

No ponto 8.4 do presente relatório, as médias dos valores de emissão nacionais são comparados com os limiares PRTR. Esta análise permite comparar a resposta ao registo PRTR que se obteria através da utilização dos FE bibliográficos existentes (representados em kg/ano), com a resposta real traduzida nos valores de emissão nacionais traduzidos em quantidades anuais (kg/ano).

Em todas as vertentes de comparação utilizadas no presente relatório (VEA, VLE, Limiares mássicos, limiares PRTR-E) a média anual dos valores de emissão nacionais para cada poluente em cada sector PCIP, corresponde ao cálculo da média ponderada, tendo em conta os dados individuais de cada instalação (caudais mássicos, concentrações, horas de funcionamento anual, etc).

Na maioria dos relatórios de medição, a concentração de CO_2 no efluente gasoso vem expressa em $\%(v/v)$ e não em kg/h . Neste caso, para obter o caudal mássico de emissão, aplica-se (1), onde $\%_{CO_2}$ é a concentração de CO_2 no efluente e Q é o caudal volumétrico de emissão.

$$Caudal\ Mássico(CO_2) = \frac{1}{100} \frac{44}{22,4} \cdot \%_{CO_2} \cdot Q \quad (1)$$

4. Selecção da amostra

A selecção da amostra foi efectuada com base na informação constante no Instituto do Ambiente, no sentido de reunir as instalações PCIP que envolviam maior probabilidade de emitirem determinado tipo de poluentes, nomeadamente os poluentes orgânicos (PCDD/F, PAH e PCB). Assim, atendendo aos factores que mais contribuem para a emissão destes poluentes (e.g. tipo de fornos utilizados, presença de compostos orgânicos em matérias primas secundárias, temperaturas praticadas nos processos e arrefecimentos associados, tipo de partículas metálicas presentes nos gases emitidos) foram consideradas as seguintes instalações:

- todas as instalações pertencentes à categoria PCIP 2.2, visto a produção de ferro e aço nas siderurgias existentes em Portugal ser efectuada a partir de sucata ferrosa em forno de arco eléctrico (FAE);
- instalações relativas à categoria PCIP 2.4 que procedem à fusão de sucata ferrosa em cubilote, rotativos e FAE;
- todas as instalações relativas à categoria PCIP 2.5b) que realizam a fusão de matérias-primas secundárias.

Assim, para efeitos de caracterização de efluentes gasosos, constituíram a amostra deste Projecto as seguintes dez instalações:

- Categoria PCIP 2.2:
 - SN MAIA - Siderurgia Nacional. SA.
 - SN SEIXAL - Siderurgia Nacional. SA.
- Categoria PCIP 2.4:
 - METALÚRGICA RECOR, S.A
 - FUNDIÇÃO DE DOIS PORTOS, SA
- Categoria PCIP 2.5b:
 - QUINTAS & QUINTAS - Condutores Eléctricos, S.A
 - Fábrica de Baterias Autosil
 - Halla Climate Control Portugal - Ar Condicionado, Lda
 - Grohe Portugal, S.A
 - SONALUR, Sociedade Nacional de Metalurgia, Lda
 - Hydro Alumínio Portalex, S.A

5. Caracterização de processos e identificação de poluentes

5.1 Categoria PCIP 2.2

5.1.1 Descrição do processo produtivo

O Forno de Arco Eléctrico (FAE) é utilizado para produção de aço destinado essencialmente ao fabrico de varões a aplicar na construção civil. O FAE é igualmente utilizado para a fusão de aços vazados para fundição.

Este forno é composto por uma armação cilíndrica, revestida por material refractário e contém uma tampa amovível que facilita o carregamento da matéria-prima (Figura 5.1). A tampa é atravessada por eléctrodos que irão formar uma arco eléctrico, através da passagem de corrente eléctrica, permitindo a fusão do metal.



Figura 5.1 - Forno de arco eléctrico com três eléctrodos e com soleira de carregamento.

O metal líquido é transferido para o forno de panela (Figura 5.2) para a afinação do aço (desoxidação, dessulfuração, ajuste químico, etc.).



Figura 5.2 - Esquema representativo de um forno de panela.¹¹

A fusão do aço segue o conjunto de operações descritas a seguir:

- Armazenamento da sucata – efectuado por categorias de dimensão e composição. A proveniência da sucata de aço é diversa, mas segue a norma NP 2025:1983;
- Carregamento do FAE – a sucata ferrosa é carregada, sem pré aquecimento, com cestos enchidos com o auxílio do electroímã. O forno dispõe de uma tampa que se desloca de modo a facilitar o carregamento do forno.
- Fusão e escorificação do aço;
- AFINAÇÃO DO BANHO – adição de cal e oxigénio para a remoção de impurezas;
- Vazamento do banho para o forno de panela;
- AFINAÇÃO DO BANHO no forno de panela (metalurgia secundária).

¹¹ http://www.gasin.pt/html/your_business/Metals_Foundries_Refining.htm

O fluxo da fusão em forno de arco eléctrico está esquematizado na Figura 5.3.

Quando o banho está formado procede-se a uma operação de afinação que consiste na adição de cal e oxigénio para a remoção das impurezas.

A fusão primária em forno de arco eléctrico é complementada pela afinação em forno de panela, cujo fluxo é representado na Figura 5.4.

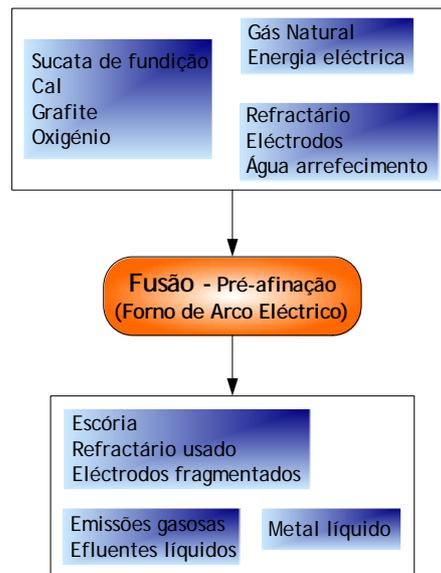


Figura 5.3 - Fluxo do processo de fusão de um forno de arco eléctrico.

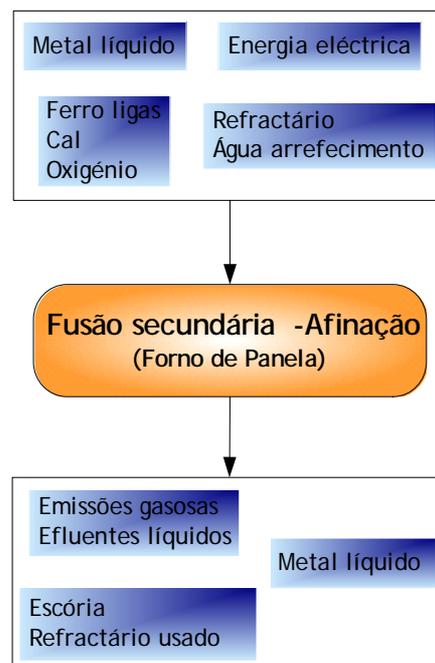


Figura 5.4 - Fluxo do processo de afinação de um forno de panela

5.1.2 Identificação de poluentes

No processo de fusão, a fracção particulada emitida tem uma forte componente metálica, sendo a concentração de determinadas espécies muito dependente da qualidade da sucata (matéria-prima) e dos aditivos utilizados no processo. De um modo geral, a matéria particulada é constituída maioritariamente por ferro e óxidos de ferro, tendo ainda uma fracção significativa de metais pesados: zinco, cádmio e crómio e, em quantidades mais reduzidas, níquel, cobre, chumbo, mercúrio e arsénio.

A utilização de lanças de oxigénio e queimadores oxi-fuel durante a fusão, contribui para um aumento das emissões de CO e CO₂, e de óxidos de metais sob a forma de PM₁₀. As emissões de SO_x dependem da quantidade de carvão consumida e das suas características. O HF pode estar associado ao consumo de F₂Ca e o HCl à presença de materiais de PVC na sucata consumida.

Os poluentes orgânicos emitidos são sobretudo COVNM (benzeno, tolueno, xileno, etc.), clorobenzenos, PAH, PCB e PCDD/F. Regra geral, a emissão destes poluentes está relacionada com o consumo de carbono e combustão parcial de sucata com impurezas (com tintas, plásticos, lubrificantes ou outros produtos orgânicos).

Na etapa de ajuste de qualidade, ao adicionar elementos ligantes ao aço, são emitidos gases e partículas, principalmente CO, CO₂ e PM₁₀ (associado a metais).

De acordo com o guia IHOBE [IHOBE, 2005], no processo de fusão da produção de aço, são emitidos os seguintes poluentes:

PM₁₀, Metais, CO, CO₂, NO_x, SO_x, HF, HCl, COVNM, PAH, PCB e PCDD/F.

Pelas razões descritas no final do ponto 3.3 deste relatório, o poluente PM₁₀ será identificado como Partículas Totais (PTS). No entanto, refere-se que, de acordo com o Guia HIOBE, para o sector em causa, em forno de arco eléctrico, a relação entre PM₁₀ e PTS é a seguinte:

- PM₁₀=76% PTS, para produção de aço cinzento (após filtro de mangas);
- PM₁₀= 58%, para a produção de aço inoxidável (após filtro de mangas).

5.2 Categoria PCIP 2.4

5.2.1 Descrição do processo produtivo

No contexto nacional, a fusão de metais ferrosos é usualmente efectuada em fornos eléctricos de indução, fornos rotativos ou forno cubilote. A utilização do cubilote está a decrescer, nas instalações que os possuem estão desactivados ou em fase de substituição.

Neste projecto a amostra escolhida para a categoria 2.4 e relativamente à produção de ferro fundido, foi a fusão em forno cubilote, cujo processo se descreve neste ponto. Os processos associados à utilização dos outros fornos (indução e rotativos) encontram-se descritos no ponto 5.3.1.

O sistema de moldação é em areia verde. A Figura 5.5 representa de uma forma geral os processos de uma fundição com fusão em forno cubilote.

O forno de cubilote está representado na Figura 5.6. Este equipamento consiste num cilindro vertical em chapa de aço com um revestimento refractário. A zona inferior do forno é composta por uma série de tubeiras através das quais se injecta ar (sopro) que transporta o oxigénio necessário para a combustão, enquanto se efectua o carregamento (coque, metal e fundentes)¹².

A energia necessária para o processo gera-se quando ocorre a combustão do coque por acção do oxigénio do vento. Os gases aquecidos, produto da combustão, sobem a coluna e entram em contacto com a carga metálica que funde. Como os gases ascendem e a carga desce, o processo ocorre em contracorrente.

O cubilote pode ser dividido em cinco zonas, representadas na Figura 5.6. As cinco zonas citadas com mais frequência são: o pré-aquecimento, a fusão, a redução, a oxidação e o cadinho.

Na zona de pré-aquecimento ocorre a calcinação da castina e uma ligeira oxidação da carga. Quando se atinge a temperatura de fusão da carga metálica entra a zona de fusão, a extensão e início desta depende da natureza do material carregado.

A zona de oxidação está localizada junto às tubeiras e é aí que ocorre a reacção de combustão, pelo que é rica em dióxido de carbono; a extensão desta zona depende das condições de operação, das características do coque, do diâmetro e tipo do refractário do forno. É exactamente nesta zona que se produz o calor necessário para o processo.

As zonas de redução são ricas em monóxido de carbono, a superior devido à decomposição do CO₂ do coque e a inferior devido às reacções de oxidação do silício e do carbono no metal na zona do cadinho. A extensão da zona de redução superior depende da altura da camada e das condições de sopro, especialmente do caudal. O tamanho da zona de redução inferior depende da diferença de altura entre as tubeiras e a parte superior da camada de escória no cadinho.

Finalmente, a zona do cadinho onde as reacções estão mais relacionadas com a composição química do metal do que com a combustão. Ocorre a separação do metal e da escória devido à diferença de densidades e sucede a recuperação de carbono no metal pelo contacto com o coque e pelas reacções de oxidação-redução na interface metal-escória.

¹² Revista Facultad de Ingeniería de Antioquia, marzo, número 036 – Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, pp. 70-94.

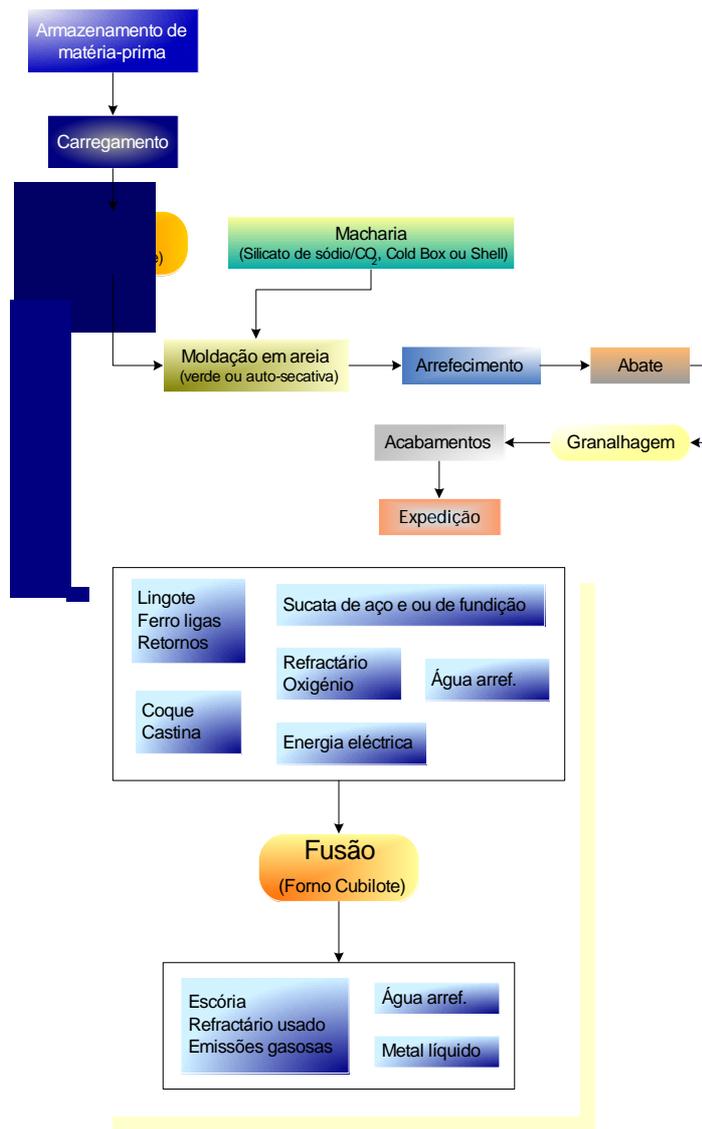


Figura 5.5 - Fluxo dos processos de fundição de uma fundição com fusão em forno cubilote.

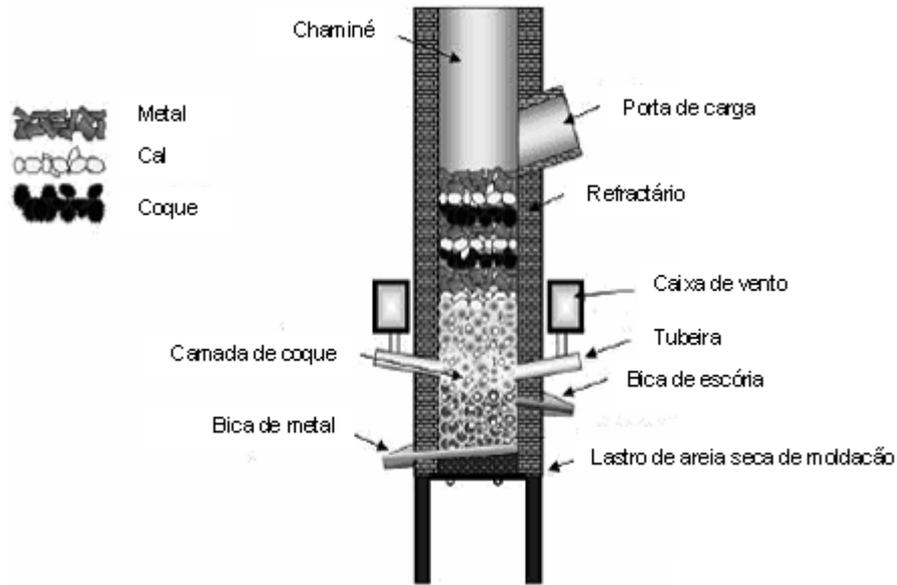


Figura 5.6 - Esquema de um forno cubilote

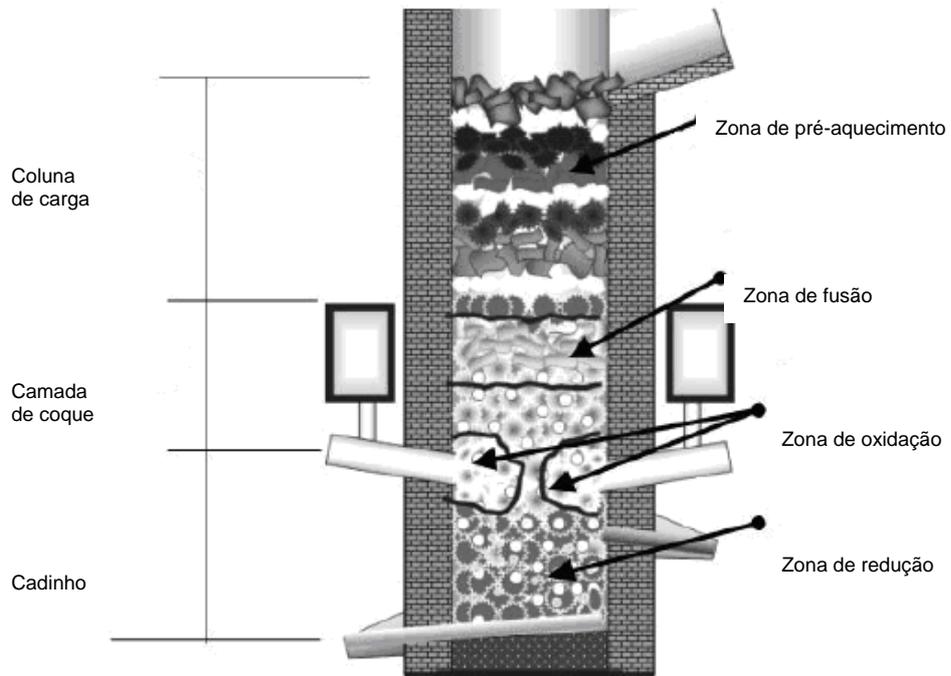


Figura 5.7 - Localização das zonas do cubilote.

5.2.2 Identificação de poluentes

No processamento de metais ferrosos, os efluentes gasosos provenientes dos fornos e das várias transferências incluem poeiras, metais e, em algumas fases do processo, gases ácidos. Juntamente com os compostos orgânicos voláteis, (COV) há também a possibilidade de formação de dioxinas, devido à presença de pequenas quantidades de cloro nas matérias-primas secundárias.

Considerando todas as etapas do processamento de metais ferrosos, são potencialmente emitidos os seguintes poluentes atmosféricos:

Partículas, Metais, CO₂, COVNM, NO_x, SO_x, CO, HCl, HF, PCDD/PCDF, PAH, PCB, HCB, Benzeno, NH₃

Estes poluentes, com exceção dos PCB, constam da lista indicativa apresentada no Apêndice 4 do Guia para a Implementação do EPER. É importante referir, no entanto, que estes poluentes se encontram associados a todas as etapas associadas ao processamento de metais ferrosos e não apenas ao processo de fusão.

No **processo de fusão**, os diferentes tipos de fornos que são utilizados diferem quanto ao tipo de poluentes, de acordo com o indicado no Quadro 5.1 [Guia IHOBE].

Quadro 5.1 - Tipos de fornos utilizados no processo de fusão de metais ferrosos e poluentes atmosféricos associados

Forno Cubilote	CO ₂ , CO, NO _x , Partículas (podendo conter Cd, CaO, FeO, Pb, MgO, SiO ₂ , Zn), PM ₁₀ , NMVOC, PAH, Benzeno, PCDD/F
F AE	CO ₂ , CO, NO _x , PM ₁₀ , Partículas sólidas que contêm óxidos minerais e metálicos, compostos orgânicos gasosos (NMVOC, PCDD/F, etc) elementos traço (Ni, Cr, Pb, Cd, As)
Forno Indução eléctrica	PM ₁₀ , Partículas sólidas que contêm óxidos minerais e metálicos, compostos orgânicos gasosos (NMVOC, PCDD/F, etc) elementos traço (Ni, Cr, Pb, Cd, As)
Forno de soleira (Oxicombustão rotativa)	PM ₁₀ , CO ₂ , CO, NO _x , NMVOC

Pelas razões descritas no final do ponto 3.3 deste relatório, o poluente PM₁₀ será identificado como Partículas Totais (PTS). No entanto, refere-se o que, de acordo com o Guia HIOBE, está considerado em termos das relações entre PM₁₀ e PTS para este sector. Neste caso, as relações apresentadas são as seguintes, de acordo com cada tipo de forno:

Forno cubilote (fusão de ferro cinzento)

- PM₁₀= 90% PTS (sem tratamento)
- PM₁₀= 95% PTS (após filtro de mangas)
- PM₁₀=78% PTS (após lavador venturi)

Forno de Arco Eléctrico

- PM₁₀= 58% PTS (sem tratamento)
- PM₁₀= 76% PTS (após filtro de mangas)

5.3 Categoria PCIP 2.5b

5.3.1 Descrição do processo produtivo

A fusão de metais não-ferrosos pode ser efectuada utilizando fornos de soleira inclinada, revérbero, indução e rotativos. A seguir estão descritos os tipos de fusão de metais não-ferrosos incluídos na amostra deste protocolo.

Forno de soleira inclinada¹³

O forno de soleira inclinada (Figura 5.8 é um forno vertical com uma soleira colectora, um sistema de queimadores na zona inferior e sistema de carregamento no topo.

Este forno é utilizado apenas para metais não-ferrosos, principalmente ligas de alumínio. Devido à construção complexa e à dificuldade de renovação do refractário, este forno é apenas usado para metais de baixo ponto de fusão.

O forno de soleira é um forno de fusão contínua entre 0,5 e 5 toneladas por hora e com capacidade de manutenção até 50 ton. Devido a esta função de manutenção, a mudança de liga não é aconselhada.

O forno de soleira a gás é carregado com a matéria – prima e matérias secundárias. Deste processo resultam a libertação de emissões gasosas, os resíduos sólidos e o banho.

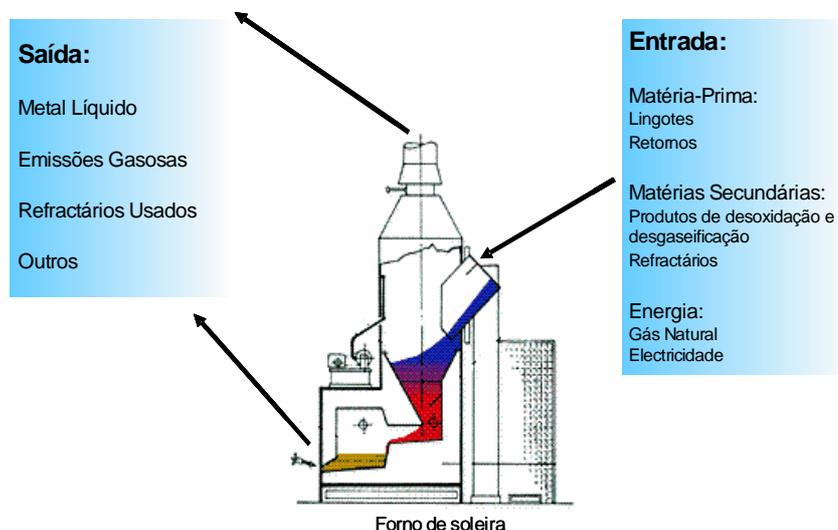


Figura 5.8 - Fluxo do processo de fusão de um forno de soleira.

Forno revérbero

Na amostra foram usados dois tipos de fornos de revérbero para a fusão de ligas de alumínio, apenas com uma câmara e noutro caso com três câmaras. O processo de fusão destes fornos consiste na fusão da carga através do contacto com gases da combustão.

A Figura 5.9 representa um exemplo de um forno de revérbero, apenas com uma câmara.

¹³ "Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry" de 2004.



Figura 5.9 - Forno de revérbero¹⁴.

O forno de revérbero com três câmaras (Figura 5.10) contém uma câmara de pré-aquecimento, uma câmara principal e a câmara de vazamento. Este apresenta várias vantagens em termos de eficiência e rendimento, permitindo valores de produção elevados associados à diminuição das emissões gasosas para o meio ambiente. Os fumos gerados são pós-combustados antes de saírem do forno.

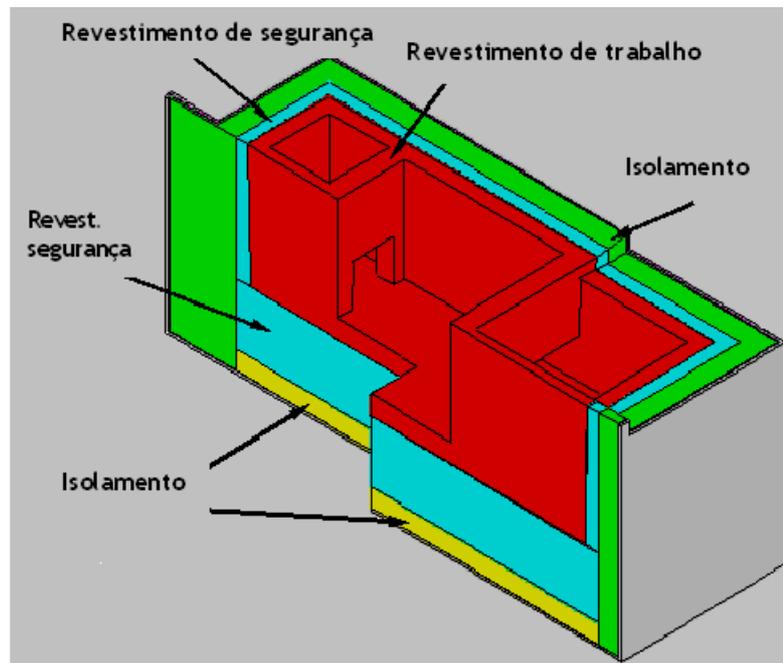


Figura 5.10 - Esquema representativo de um forno revérbero com três câmaras.¹⁵

A Figura 5.11 representa o fluxo produtivo representativo de um forno revérbero.

¹⁴ <http://www.sauder.com.br/fotos/>

¹⁵ <http://www.alliedmatrix.com/fproducts/tuffloorapplicationguide.htm>

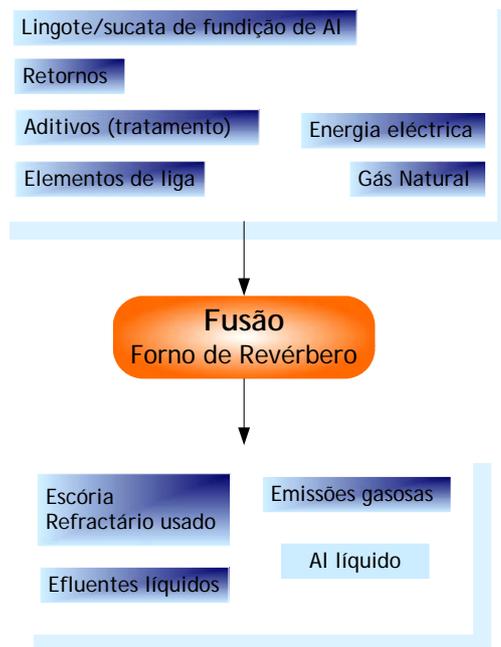


Figura 5.11 - Fluxo do processo de fusão de um forno de revérbero.

Forno rotativo¹⁶

A fusão de ligas de chumbo é efectuada em forno rotativo que consiste numa concha cilíndrica de aço suportada por rolamentos e revestida por um material refractário.

O forno é aquecido por um dos lados através da combustão do fuel, óleo ou gás. Podem ser usados sistemas de queimadores com ar-fuel ou oxi-fuel.

O corpo do forno roda lentamente durante a fusão o que permite evitar o sobreaquecimento do refractário e reduz metade do tempo de fusão relativamente ao caso de estar estacionado. O forno é carregado do lado dos queimadores ou a caixa de exaustão é removida temporariamente para efectuar o carregamento. Quando a fusão está completa é levantado o “stopper” da bica e o forno roda lentamente até atingir a saída do nível do banho e posteriormente o metal é vazado para a colher.

A Figura 5.12 representa um exemplo típico do forno rotativo, a Figura 5.13 ilustra o fluxo produtivo da fusão em forno rotativo.

¹⁶ Process Guidance Note 2/5 (4) - Secretary of State’s Guidance for Hot and Cold Blast Cupola, and Rotary Furnaces, October 2004

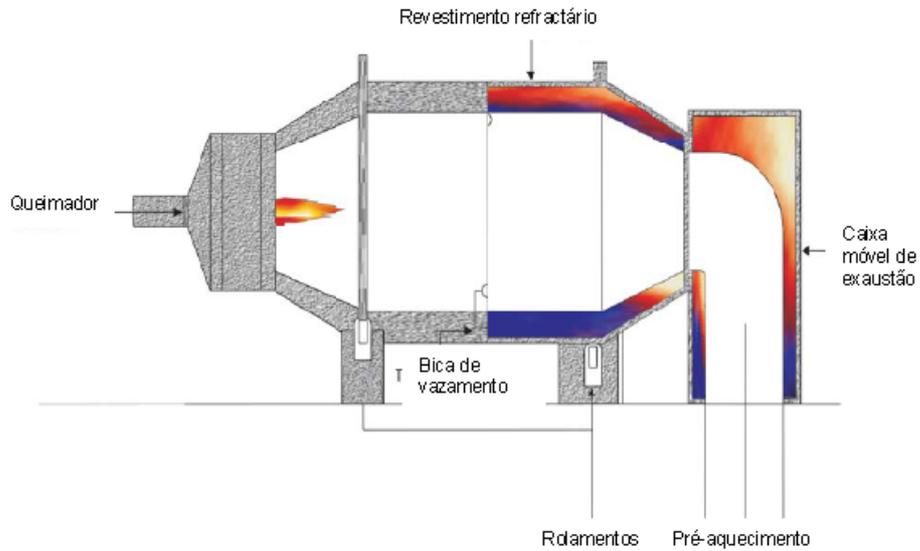


Figura 5.12 - Exemplo típico de um forno rotativo.

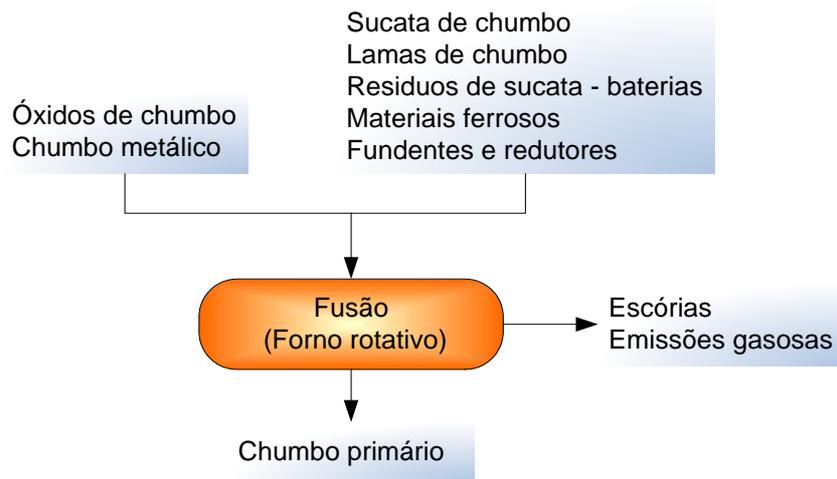


Figura 5.13 - Fluxo do processo de fusão em forno rotativo.

Forno de Indução

Na amostra existe uma empresa que utiliza o forno de indução para fundir latão. O forno de indução é um forno eclético com um cadinho refractário (alumina, sílica ou magnesite) e uma bobina de cobre, em tubo oco, onde circula o meio arrefecedor, normalmente água. O aquecimento é feito pelo princípio do transformador, onde a bobine é o primário e a carga a fundir o secundário. Estes fornos são os mais difundidos nas fundições.

A Figura 5.14 representa o fluxo produtivo da fusão em forno de indução.

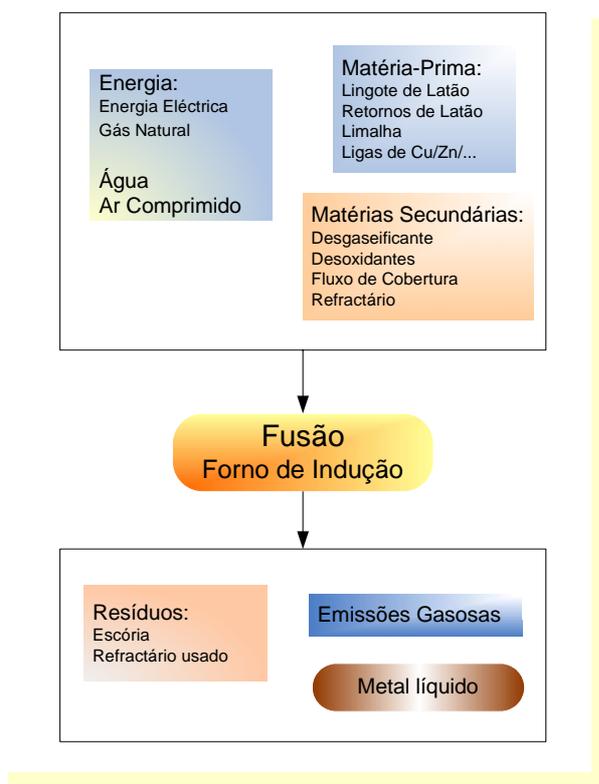


Figura 5.14 - Fluxo do processo de fusão em forno de indução.

5.3.2 Identificação de poluentes

As principais questões ambientais associadas à produção dos metais não ferrosos estão relacionadas com os efluentes gasosos provenientes dos vários fornos e das várias transferências de materiais e incluem poeiras, metais e, em algumas fases do processo, gases ácidos. Existe também a potencial emissão de dioxinas, devido à presença de pequenas quantidades de cloro nas matérias-primas secundárias.

As principais emissões associadas à fase de fusão dos processos de produção de cada grupo de metais abrangem as seguintes componentes [IHOBE]:

Cobre secundário: Partículas, Metais, CO₂, COVNM, NO_x, SO_x, CO, HCl, PCDD/PCDF
 Semitransformados de Cobre: Partículas, Metais, CO₂, COVNM, NO_x, CO, HCl, HF, PCDD/PCDF
 Alumínio secundário: Partículas, Metais, CO₂, COVNM, NO_x, CO, HCl, HF, PCDD/PCDF
 Semitransformados de Alumínio: Partículas, Metais, CO₂, COVNM, NO_x, SO_x, CO, HCl, HF, HCB, PCDD/PCDF
 Zinco secundário: Partículas, Metais, CO₂, COVNM, NO_x, SO_x, CO, HCl, PCDD/PCDF

Os Quadros 5.2 a 6.6 apresentam uma síntese da informação sobre os poluentes atmosféricos associados aos diferentes tipos de forno para vários grupos de metais obtida na bibliografia consultada.

Quadro 5.2- Tipos de fornos utilizados no processo de fusão de metais não ferrosos e poluentes atmosféricos associados (processamento de cobre secundário/semitransformados de cobre)

Forno Cubilote	PM ₁₀ , PCDD/PCDF, metais, SO _x , NO _x , NMVOC, CO ₂ , CO
FAE	PM ₁₀ , metais, SO _x
Forno Indução eléctrica	PM ₁₀ , metais, SO _x
Forno de soleira (Oxicombustão rotativa)	PM ₁₀ , COVNM
Forno de Soleira (Reverberatório)	PM ₁₀ , metais, NO _x , COVNM
Forno de Cadinho	PM ₁₀ , metais, COVNM, SO _x
Forno de Fusão	PCDD/PCDF, SO _x , NO _x , NMVOC, CO ₂ , CO

Quadro 5.3 - Tipos de fornos utilizados no processo de fusão de metais não ferrosos e poluentes atmosféricos associados (processamento de alumínio secundário/semitransformados de alumínio)

Forno de Soleira (Reverberatório)	PM ₁₀ , metais, COVNM
Forno de Cadinho	COVNM
Forno de Fusão	PCDD/PCDF, NO _x , NMVOC, CO ₂ , CO

Quadro 5.4 - Tipos de fornos utilizados no processo de fusão de metais não ferrosos e poluentes atmosféricos associados (processamento de zinco secundário)

Forno de Fusão	PM ₁₀ , HCl, elementos traço (Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd, As), SO _x , CO ₂ , CO, NO _x , compostos orgânicos gasosos (NMVOC, PCDD/F, etc)
----------------	--

Quadro 5.5 - Tipos de fornos utilizados no processo de fusão de metais não ferrosos e poluentes atmosféricos associados (processamento de chumbo)

Forno de Fusão	PM ₁₀ , Pb
Forno de explosão	NO _x , SO ₂
Forno de soleira (Reverberatório)	NO _x , SO ₂

Quadro 5.6 - Tipos de fornos utilizados no processo de fusão de metais não ferrosos e poluentes atmosféricos associados (processamento de outros materiais)

Vários tipos de forno (sem especificação)	PM ₁₀ , metais, CO
---	-------------------------------

Quadro 5.7 - Tipos de fornos utilizados no processo de fusão de metais não ferrosos e poluentes atmosféricos associados (processamento de chumbo e zinco primário)

Vários tipos de forno (sem especificação)	PM ₁₀ , metais, CO
---	-------------------------------

Pelas razões descritas no final do ponto 3.3 deste relatório, o poluente PM₁₀ será identificado como Partículas Totais (PTS). No entanto, apresenta-se o que, de acordo

com o Guia HIOBE, se encontra mencionado em termos das relações entre PM_{10} e PTS, conforme o tipo de forno e o tipo de carga utilizada, as seguintes:

Cobre secundário e semi-transformados de cobre

- *Forno cubilote* (carga de sucata de latão e cobre e cabo de cobre):
 $PM_{10} = 0,90$ PTS (antes de tratamento)
 $PM_{10} =$ PTS (após tratamento)
- *Forno revérbero*:
Carga de latão e bronze: $PM_{10} = 0,60$ PTS (antes e depois de tratamento)
Carga de cobre: $PM_{10} = 0,60$ PTS (antes de tratamento); $PM_{10} =$ PTS (após tratamento)
- *Forno rotativo*:
Carga de latão e bronze: $PM_{10} = 0,60$ PTS (antes de tratamento)
Carga de matéria prima com $\%_{Cu} \geq 99,9\%$: $kg\ Cu = kg\ PTS$ (emissão de outros metais muito pouco significativa)

Alumínio secundário/transformados de alumínio e zinco secundário

- Sem especificação do tipo de forno: $PM_{10} =$ PTS

6. Melhores técnicas disponíveis no fluxo produtivo nacional

As Melhores Técnicas Disponíveis (MTD's) no fluxo produtivo da fusão no sector metalúrgico a nível nacional são, neste capítulo, listadas para cada forno utilizado.

Os fornos listados são os utilizados na amostra deste projecto:

- Forno de arco eléctrico
- Forno cubilote
- Forno de revérbero
- Forno rotativo
- Forno de indução

Forno de Arco Eléctrico

As MTD's aplicada na produção de aço em FAE estão referidas no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 - Lista das Melhores Técnicas Disponíveis aplicadas à fusão em forno de arco eléctrico.¹⁷

<u>Eficiência da recolha das poeiras</u> (extracção directa dos efluentes gasosos ou com câmara tipo caixa ou evacuação total do edifício).	
<u>Despoeiramento dos gases residuais</u>	
Filtro de mangas bem projectado	
Poeiras <15 mg/m ³ N (em instalações existentes)	Poeiras <5 mg/m ³ N (em novas instalações)
<u>Minimização dos compostos clorados</u> (em particular as emissões PCDD/F e PCB)	
Pós-combustão adequada ao interior do sistema de condutas de efluentes gasosos ou	Evitam a síntese <i>de novo</i>
Câmara de pós-combustão à parte, com um subsequente arrefecimento brusco e expedito ou	
<u>Minimização dos resíduos sólidos</u>	
1. Minimização da produção de resíduos	
2. Minimização de resíduos por reutilização das escórias e das poeiras de filtração	
3. Minimizar a quantidade de resíduos sólidos que não podem ser evitados nem reutilizados	
4. Eliminação controlada	
<u>Emissões para a água</u>	
Forno com sistema de arrefecimento a água em circuito fechado	

Forno Cubilote

A produção de ferro fundido em forno cubilote aplica o conjunto de Melhores Técnicas Disponíveis (MTD's) referidas no Quadro 6.2.

¹⁷ Best Available Techniques Reference on the Production of Iron and steel", Dezembro de 2001

Quadro 6.2 - Lista das Melhores Técnicas Disponíveis aplicáveis à fusão em forno cubilote¹⁸.

Armazenagem e manuseamento na Fundição	
Armazenamento de sucata numa superfície impermeabilizada com sistema de drenagem e recolha ou armazenamento de sucata em armazém coberto	
Armazenagem separada da matéria-prima e dos resíduos	
Utilização de contentores recicláveis	
Optimização do rendimento do metal	
Boas práticas associadas à transferência do metal líquido e ao manuseamento das colheres de fundição	
Redução do ruído	
Utilização de sistemas de encapsulamento das operações ruidosas	
Utilização de medidas adicionais, em função das condições adicionais	
Recolha de emissões fugitivas	
Combinar medidas inerentes ao manuseamento e ao transporte dos materiais	
Optimizar a captura e tratamento dos gases de exaustão por recurso a uma ou mais técnicas de captura	
Recolha dos fumos tão próximo da fonte quanto possível	
Implementação e adesão de um Sistema de Gestão Ambiental	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compromisso de efectuar uma gestão de topo ▪ Planificação ▪ Definição e aplicação de procedimentos ▪ Verificação do desempenho <ul style="list-style-type: none"> ➢ Realização de avaliações ➢ Aplicação de acções correctivas 	
Medidas para evitar a poluição decorrente do desmantelamento das instalações	
Minimização dos riscos na fase de projecto	
Programa de manutenção e beneficiação das instalações existentes	
Elaboração e aplicação de um plano de encerramento (para instalações novas e existentes)	Componentes processuais abrangentes: <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Tanques ⇒ Reservatórios ⇒ Tubagens ⇒ Isolamentos ⇒ Lagoas e aterros

Forno de Revérbero

O Quadro 6.3 contém um conjunto de MTD's aplicáveis à fusão de alumínio.

Quadro 6.3 - Lista das Melhores Técnicas Disponíveis aplicáveis à fusão de alumínio.^{21 19}

Armazenagem e manuseamento na Fundição	
Armazenagem separada da matéria-prima e dos resíduos	
Utilização de contentores recicláveis	
Amostragem e análise da matéria-prima	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maximiza a eficiência do processo ▪ Reduz as emissões ▪ Reduz a quantidade de materiais rejeitados 	
Controlo da velocidade de alimentação (pesagem, carregamento, etc.)	
Monitorização de parâmetros críticos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura e pressão do forno 	
Monitorização das emissões gasosas (O ₂ , SO ₂ , CO, poeiras, NO _x , etc.)	
Formação contínua e avaliação quanto à aplicação das instruções de serviço, das técnicas modernas de controlo e das acções a empreender em caso de alarmes accionados.	
Optimização dos níveis de supervisão	
Optimização do rendimento do metal	

¹⁸ "Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry" de 2004.

¹⁹ "Best Available Techniques in the Non Ferrous Metal Industries", 2001.

Boas práticas associadas à transferência do metal líquido e ao manuseamento das colheres de fundição		
Redução do ruído		
Utilização de sistemas de encapsulamento das operações ruidosas		
Utilização de medidas adicionais, em função das condições adicionais		
Gestão de águas residuais		
Separação dos Vários tipos de águas residuais	Interceptores de óleo Filtração Sedimentação	
Maximização da reciclagem interna		
Aplicação de um tratamento adequado a cada efluente		
Recolha de emissões fugitivas		
Combinar medidas inerentes ao manuseamento e ao transporte dos materiais		
Optimizar a captura e tratamento dos gases de exaustão por recurso a uma ou mais técnicas de captura		
Recolha dos fumos tão próximo da fonte quanto possível		
Boa selagem dos fornos		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evita emissões fugitivas 		
Verificação das variações da dimensão e das propriedades físicas das poeiras produzidas		
Utilização de uma fase de oxidação catalítica ou de filtros de mangas com um revestimento catalítico incorporado	Prevenção da formação de dioxinas e destruição das dioxinas presentes	Na emissão as concentrações associadas às técnicas variam entre <0,1 e 0,5 ng/m ³ N TEQ
	Destrói as dioxinas e recupera os metais	
Implementação e adesão de um Sistema de Gestão Ambiental		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compromisso de efectuar uma gestão de topo ▪ Planificação ▪ Definição e aplicação de procedimentos ▪ Verificação do desempenho <ul style="list-style-type: none"> ➢ Realização de avaliações ➢ Aplicação de acções correctivas 		
Medidas para evitar a poluição decorrente do desmantelamento das instalações		
Minimização dos riscos na fase de projecto		
Programa de manutenção e beneficiação das instalações existentes		
Elaboração e aplicação de um plano de encerramento (para instalações novas e existentes)	Componentes processuais abrangentes: <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Tanques ⇒ Reservatórios ⇒ Tubagens ⇒ Isolamentos ⇒ Lagoas e aterros 	

Forno Rotativo

O Quadro 6.5 contém um conjunto de MTD's aplicáveis à produção de chumbo em forno rotativo.

Quadro 6.4 - Lista das Melhores Técnicas Disponíveis aplicáveis à fusão de chumbo em forno rotativo.

Armazenagem e manuseamento na Fundição		
Armazenamento de sucata numa superfície impermeabilizada com sistema de drenagem e recolha ou armazenamento de sucata em armazém coberto		
Armazenagem separada da matéria-prima e dos resíduos		
Utilização de contentores recicláveis		
Controlo da velocidade de alimentação (pesagem, carregamento, etc.)		
Monitorização de parâmetros críticos:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura e pressão do forno 		
Monitorização das emissões gasosas (O ₂ , SO ₂ , CO, poeiras, NO _x , etc.)		
Formação contínua e avaliação quanto à aplicação das instruções de serviço, das técnicas modernas de controlo e das acções a empreender em caso de alarmes accionados.		
Optimização dos níveis de supervisão		
Optimização do rendimento do metal		
Boas práticas associadas à transferência do metal líquido e ao manuseamento das colheres de fundição		
Redução do ruído		
Utilização de sistemas de encapsulamento das operações ruidosas		
Utilização de medidas adicionais, em função das condições adicionais		
Gestão de águas residuais		
Separação dos Vários tipos de águas residuais	Interceptores de óleo Filtração Sedimentação	
Maximização da reciclagem interna		
Aplicação de um tratamento adequado a cada efluente		
Boa selagem dos fornos		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evita emissões fugitivas 		
Utilização de filtros de mangas		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remove as poeiras e os metais associados 		
Remoção de poeiras altamente eficiente (por exemplo filtros de mangas de alta eficiência, etc.)	Prevenção da formação de dioxinas e destruição das dioxinas presentes	Na emissão as concentrações associadas às técnicas variam entre <0,1 e 0,5 ng/m ³ N TEQ
Tratamento das poeiras recolhidas em fornos de alta temperatura	Destrói as dioxinas e recupera os metais	
Implementação e adesão de um Sistema de Gestão Ambiental		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compromisso de efectuar uma gestão de topo ▪ Planificação ▪ Definição e aplicação de procedimentos ▪ Verificação do desempenho <ul style="list-style-type: none"> ➢ Realização de avaliações ➢ Aplicação de acções correctivas 		

Forno de Indução

O Quadro 6.5 contém um conjunto de MTD's aplicáveis à produção de latão em forno de indução.

Quadro 6.5 - Lista das Melhores Técnicas Disponíveis aplicáveis à fusão de latão em forno de indução.^{20 21}

Armazenagem e manuseamento na Fundição
Armazenagem separada da matéria-prima e dos resíduos
Utilização de contentores recicláveis
Redução do ruído
Utilização de medidas adicionais, em função das condições adicionais
Recolha de emissões fugitivas
Combinar medidas inerentes ao manuseamento e ao transporte dos materiais
Optimizar a captura e tratamento dos gases de exaustão por recurso a uma ou mais técnicas de captura
Recolha dos fumos tão próximo da fonte quanto possível
Captura e tratamento dos gases
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimização das emissões ▪ Maximização do volume de gases recolhidos durante todo o ciclo de produção ▪ Tratamento dos gases por via seca
Boa selagem dos fornos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evita emissões fugitivas
Implementação e adesão de um Sistema de Gestão Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compromisso de efectuar uma gestão de topo ▪ Planificação ▪ Definição e aplicação de procedimentos ▪ Verificação do desempenho <ul style="list-style-type: none"> ➢ Realização de avaliações ➢ Aplicação de acções correctivas

²⁰ “Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry” de 2004.

²¹ “Best Available Techniques in the Non Ferrous Metal Industries”, 2001.

7. Avaliação das emissões nacionais

A avaliação das emissões nacionais para o ar do sector metalúrgico, foi efectuada no sentido de comparar os valores médios de emissão medidos, para cada categoria PCIP, com os requisitos da legislação ambiental, bem como da proximidade/discrepância dos mesmos face aos VEA.

Nesta avaliação, as emissões encontram-se agrupadas pelos seguintes grupos de poluentes:

- Grupo I- orgânicos (PCDD/F, PAH e PCB),
- Grupo II- metais e seus compostos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn),
- Grupo III- partículas totais, CO₂, NO_x, SO_x, CO,
- Grupo IV- cloretos e fluoretos.

Os valores médios das emissões são comparados entre as várias categorias PCIP que compõem o sector metalúrgico nacional, sempre que possível, de acordo com:

- valores limite de emissão (VLE) e valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis (VEA), comparadas em termos de concentrações (mg/Nm³);
- limiares mássicos mínimos e máximos (Lm e LM, respectivamente) , comparados em termos de caudais (kg/h).

Salienta-se que a metodologia utilizada nas representações gráficas não deverá ser entendida como um instrumento para comparação entre sectores corresponde apenas a um critério de sistematização da informação, em que se optou por apresentar gráficos por cada poluente, colocando em cada gráfico os respectivos dados disponíveis.

7.1 Grupo I – Poluentes Orgânicos (PCDD/F, PAH e PCB)

A análise comparativa, por categoria PCIP e em termos de valores de concentração (mg/Nm³) dos poluentes orgânicos estudados, é apresentada na Figura 7.1, de forma a efectuar a sua comparação com o **VLE e VEA**, quando existentes. Para este grupo de poluentes não existe VLE estipulado na legislação nacional, existindo apenas VEA no caso do poluente PCDD/F para o sector siderúrgico (0,1-0,5 ng I-TEQ/Nm³, constante no BREF I&S) e para a fundição de metais ferrosos (0,1 ng I-TEQ/Nm³, constante no BREF SF).

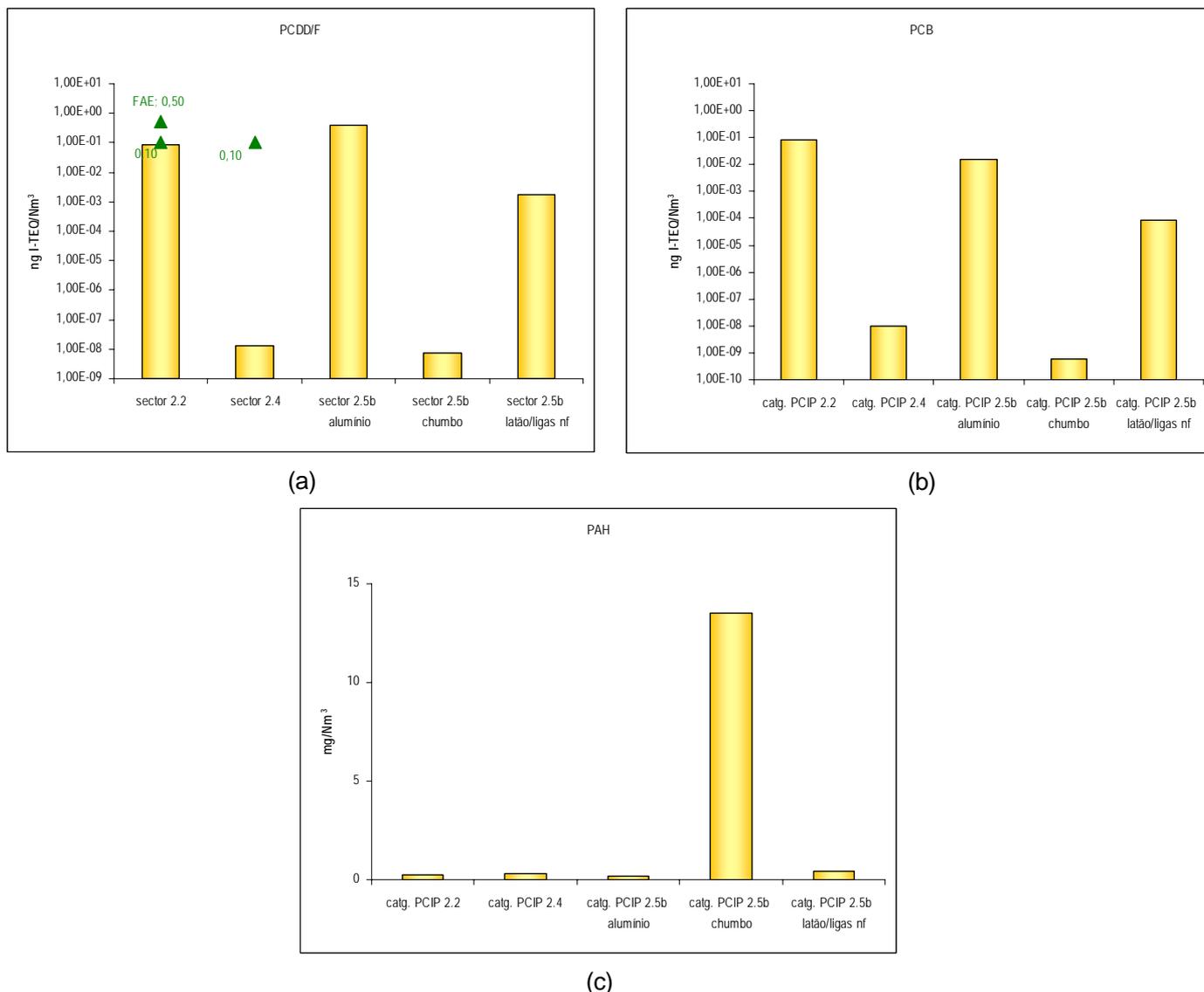


Figura 7.1- Análise comparativa dos valores de concentração: (a) Total Dioxinas/Furanos (ng I-TEQ/Nm³); (b) Bifenilos policlorados (ng I-TEQ/Nm³); (c) Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (16 EPA) (mg/Nm³); ▲ VEA.

Pela figura anterior verifica-se principalmente que:

- ao contrário do observado para os restantes poluentes deste grupo verifica-se que as emissões de PAH na categoria 2.5b apresentam-se com uma expressão bastante significativa;
- na produção do aço em forno de arco eléctrico (categoria PCIP) 2.2, as emissões nacionais tendem a cumprir esta gama de valores do VEA para este sector (0,1-0,5 ng I-TEQ/Nm³), já que as MTD associadas à produção do aço em FAE encontram-se implementadas neste sector (Figura 7.1a);
- a emissão de PCDD/F na fundição de ferrosos é notoriamente inferior ao VEA aplicado a este sector (0,1 ng I-TEQ/Nm³);
- a fundição de metais não ferrosos não existe VEA para nenhum dos poluentes indicados, verifica-se no entanto uma maior tendência de emissão de PCB no

caso da fundição de alumínio e PCDD/F na fundição de chumbo, sendo que este valor de encontra dentro da gama de emissão dos VEA estipulados para as siderurgias mas acima dos VEA estipulados para a fundição de metais ferrosos.

A Figura 7.2 compara os caudais mássicos dos poluentes orgânicos em estudo. Não existem, na legislação, limiares mássicos associados para este tipo de poluentes.

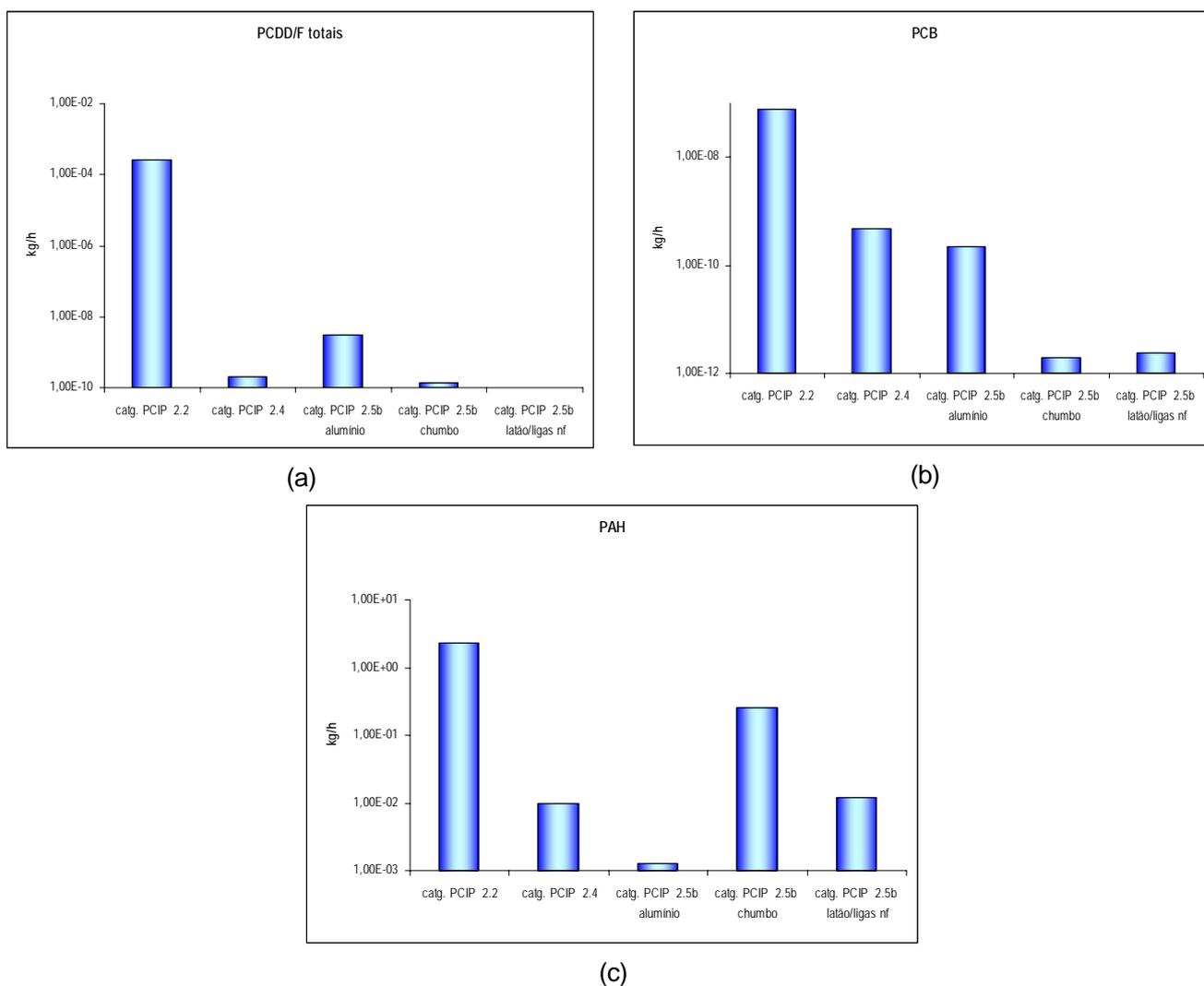


Figura 7.2- Análise comparativa dos valores de caudais mássicos (kg/h): (a) Total Dioxinas/Furanos; (b) Bifenilos policlorados; (c) Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (16 EPA).

Em termos de caudais de emissão verifica-se que:

- o valor médio das emissões provenientes da siderurgia é sempre maior que no caso das fundições, sendo notoriamente maior para o caso do poluente PCDD/F;
- os caudais mássicos de PCB no sector da fundição de chumbo e latão/ ligas são diminutos quando comparados com os outros sectores, assim como os PAH na fundição de alumínio.

7.2 Grupo II – Metais e seus compostos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn)

Na legislação nacional. (Portaria n.º 286/93, de 12 de Março) encontram-se estabelecidos os seguintes **VLE** para poluentes pertencentes a este grupo:

- 8 mg/Nm³, para o total de metais pesados;
- 0,2 mg/Nm³, para a emissão conjunta de cádmio (Cd) e mercúrio (Hg);
- 1 mg/Nm³, para a para a emissão conjunta de arsénio (As) e níquel (Ni);
- 5 mg/Nm³ para a para a emissão conjunta de chumbo (pb) e crómio (Cr) e cobre (Cu).

A Figura 7.3 apresenta a análise comparativa em termos de valores de concentração (mg/Nm³), por categoria PCIP, das emissões nacionais de metais agrupados pelos 4 grupos acima referidos (metais totais; Cd e Hg; As e Ni; pb, Cr e Cu), de forma a estabelecer a respectiva comparação com os VLE estabelecidos na legislação nacional. Para os metais não existe estabelecido nenhum VEA nos BREF aplicados ao sector metalúrgico.

Pela observação da Figura 7.3 verifica-se principalmente que:

- em todas as categorias PCIP do sector metalúrgico a emissão de metais situa-se bastante abaixo dos VLE estabelecidos na legislação nacional;
- a fundição de metais ferrosos revela uma tendência em emitir substancialmente menos metais que as siderurgias e as fundições de metais não ferrosos (categoria 2.2 e 2.5b, respectivamente).

De acordo com a Portaria n.º 80/2006 de 23 de Janeiro, são aplicados os seguintes **limiares mássicos mínimos** a partir dos quais o operador poder recorrer a uma monitorização trianual de acordo com estabelecido no n.º4 do Art. 19º do Decerto- Lei 78/2004 de 3 de Abril:

- 0,001 kg/h à emissão conjunta de cádmio (Cd) e mercúrio (Hg);
- 0,005 kg/h à emissão conjunta de arsénio (As) e níquel (Ni)
- 0,025 kg/h à emissão conjunta de chumbo (Pb) e crómio (Cr) e cobre (Cu) e zinco (Zn)

De referir que a presente legislação nacional não tem estabelecido limiares mássicos máximos para este grupo de poluentes, a partir dos quais é necessário a monitorização em contínuo segundo o previsto no n.º 1 do Art. 20º do Decerto- Lei 78/2004 de 3 de Abril.

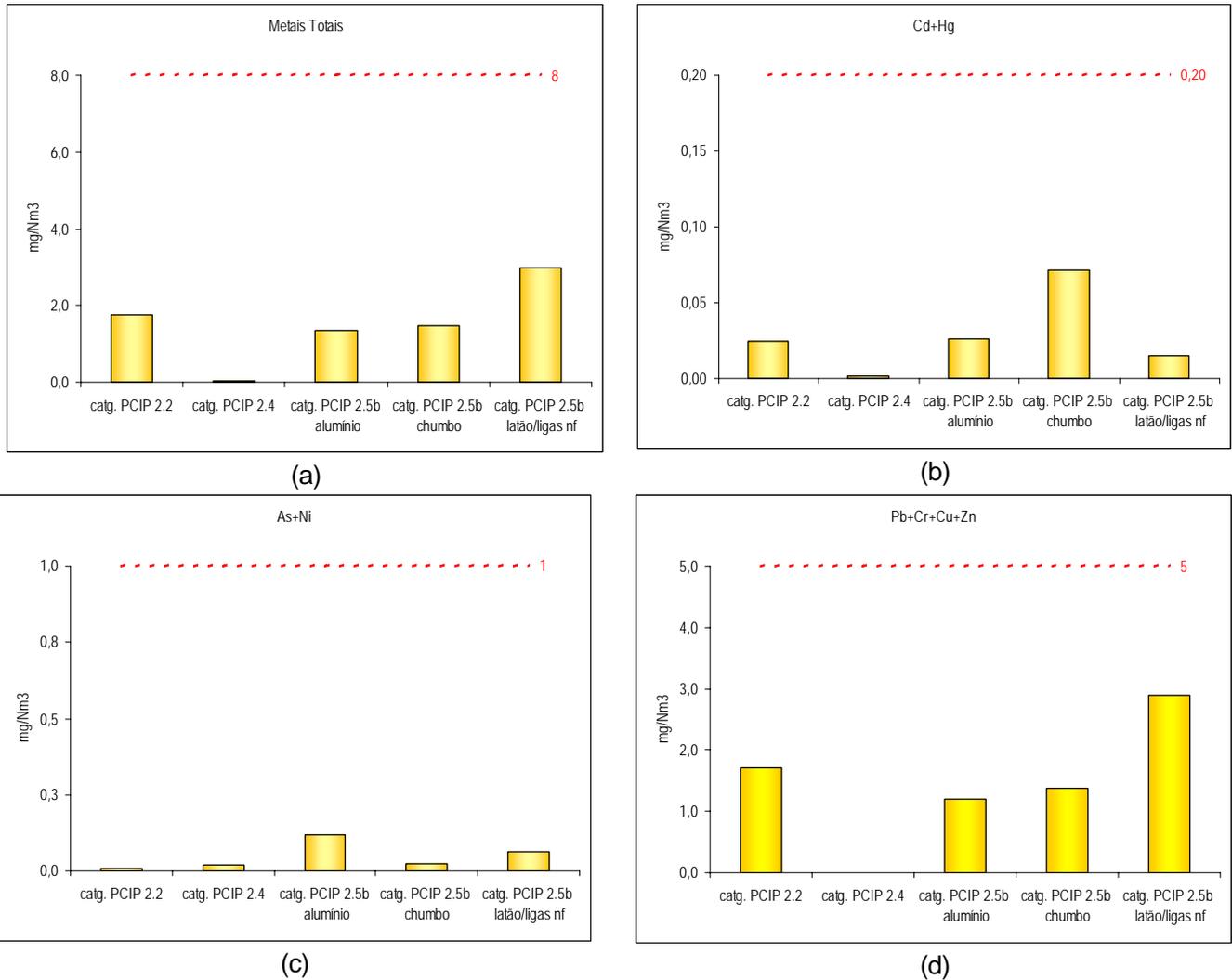


Figura 7.3: Análise comparativa dos valores de concentração (mg/Nm³). (a) Metais pesados totais; (b) cádmio (Cd) e mercúrio (Hg); (c) arsénio (As) + níquel (Ni), (d) chumbo (pb) + crómio (Cr) + cobre (Cu).----- VLE(Port. n.º 286/93, de 12 de Março).

A Figura 7.4 apresenta a análise comparativa em termos de caudais mássicos (kg/h), por categoria PCIP, das emissões nacionais do poluentes metais agrupados pelos 3 grupos acima referidos (Cd + Hg; As + Ni; Pb + Cr + Cu + Zn), por forma a comparar com os limares mássicos estabelecidos na Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro.

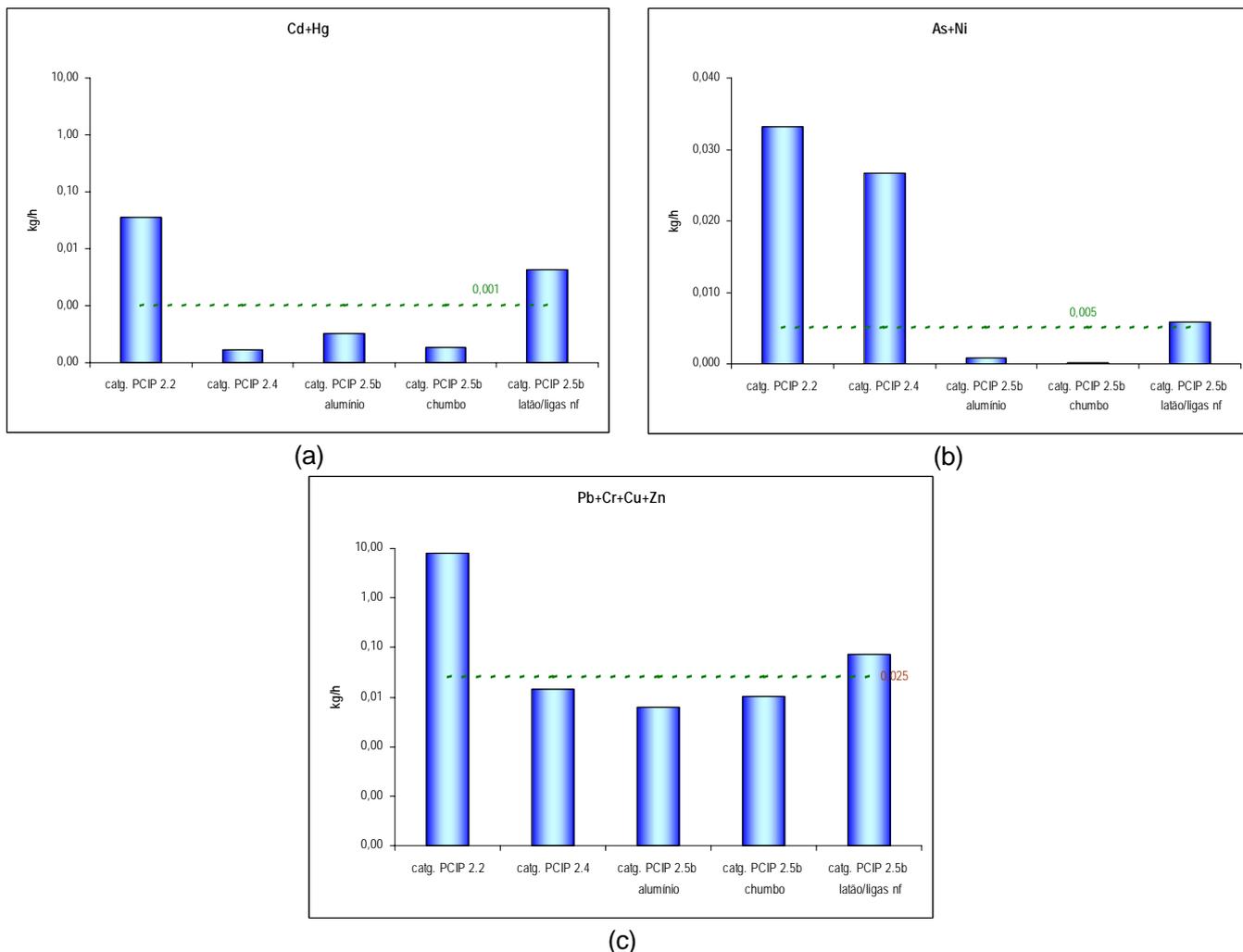


Figura 7.4 - Análise comparativa dos valores de caudais mássicos (kg/h): (a) cádmio (Cd) + mercúrio (Hg); (b) arsénio (As) + níquel (Ni); (c) chumbo (pb) + crómio (Cr)+ cobre (Cu) + zinco (Zn). ----- Limares mássicos mínimos.

Pela observação da figura anterior verifica-se, principalmente, que:

- no sector da fundição de metais não ferrosos, com excepção do sub-sector da fundição em latão/ ligas de não ferrosos, há uma tendência para que a emissão de metais se apresentem em valores inferiores ao limiar mássico mínimo, o que releva que a monitorização destes parâmetros poderá eventualmente ser realizada com periodicidade trianual (uma vez de três em três anos), segundo o previsto no Decerto- Lei 78/2004 de 3 de Abril.
- as actividades siderúrgicas (categoria PCIP 2.2) emitem sempre em quantidades substancialmente superiores ao limiar mássico mínimo para todos os grupos de metais;
- com excepção do grupo de metais As + Ni, o sector da fundição de metais ferrosos (categoria 2.4), mostra tendência em emitir quantidades inferiores ao limiar mássico mínimo, revelando assim uma tendência de monitorização trianual para os restantes grupos de metais.

7.3 Grupo III – Partículas totais, CO₂, NO_x, SO_x, CO

De modo a comparar as emissões para o ar do sector metalúrgico nacional com os VLE e VEA, quando existente, é efectuada a análise comparativa, por categoria PCIP e em termos de valores de concentração (mg/Nm³) dos poluentes Partículas totais, CO₂, NO_x, SO_x, CO (Figura 7.5).

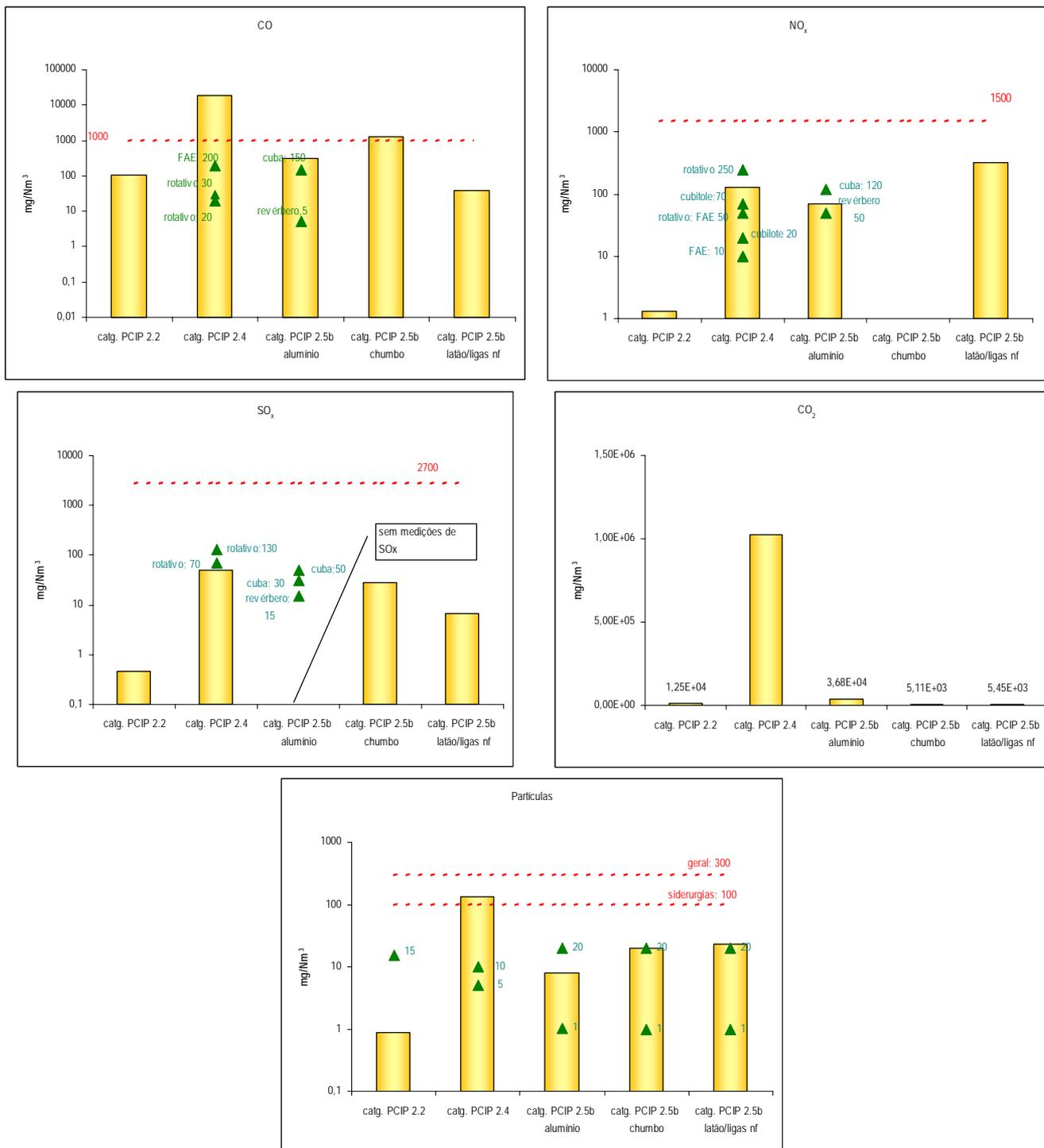


Figura 7.5- Análise comparativa dos valores de concentração dos poluentes indicados nos gráficos (mg/Nm³). ▲ VEA. --- VLE (Port. n.º 286/93, de 12 de Março).

Através da observação da figura anterior verifica-se, principalmente, que.

- de um modo geral o cumprimento dos VLE, é conseguido por todas as categorias PCIP, com excepção do cumprimento do CO a nível da fundição de metais ferrosos. Este aspecto poderá ter a ver com o facto de nos valores medidos para este poluente estarem também associados a fornos cubilote de vento frio, que face às características particulares do processo de produção em causa, é tecnicamente improvável o cumprimento do VLE estabelecido na Portaria n.º 286/93, de 12 de Março;
- no sector siderúrgico (categoria PCIP 2.2) verifica-se ainda que as emissões se situam abaixo do VEA das partículas;
- em relação aos sectores associados à fundição, uma análise comparativa entre os VEA e os valores médios das emissões nacionais é apenas possível para o poluente Partículas, o qual é de aplicação geral em cada um dos sectores da fundição e independentemente do tipo de fornos utilizado. No caso dos outros poluentes a análise terá que ser efectuada caso a caso, visto os VLE dependerem do tipo de forno utilizado. Verifica-se assim que os valores de concentração das partículas na fundição de metais não ferrosos (categoria PCIP 2.5b) indiciam a possibilidade de se situarem abaixo dos 20 mg/Nm³ (VEA superior aplicado). No caso da fundição de ferrosos (categoria PCIP 2.4), as emissões encontram-se bastante acima dos VEA aplicados.

A Figura 7.6 apresenta a análise comparativa em termos de caudais mássicos (mg/Nm³), por categoria PCIP, das emissões nacionais dos acima referidos (Partículas totais, CO₂, NO_x, SO_x, CO), de forma a comparar com os VLE estabelecidos na Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro.

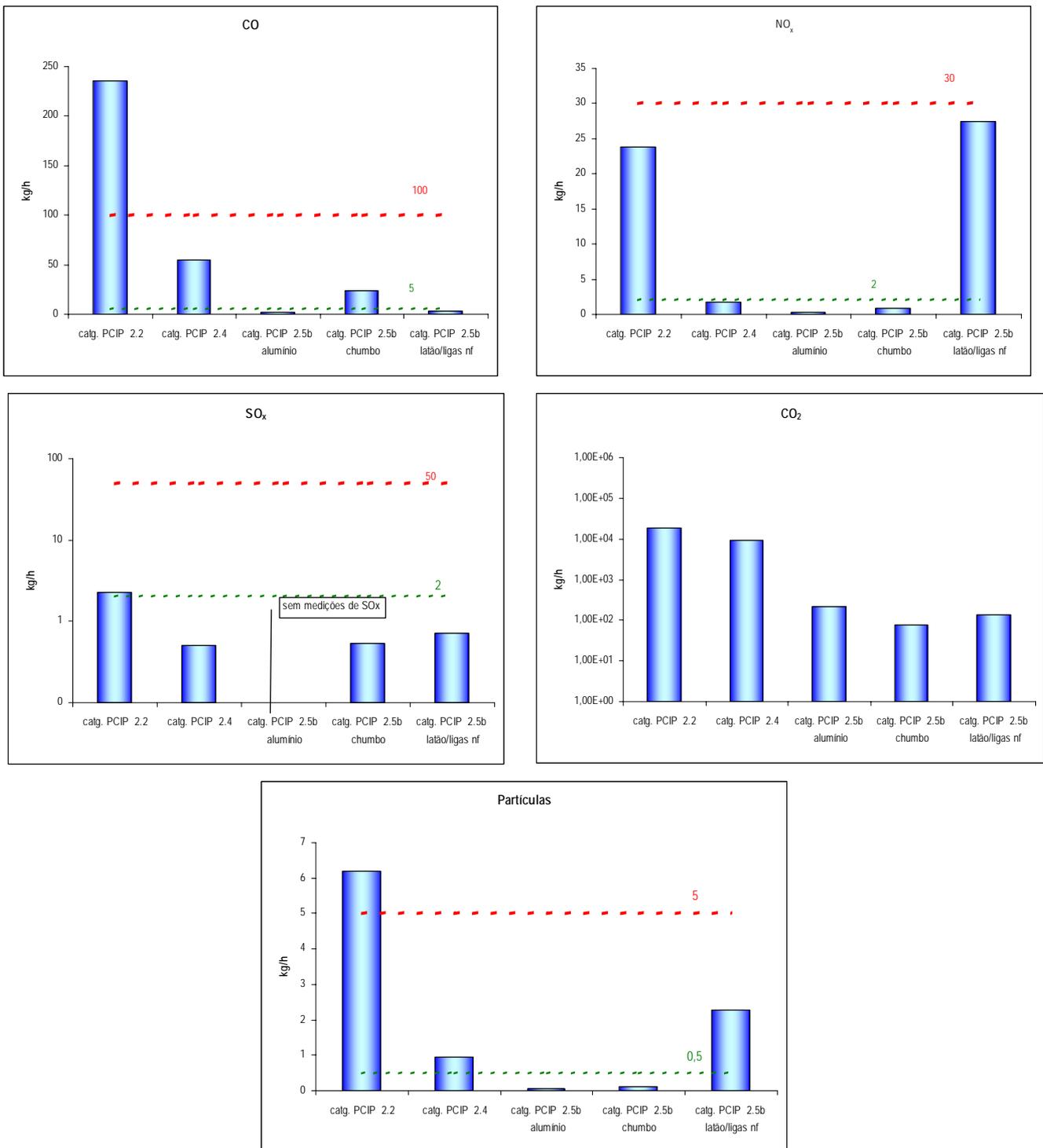


Figura 7.6 -Análise comparativa dos valores de caudais mássicos (kg/h) dos poluentes indicados nos gráficos. ----- Limares mássicos mínimos; -.-.-.- Limares mássicos máximos

Pela figura anterior verifica-se, principalmente, que:

- no sector siderúrgico, há indicação de que os valores médios das emissões dos poluentes CO e partículas ultrapassam o limiar mássico máximo, o que segundo o nº1 do Art. 20º do Decreto- Lei 78/2004 de 3 de Abril, incorre numa monitorização em contínuo para estes poluentes. No entanto, há que ressaltar que este sector é, a nível nacional, composto unicamente por duas

instalações, sendo que uma das quais já adoptou MTD aplicadas ao sector, situando-se as respectivas emissões mais actuais abaixo destes limiares. A outra instalação, adquiriu recentemente o equipamento considerado MTD, pelo que análise efectuada com base no historial no valores de emissão disponíveis em boletins de auto-controlo e nas declarações enviadas no âmbito do EPER poderá, no futuro, apontar para outro panorama, mais favorável;

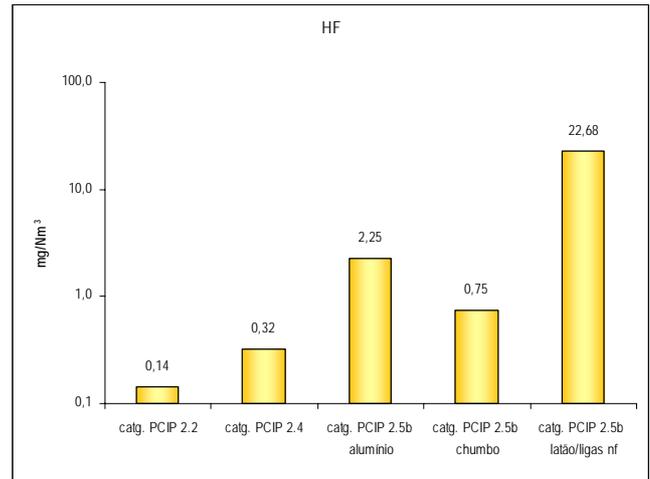
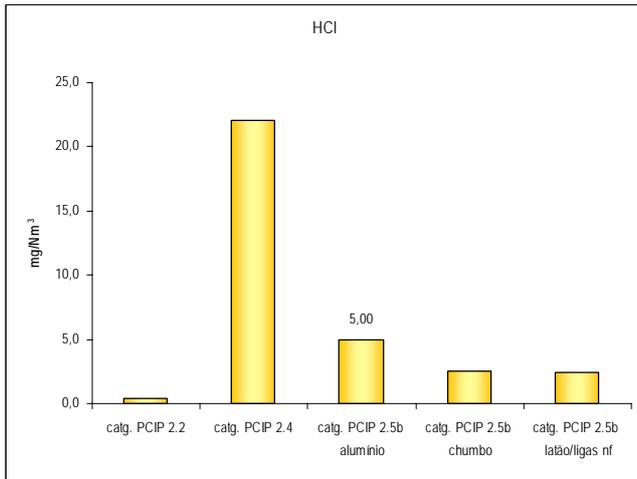
- no sector da fundição de metais ferrosos (categoria PCIP 2.4) os valores médios das emissões nacionais indicam que os caudais mássicos para os poluentes SO_x e NO_x se encontram abaixo do limiares mássicos mínimos, indiciando que poderá haver lugar a uma monitorização trianual segundo o disposto no n.º4 do Decerto- Lei 78/2004 de 3 de Abril,
- na fundição de metais não ferrosos (categoria PCIP 2.5b) a possibilidade de monitorização trianual apenas se verifica nos sub-sectores da fundição de alumínio e de chumbo, para os poluentes partículas e NO_x, e no caso do poluente SO_x, nas fundições de chumbo e latão/ligas de não ferrosos, desconhecendo-se o comportamento no sub-sector da fundição de alumínio para este poluente.

7.4 Grupo IV – Cloretos e Fluoretos

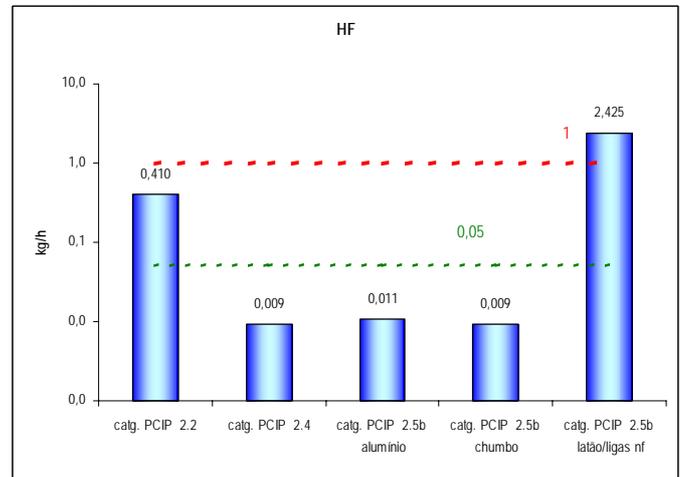
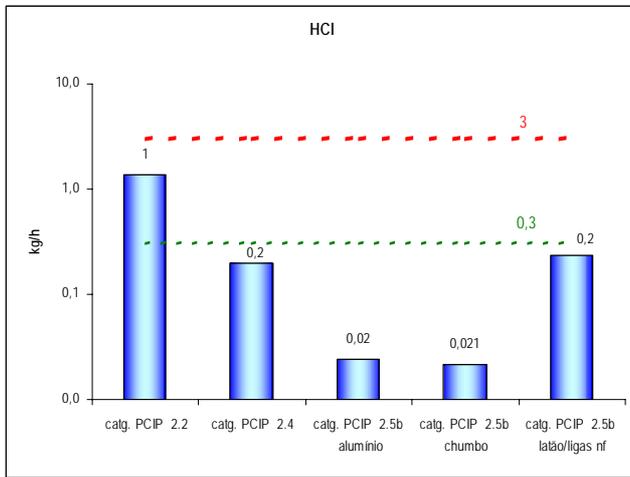
Na Figura 7.7 (a e b) encontram-se representados os valores de emissão do sector metalúrgico em termos de concentrações (mg/Nm³), bem com em termos de caudais mássicos (Kg/h).

Por observação da Figura 7.7 verifica-se, principalmente, que:

- as concentrações médias dos poluentes deste grupo apresentam-se com maior significado nos sectores 2.4 e 2.5b, sendo de assinalar a importância dos cloretos no sector 2.4 e a dos fluoretos no sector 2.5b;
- em termos de valores de emissão em caudais mássicos, verifica-se que todos os sectores se localizam abaixo do limiar mássico máximo, com excepção da fundição de latão/ligas de não ferrosos no caso do poluente fluoretos, podendo ser indicativo da necessidade de monitorização continua para este poluente, neste sector;
- os valores médios de emissão na fundição de metais ferrosos apresentam, para os dois poluentes, teores abaixo dos limiares mássicos mínimos, indiciando que estes poluentes, para este sector, poderão usufruir de uma monitorização trianual. O mesmo se verifica nos sub-sectores de fundição de não ferrosos do chumbo e do alumínio.



(a)



(b)

Figura 7.7- Análise comparativa dos valores dos poluentes indicados nos gráficos, em termos de: (a) concentrações (mg/Nm³); (b) caudais mássicos (kg/h). ----- Limares mássicos mínimos; -.-.-.- Limares mássicos máximos

8. Adequabilidade da aplicação de factores de emissão no contexto nacional

8.1 Categoria PCIP 2.2

Ao longo dos pontos seguintes efectua-se, para cada poluente considerado, uma análise comparativa dos dados nacionais com o quadro de referência geral indicando, sempre que possível, qual a metodologia mais adequada a utilizar na determinação das emissões em cada caso.

Para efeitos de comparação com os factores de emissão da bibliografia utilizam-se, para cada poluente e sempre que o número de dados o permita ($n \geq 10$), os respectivos valores de mediana dos rácios de emissão nacional. A comparação entre os factores de emissão da bibliografia e os dados nacionais é feita atendendo, quer à comparação directa entre os respectivos valores absolutos, quer tendo em conta os rácios entre cada FE bibliográfico e os factores de emissão nacionais.

Neste sector, o caso do CO₂ apresenta-se como o único poluente cuja população de dados nacionais é constituída por dez valores. Todos os outros poluentes têm menor número de dados.

8.1.1 Partículas

Em termos nacionais, o reporte à Comissão Europeia, trata sempre o poluente PM₁₀ como "partículas totais" (PTS), o que resulta do facto do poluente "partículas totais" ser o que é usualmente monitorizado, e também da relação PM₁₀/PTS apenas existir para alguns processos específicos. Por outro lado, o valor de emissão associado às MTD indicado no BREF do sector é referido em termos "partículas totais", valor este que, em sede de licenciamento ambiental, é normalmente considerado como um VLE imposto às instalações PCIP quando tem as MTD implementadas.

Assim, os valores considerados para as partículas, no contexto nacional, são relativos a PTS. No entanto, dadas as características da relação PM₁₀/PTS atrás mencionada, os factores de emissão nacionais para PTS são também comparados com os factores de emissão bibliográficos para PM₁₀.

Tendo em conta os pressupostos e a incerteza associada no desenvolvimento de factores de emissão, pode admitir-se a utilização de FE com variações de uma ordem de grandeza. Neste sentido, existem vários FE da bibliografia especializada que podem ser aplicados. A comparação de dados nacionais com os FE da bibliografia apresenta melhores relações nos casos em que o FE se encontra associado a FAE ou a FAE+FP, ambos associados a filtro de mangas.

No Quadro 8.1 apresentam-se os factores de emissão quer bibliográficos quer nacionais, ordenando os respectivos valores de forma crescente. Os FE bibliográficos que melhor parecem enquadrar o cenário nacional, encontram-se assinalados a negrito.

Quadro 8.1 - Factores de emissão de Partículas

Fonte	Especificidade da fonte pontual	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton _{aco})
USEPA	FP	Filtro de mangas	4,10E-04
NPI Austrália	FAE	Filtro de mangas	1,63E-02
Dados nacionais	♣	♦	1,73E-02
Dados nacionais	♣	♦	2,31E-02
USEPA	FAE+FP	Filtro de mangas	2,68E-02
Dados nacionais	♣	♦	4,88E-02
Dados nacionais	♣	♦	5,91E-02
UK NAEI 1998	FAE	Não especificado	1,14E-01
UK NAEI 2000	FAE	Não especificado	1,60E-01
UK NAEI 1999	FAE	Não especificado	2,03E-01

♣ FAE+forno de afinação+campânula da cobertura da nave de aciaria

♦ Filtros de mangas (*pulse jet*) + pós-combustão e sedimentação + sistema arrefecimento gases p/ radiação e permutação de calor gás/ar

O VEA do BREF I&S para os FAE indica uma concentração de poeiras inferior a 15 mg/Nm³ em instalações existentes através da utilização de filtros de mangas. Valores desta ordem são conseguidos nas duas instalações nacionais, o que está de acordo com as MTD implementadas.

Salienta-se o facto do número de dados actuais disponíveis ser muito reduzido (5 valores) do que poderá resultar uma fraca representatividade da situação global. Neste sentido, recomenda-se como mais adequado a caracterização das emissões de partículas neste sector utilizando o **método de medição**.

8.1.2 Metais (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)

Numa primeira análise verificam-se, nos dados nacionais analisados, valores com diferenças de cerca de uma ordem de grandeza para a maioria dos metais com excepção do Arsénio, do Mercúrio e do Níquel. A variabilidade que se verifica pode estar associada a questões de prática operacional, nomeadamente à diferente sucata ferrosa que serve de matéria-prima.

Os valores das razões entre os FE bibliográficos e os factores de emissão nacionais de cada um dos metais são muitas vezes superiores a uma ordem de grandeza, com excepção de alguns casos verificados para o Arsénio, Cádmio, Crómio, Níquel, Chumbo e Zinco.

No Quadro 8.2 apresentam-se os factores de emissão quer bibliográficos quer nacionais, ordenando os respectivos valores de forma crescente.

Quadro 8.2 - Factores de emissão de Metais

Metal	Fonte	Especificidade da fonte pontual	Tratamento gases exaustão	FE bibliog (kg/ton aço)
As	Dados nacionais	♣	♦	2,51E-05
As	Dados nacionais	♣	♦	3,86E-05
As	Dados nacionais	♣	♦	7,73E-05
As	IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Filtro de mangas	1,00E-04
As	EMEP/CORINAIR	FAE	Não especificado	1,00E-04
Cd	Dados nacionais	♣	♦	2,51E-06
Cd	Dados nacionais	♣	♦	4,79E-06
Cd	Dados nacionais	♣	♦	3,86E-05
Cd	IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Filtro de mangas	2,50E-04
Cd	Dados nacionais	♣	♦	1,82E-03
Cd	EMEP/CORINAIR	FAE	Não especificado	2,50E-03
Cr	Dados nacionais	♣	♦	7,70E-05
Cr	Dados nacionais	♣	♦	9,71E-05
Cr	IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Filtro de mangas	3,00E-04
Cr	Dados nacionais	♣	♦	3,61E-04
Cr	EMEP/CORINAIR	FAE	Não especificado	1,00E-03
Cu	Dados nacionais	♣	♦	5,79E-05
Cu	Dados nacionais	♣	♦	5,89E-05
Cu	IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Filtro de mangas	8,00E-04
Cu	EMEP/CORINAIR	FAE	Não especificado	8,00E-04
Cu	Dados nacionais	♣	♦	8,67E-04
Cu	Dados nacionais	♣	♦	1,60E-03
Hg	Dados nacionais	♣	♦	1,75E-06
Hg	Dados nacionais	♣	♦	3,34E-05
Hg	IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Filtro de mangas	5,50E-05
Hg	UK NAEI	FAE	Não especificado	5,53E-05
Hg	Dados nacionais	♣	♦	5,79E-05
Hg	Dados nacionais	♣	♦	9,44E-05
Hg	EMEP/CORINAIR	FAE	Não especificado	1,50E-04
Ni	Dados nacionais	♣	♦	1,02E-05
Ni	Dados nacionais	♣	♦	1,31E-05
Ni	Dados nacionais	♣	♦	5,79E-05
Ni	IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Filtro de mangas	1,00E-04
Ni	EMEP/CORINAIR	FAE	Não especificado	2,50E-04
Ni	Dados nacionais	♣	♦	4,40E-04
Pb	USEPA	FAE s/ lanças de O ₂ nem queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	5,90E-05
Pb	USEPA	FAE c/ lanças de O ₂ e queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	1,40E-04
Pb	Dados nacionais	♣	♦	1,53E-04
Pb	USEPA	FAE+FP s/ lanças de O ₂ nem queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	1,80E-04
Pb	Dados nacionais	♣	♦	5,76E-04
Pb	Dados nacionais	♣	♦	7,85E-04
Pb	UK NAEI	FAE	Não especificado	5,87E-03
Pb	IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Filtro de mangas	1,40E-02
Pb	USEPA	FAE+FP c/ lanças de O ₂ e queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	1,40E-02
Pb	EMEP/CORINAIR	FAE	Não especificado	1,40E-02
Pb	Dados nacionais	♣	♦	2,60E-02
Zn	Dados nacionais	♣	♦	1,06E-03
Zn	Dados nacionais	♣	♦	3,70E-03
Zn	Dados nacionais	♣	♦	4,14E-03
Zn	Dados nacionais	♣	♦	4,22E-03
Zn	Dados nacionais	♣	♦	4,33E-03
Zn	Dados nacionais	♣	♦	2,17E-02
Zn	IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Filtro de mangas	5,00E-02
Zn	EMEP/CORINAIR	FAE	Não especificado	5,00E-02
Zn	Dados nacionais	♣	♦	7,21E-02

♣ FAE+forno de afinação+campânula da cobertura da nave de aciaria

♦ Filtros de mangas (*pulse jet*) + pós-combustão e sedimentação + sistema arrefecimento gases p/ radiação e permutação de calor gás/ar

Por outro lado, atendendo ao facto do número de dados actuais disponíveis ser muito reduzido e atendendo à variabilidade da qualidade da sucata utilizada na alimentação dos fornos, os FE bibliográficos apresentados poderão constituir fraca representatividade na situação nacional.

Neste sentido, recomenda-se o **método de medição** na caracterização de metais para este sector.

8.1.3 Dióxido de Carbono (CO₂)

Neste caso, dado o número de dados disponíveis ($n=10$) e a relativa homogeneidade de valores encontrados, afigura-se razoável adoptar o valor da mediana para uma análise global. Tal como pode ser verificado pelos valores dos factores de emissão nacionais de CO₂ apresentados no Quadro All.1 do Anexo II, cuja mediana é cerca de 149 kg_{CO2}/ton_{aço produzido}, o valor de FE para o CO₂ encontrado na bibliografia (13,2 kg/ton_{aço produzido}) não se aplica ao caso português.

Nesta situação, afigura-se recomendável a caracterização das emissões utilizando o **método de medição**.

8.1.4 Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM)

Dada a falta de dados nacionais medidos para este poluente, não é possível analisar a aplicação de FE ao caso nacional. Por este motivo, é recomendável que, para este poluente, a metodologia de caracterização seja feita pelo **método de medição**.

8.1.5 Óxidos de Azoto (NO_x)

Os factores de emissão bibliográficos correspondem à série de valores apresentada no Quadro 4.1.

No Quadro 8.3 apresentam-se os factores de emissão quer bibliográficos quer nacionais, ordenando os respectivos valores de forma crescente. Tendo presente a margem de erro que poderá existir, alguns FE da bibliografia podem considerar-se aplicáveis no contexto nacional.

Quadro 8.3 - Factores de emissão de NO_x

Fonte	Especificidade da fonte pontual	Tratamento gases exaustão	FE bibliografia (kg/ton _{aço})
EMEP CORINAIR	FAE	Não especificado	5,00E-02
Dados nacionais	♣	♦	9,88E-02
Dados nacionais	♣	♦	1,38E-01
USEPA	FAE c/ lanças de O ₂ e queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	1,40E-01
USEPA	FAE s/ lanças de O ₂ nem queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	1,50E-01
USEPA	FAE+FP s/ lanças de O ₂ nem queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	1,80E-01
USEPA	FAE+FP c/ lanças de O ₂ e queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	1,80E-01
IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Não especificado	1,80E-01
USEPA	FAE+ FP c/ queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	1,90E-01
UK NAEI 2000	FAE	Não especificado	2,00E-01
USEPA	FAE+FP c/ lanças de O ₂	Filtro de mangas	2,20E-01
Dados nacionais	♣	♦	2,48E-01
UK NAEI 1999	FAE	Não especificado	5,80E-01

♣ FAE+forno de afinação+campânula da cobertura da nave de aciaria

♦ Filtros de mangas (*pulse jet*) + pós-combustão e sedimentação + sistema arrefecimento gases p/ radiação e permutação de calor gás/ar

Salienta-se, no entanto, que os dados nacionais em causa dizem respeito apenas a uma das duas instalações (*SN SEIXAL*), não existindo dados medidos para a outra instalação que pudessem ser levados em conta na presente análise. Este facto, juntamente com o reduzido número de medições, torna recomendável efectuar a caracterização destas emissões pelo **método de medição**.

8.1.6 Óxidos de Enxofre (SO_x)

Os factores de emissão bibliográficos considerados correspondem à série de valores apresentada no Quadro 4.1.

A comparação dos rácios de emissão nacional com os FE da bibliografia apresenta a melhor relação no caso em que o FE se encontra associado a FAE+FP sem lanças de O₂ nem queimadores de oxi-fuel associado a filtro de mangas. Sem esquecer a margem de erro implícita na aplicação da metodologia de cálculo, podem aceitar-se outros factores de emissão, assinalados a negrito no Quadro 8.4.

Quadro 8.4 - Factores de emissão de SO_x

Fonte	Especificidade da fonte pontual	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton aço)
Dados nacionais	♣	♦	1,02E-02
Dados nacionais	♣	♦	1,28E-02
USEPA	FAE+FP s/ lanças de O₂ nem queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	2,00E-02
Dados nacionais	♣	♦	2,11E-02
Dados nacionais	♣	♦	2,87E-02
USEPA	FAE+ FP c/ queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	4,00E-02
USEPA	FAE c/ lanças de O₂ e queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	5,00E-02
USEPA	FAE s/ lanças de O₂ nem queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	8,00E-02
USEPA	FAE+FP c/ lanças de O₂	Filtro de mangas	1,00E-01
USEPA	FAE+FP c/ lanças de O₂ e queimadores oxi-fuel	Filtro de mangas	2,60E-01
EMEP CORINAIR	FAE	Não especificado	3,50E-01
IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Não especificado	1,50E+01
IHOBE	FAE + metalurgia secundária	Não especificado	3,00E+01

♣ FAE+forno de afinação+campânula da cobertura da nave de aciaria

♦ Filtros de mangas (*pulse jet*) + pós-combustão e sedimentação + sistema arrefecimento gases p/ radiação e permutação de calor gás/ar

Atendendo ao facto do número de dados medidos disponíveis ser muito reduzido, a aplicação dos FE bibliográficos apresentados poderão associar-se a uma margem de erro considerável. Neste sentido, recomenda-se que no contexto nacional se opte pela caracterização das emissões de SO_x através do **método de medição**.

8.1.7 Monóxido de Carbono (CO)

Pela observação do Quadro AII.1 do Anexo II regista-se uma distinção nítida entre os valores obtidos entre as duas instalações, embora as medições individuais dentro de cada instalação apresentem valores bastante homogéneos. Esta variabilidade entre instalações do mesmo sector pode estar associada a diferenças significativas em práticas operativas e/ou tecnológicas.

Neste contexto, não é possível adoptar FE com aplicação nacional, sendo recomendável a utilização do **método de medição** para a caracterização das emissões deste poluente nas instalações portuguesas.

8.1.8 Cloro e Compostos Inorgânicos

A informação sobre medições destes poluentes apontam para uma variabilidade considerável (uma ordem de grandeza), não só entre as instalações (variabilidade externa) mas também entre cada medição efectuada numa mesma instalação (variabilidade interna). Dado estarem presentes estes dois tipos de variabilidade, e tendo em conta o reduzido número de dados disponíveis, considera-se não ser adequada a aplicação de factores de emissão na caracterização destas emissões, sendo recomendável a utilização do **método de medição**.

8.1.9 Flúor e Compostos Inorgânicos

Devido, fundamentalmente, ao reduzido número de dados nacionais disponíveis, considera-se não ser adequada a aplicação de FE para a caracterização destas emissões, sendo recomendável a utilização do **método de medição**.

8.1.10 Dioxinas e Furanos (PCDD/PCDF)

Os dados dos factores de emissão nacionais obtidos na medição deste grupo de compostos revelam-se bastante inferiores à maioria dos FE da bibliografia.

No que diz respeito ao VEA para este poluente (0,1-0,5 ng I-TEQ/Nm³), verifica-se que os valores encontrados nas medições efectuadas, em 2006, pelo IDAD (0,332 ng I-TEQ/Nm³ e 0,451 ng I-TEQ/Nm³) se situam dentro da gama referida no BREF estando, assim, em consonância com os resultados esperados pela adopção da MTD nas duas instalações, através da utilização de pós-combustão dos efluentes gasosos com respectivo arrefecimento brusco. Os restantes valores medidos, no entanto, apresentam-se bastante inferiores ao menor valor da gama apresentada no BREF. Este facto, revela-se, face ao contexto internacional em geral e ao que é referido no documento de referência, em particular, estranhamente descontextualizado não se identificando características especiais na indústria portuguesa que permita justificar esta disparidade.

Atendendo ao anteriormente referido, assim como ao reduzido número de dados disponíveis, a caracterização das emissões de PCDD/F neste sector deverá ser efectuada a partir do **método de medição**. Dada a importância que a qualidade da sucata introduzida assume nestes casos, esta caracterização deverá ser efectuada com informação sobre a sua qualidade (tipos e percentagens relativas de cada componente).

8.1.11 Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH)

A análise da caracterização das emissões deste poluente encontra-se fortemente condicionada pela escassez de dados nacionais disponíveis (dois valores). Neste caso, dada a ausência de um número razoável de dados, não é possível estabelecer um critério de aplicação de um FE adequado, nem sequer estabelecer um padrão nacional relativamente a estes poluentes. Por este motivo, afigura-se recomendável a utilização do **método de medição** para caracterizar estas emissões.

EPER fornecidos pelo IA, através dos quais se encontraram os respectivos factores de emissão nacionais.

8.1.12 Bifenilos Policlorados (PCB)

Tal como referido no ponto anterior, a escassez de dados nacionais disponíveis, inviabiliza a aplicação de testes estatísticos que suportem uma caracterização/quantificação típica da realidade global nacional quanto às emissões dos poluentes neste sector. O caso dos PCB enquadra-se nesta problemática, sendo que os dois resultados de medições deste conjunto de poluentes (apenas duas medições, uma em cada instalação do sector) se revelam muito distintos nas diferentes instalações (variabilidade entre as instalações).

Nesta situação, não é possível recomendar um factor de emissão que possa ser considerado característico e apropriado ao contexto nacional, recomendando-se que a caracterização destas emissões se efectue através da aplicação do **método de medição**.

8.2 Categoria PCIP 2.4

Ao longo dos pontos seguintes efectua-se, para cada poluente considerado, uma análise comparativa dos dados nacionais com o quadro de referência geral indicando, sempre que possível, qual a metodologia mais adequada a utilizar na determinação das emissões em cada caso (cálculo ou medição).

Sempre que o número de dados disponíveis o permita (igual ou superior a 10), para efeitos de comparação com os factores de emissão da bibliografia utilizam-se, para cada poluente, os valores de mediana dos rácios de emissão nacional. Esta comparação é ilustrada ao longo dos pontos seguintes através da representação gráfica, quer entre valores absolutos dos FE e da mediana dos factores de emissão nacionais, quer das respectivas *razões, designadas, no caso geral, por "FE bibliog/MEDIANA rácio emissão nacional"*.

Dada a dispersão de dados verificada nos vários casos, a representação gráfica é feita com recurso à utilização de escala logarítmica de base 10, permitindo a comparação em termos percentuais da respectiva variabilidade.

8.2.1 Partículas

Em termos nacionais, o reporte à Comissão Europeia, trata sempre o poluente PM₁₀ como "partículas totais" (PTS), o que resulta do facto do poluente "partículas totais" ser o que é usualmente monitorizado, e também da relação PM₁₀/PTS apenas existir para alguns processos específicos. Por outro lado, o valor de emissão associado às MTD

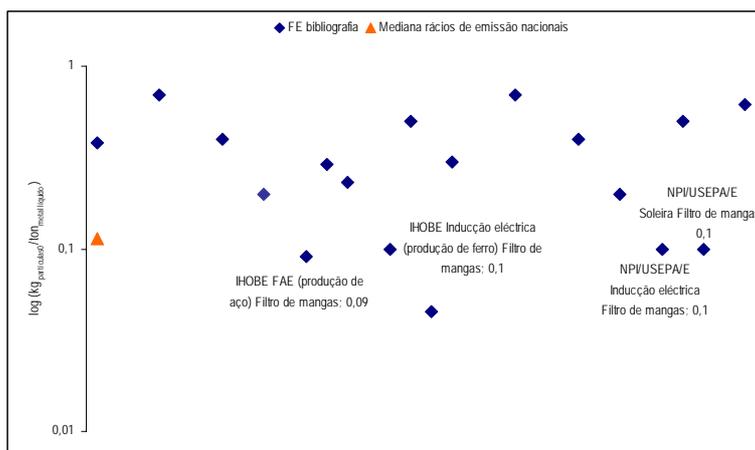
indicado no BREF do sector é referido em termos "partículas totais", valor este que, em sede de licenciamento ambiental, é normalmente considerado como um VLE imposto às instalações PCIP quando tem as MTD implementadas.

Assim, os valores considerados para as partículas, no contexto nacional, são relativos a PTS. No entanto, dadas as características da relação PM_{10}/PTS atrás mencionada, os factores de emissão nacionais para PTS são também comparados com os factores de emissão bibliográficos para PM_{10} .

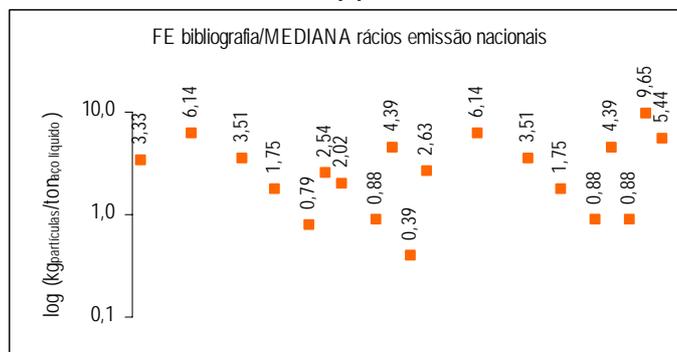
Nas instalações que neste sector constituíram a amostra do presente Protocolo (*Metalurgia Recor e Fundição Dois Portos*) o parâmetro "Partículas" não foi incluído nas medições efectuadas pelo IDAD em 2006. Por este motivo, a descrição subsequente diz respeito apenas a dados nacionais disponíveis em relatórios de autocontrolo e formulários

A Figura 5.1 apresenta uma ilustração em escala logarítmica da comparação entre os vários FE da bibliografia e os valores de mediana dos factores de emissão nacionais, considerando os respectivos valores absolutos (primeiro gráfico) e as razões entre cada FE bibliográfico e a mediana dos factores de emissão nacionais (segundo gráfico).

A série representada no segundo gráfico da Figura 8.1 corresponde apenas às **razões entre cada FE bibliográfico e a mediana dos factores de emissão nacionais cujos valores não ultrapassem a diferença de um factor de 10**.



(a)



(b)

Figura 8.1 - Partículas: (a) Comparação entre os vários FE da bibliografia e o valor de mediana dos factores de emissão nacionais, (b) razões entre cada FE da bibliografia e a mediana dos factores de emissão nacionais

Por observação das figuras anteriores verifica-se que alguns dos FE da bibliografia apresentam boas relações com a mediana dos rácios de emissão nacional, como o demonstram as respectivas razões, que se encontram muito próximo da unidade.

Por outro lado, considerando apenas os FE que mais se adequam, em termos do tipo de forno associado e sendo específicos para PTS, verifica-se que esses FE se enquadram na população de dados nacionais (Figura 8.2).

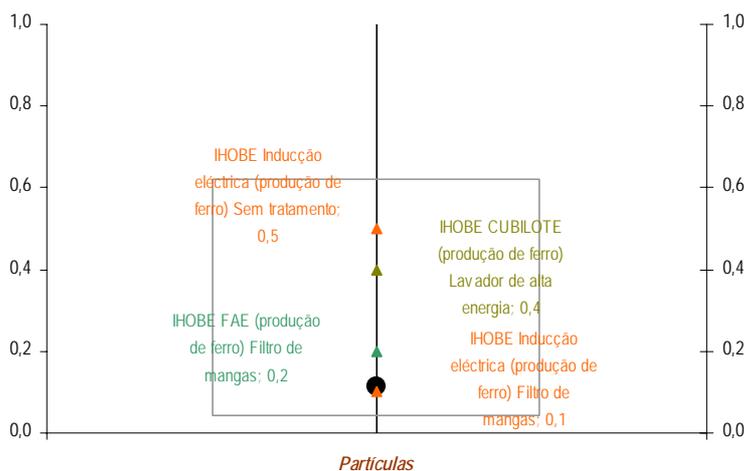


Figura 8.2 - Partículas: Distribuição da população dos factores de emissão nacionais e sua comparação com FE bibliográficos.

Dado o conjunto de dados disponíveis, que se apresenta com uma dimensão relativamente alargada (30 valores), afigura-se aceitável considerar estes valores como uma boa aproximação da realidade nacional. Nesta situação, é razoável efectuar a caracterização das emissões de Partículas neste sector com recurso ao método de cálculo, desde que o FE da bibliografia se aplique ao tipo de forno e tipo de tratamento em causa. Os factores de emissão encontrados na bibliografia que melhor se adequam ao contexto nacional encontram-se apresentados no Quadro 8.5.

Quadro 8.5 - Factores de emissão de Partículas aplicáveis no contexto nacional

Fonte	Especificidade da fonte pontual	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton _{aco})	FE _{bibliografia} /Mediana rácio emissão nacional
IHOBE	Indução eléctrica (produção de ferro)	Filtro de mangas	0,1	0,9
IHOBE	Cubilote (produção de ferro)	Lavador alta energia	0,4	3,3
IHOBE	Indução eléctrica (produção de ferro)	Sem tratamento	0,5	4,4
IHOBE	FAE (produção de ferro)	Filtro de mangas	0,2	1,8

8.2.2 Metais (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)

Numa primeira análise, verifica-se que os valores das diversas medições podem atingir diferenças de várias ordens de grandeza para a maioria dos metais.

A comparação entre os rácios de emissão nacionais e os FE bibliográficos encontra-se ilustrada nos gráficos da Figura 8.3 (escala logarítmica).

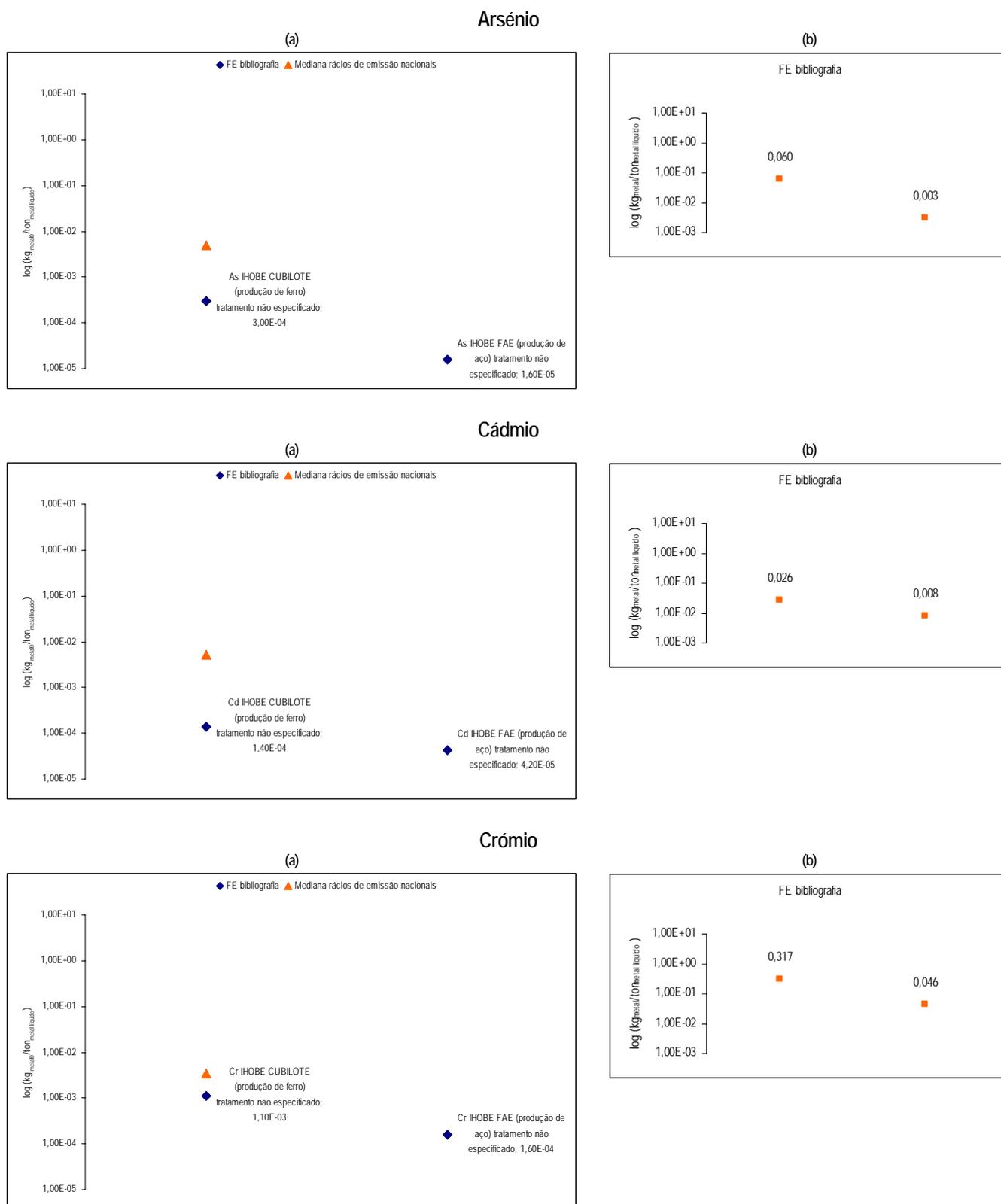
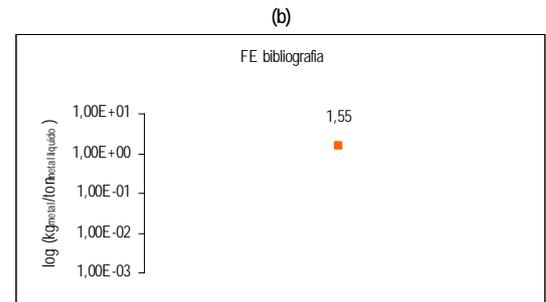
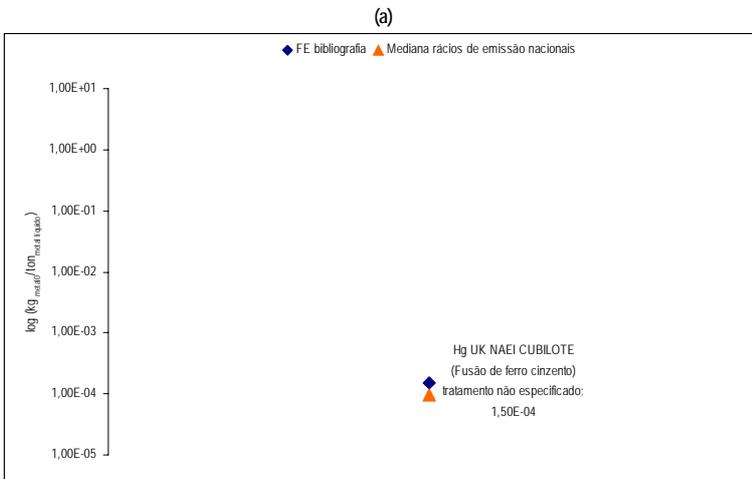
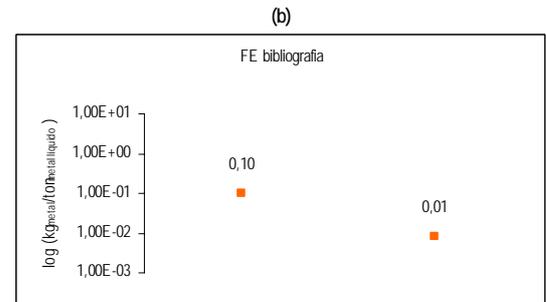
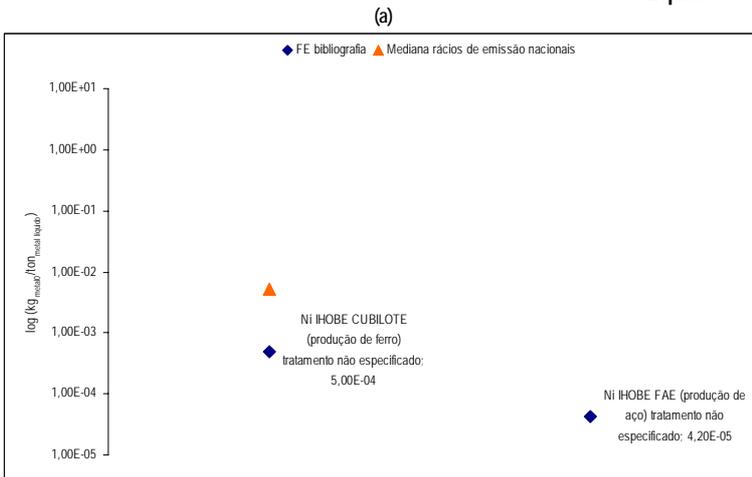


Figura 8.3 - Metais: (a) Comparação entre os vários FE da bibliografia e o valor de mediana dos factores de emissão nacionais, (b) razões entre cada FE da bibliografia e a mediana dos factores de emissão nacionais

Mercúrio



Níquel



Chumbo

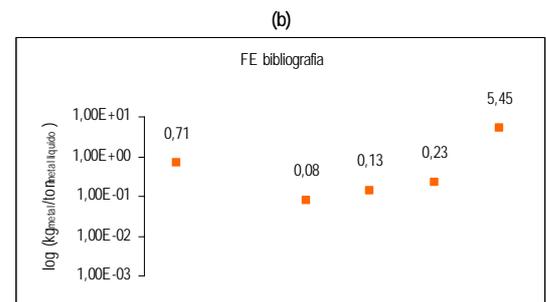
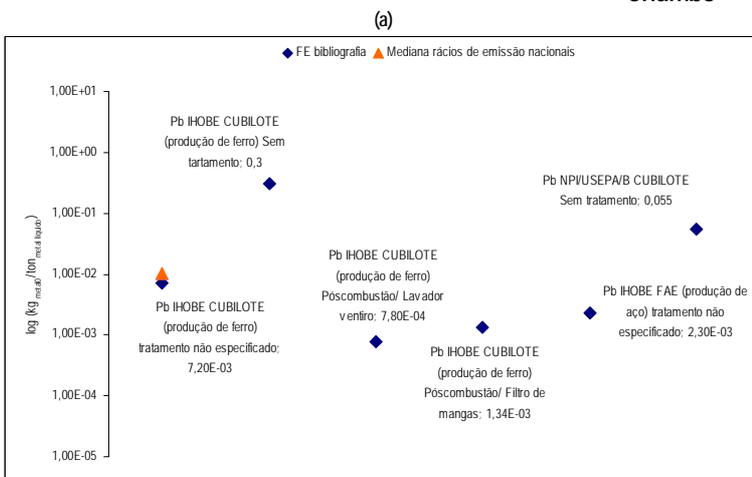


Figura 8.3 (cont.) – Metais: (a) Comparação entre os vários FE da bibliografia e o valor de mediana dos factores de emissão nacionais, (b) razões entre cada FE da bibliografia e a mediana dos factores de emissão nacionais

Os gráficos da Figura 8.3 ilustram a distribuição da população nacional de dados em cada metal considerado. Nestes gráficos, identifica-se, também, o FE da bibliografia que mais se aproxima da realidade nacional, considerando não só o seu valor numérico como o tipo de forno utilizado. O valor de cada FE, assim como a respectiva referência bibliográfica, as características da fonte pontual (tipo de forno) e o tipo de tratamento associado, apresentam-se, nestes gráficos, assinalados a cor laranja.

No caso do Cobre, o gráfico representa apenas a população dos dados medidos disponíveis, uma vez que não foram identificados FE para este metal na bibliografia consultada.

Para o Zinco, apenas existem os valores disponíveis, correspondentes às duas instalações deste sector cuja caracterização de emissões foi incluída no âmbito do presente Protocolo, com amostragens efectuadas pelo IDAD em 2006 (*Metalurgia Recor e Fundição Dois Portos*; Quadro AII.2 do Anexo II). Dado o escasso número de dados, não se inclui o Zinco na representação gráfica adoptada.

A partir da análise geral dos gráficos da Figura 8.3 verifica-se ainda que, com excepção do Mercúrio e do Chumbo, as relações entre as medianas dos rácios de emissão nacional e os FE da bibliografia consultada apresentam diferenças superiores a uma ordem de grandeza. Por outro lado, a representação gráfica das populações de dados para os vários metais, apresentada nos gráficos da Figura 5.4, revela populações de dados com características de grande dispersão de valores.

Além disto, a observação do Quadro AII.2 do Anexo II permite inferir sobre a existência de uma considerável variabilidade de dados nacionais medidos, quer entre as instalações (variabilidade externa), quer entre medições efectuadas numa mesma instalação (variabilidade interna).

Por observação dos gráficos da Figura 8.4, verifica-se que a maior parte dos FE encontrados na bibliografia consultada se encontram quase sempre muito próximos dos valores do percentil 25, ou dos valores de mínimo das várias populações de dados nacionais.

Neste sentido, os FE da bibliografia podem, em caso da sua aplicação na caracterização das emissões destes metais pelo método de cálculo, representar por defeito e com considerável incerteza os valores reais de metais emitidos por uma dada instalação.

Dada a existência, que se considera muito relevante neste caso, da variabilidade externa e interna dos dados nacionais disponíveis e tendo em conta o referido no parágrafo anterior, não se considera estarem reunidas as condições para a adopção de FE no cálculo da emissões de metais para este sector, pelo que a sua caracterização deverá ser efectuada através do **método de medição**.

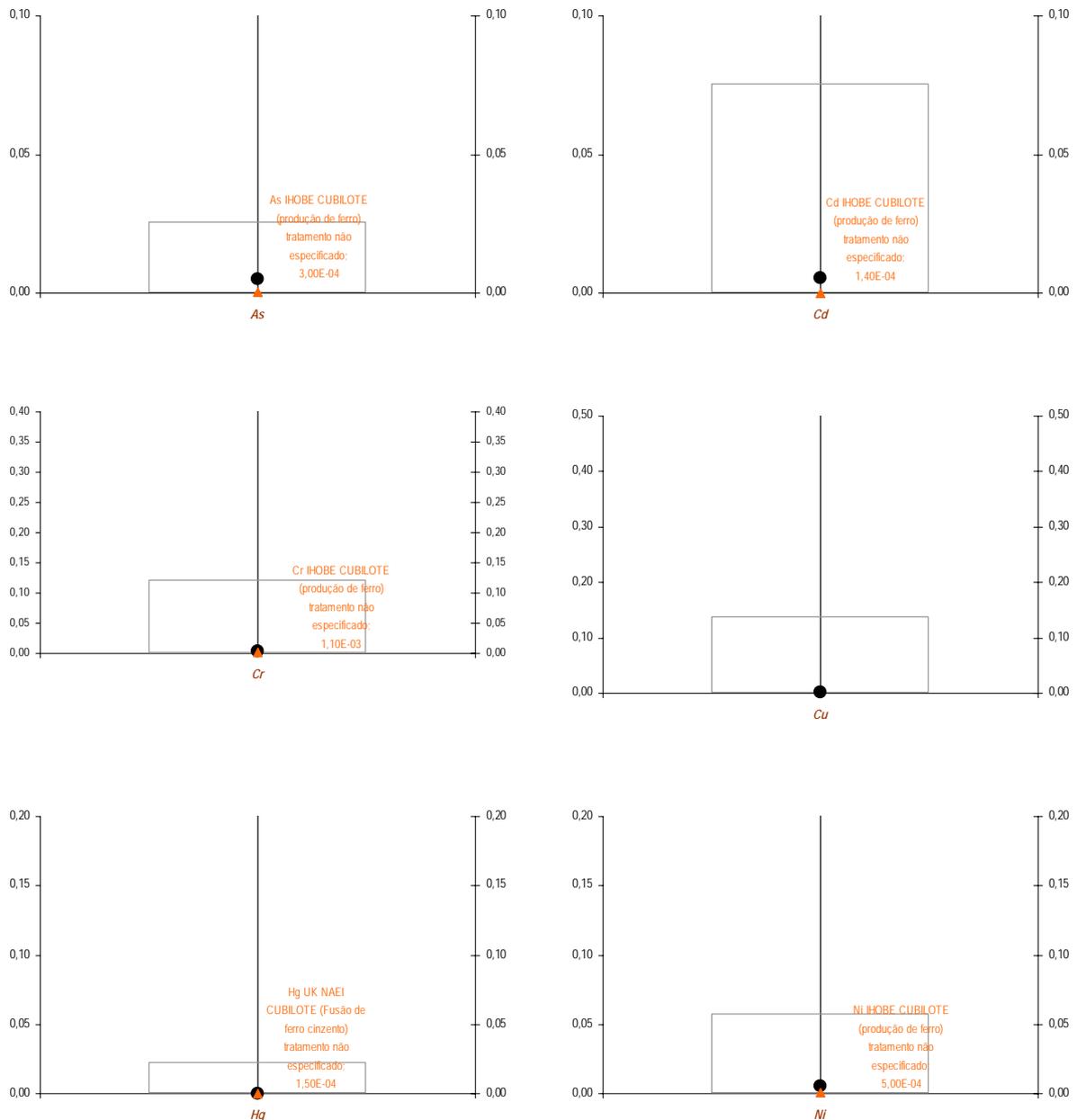


Figura 8.4 - Metais: Distribuição da população dos factores de emissão nacionais (kg metal/tonmetal líquido) e sua comparação com FE bibliográficos.

8.2.3 Dióxido de Carbono (CO₂)

Os valores de CO₂ medidos nas instalações nacionais apresentam grande variabilidade, podendo atingir várias ordens de grandeza, não só entre as instalações (variabilidade externa) como também entre medições de uma mesma instalação (variabilidade interna). Estes dois tipos de variabilidade constituem um constrangimento muito forte à adopção de factores de emissão de âmbito nacional, os quais poderão não ser representativos das emissões de CO₂ na etapa de fusão de metais ferrosos para todas as instalações. Neste contexto, afigura-se recomendável que a respectiva caracterização seja efectuada através do método de medição.

8.2.4 Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM)

O guia IHOBE apresenta uma fórmula de cálculo para as emissões de COVNM, considerando FE em dois tipos de fornos de fusão (FAE e Cubilote). No que diz respeito ao forno do tipo Cubilote o factor de emissão, expresso em $\text{kg}_{\text{COVNM}}/\text{ton}_{\text{carga}}$, é igual a 0,09. No entanto, os valores dos factores de emissão nacionais, foram calculados tendo em conta as quantidades de metal líquido produzidas e não as quantidades de material carregado no forno. Neste caso, não é possível comparar o FE da bibliografia com os factores de emissão nacionais calculados. O mesmo guia apresenta também FE para este poluente para a produção de aço, considerando forno do tipo FAE, e cujo valor é de $0,09 \text{ kg}_{\text{COVNM}}/\text{ton}_{\text{aço produzido}}$. Este valor, no entanto, também não deve ser comparado com os dados nacionais disponíveis uma vez que, das restantes duas instalações que não utilizam o forno do tipo Cubilote, uma possui um forno de Indução Eléctrica e para a outra não existe informação disponível quanto ao tipo de forno utilizado.

Assim, atendendo aos tipos de fornos de fusão identificados nas instalações nacionais, geralmente dos tipos Cubilote ou Indução Eléctrica, e à escassez de dados medidos, não é possível determinar um factor de emissão de COVNM para o sector dos metais ferrosos, aplicável no contexto nacional. Tendo em conta que a utilização do forno Cubilote abrange uma grande parte das instalações do sector, a obtenção de informação sobre as quantidades de carga neste tipo de forno (por exemplo, estimativa anual) permitiria efectuar uma melhor avaliação sobre a adequabilidade do FE apresentado no guia HIOBE para este tipo de forno.

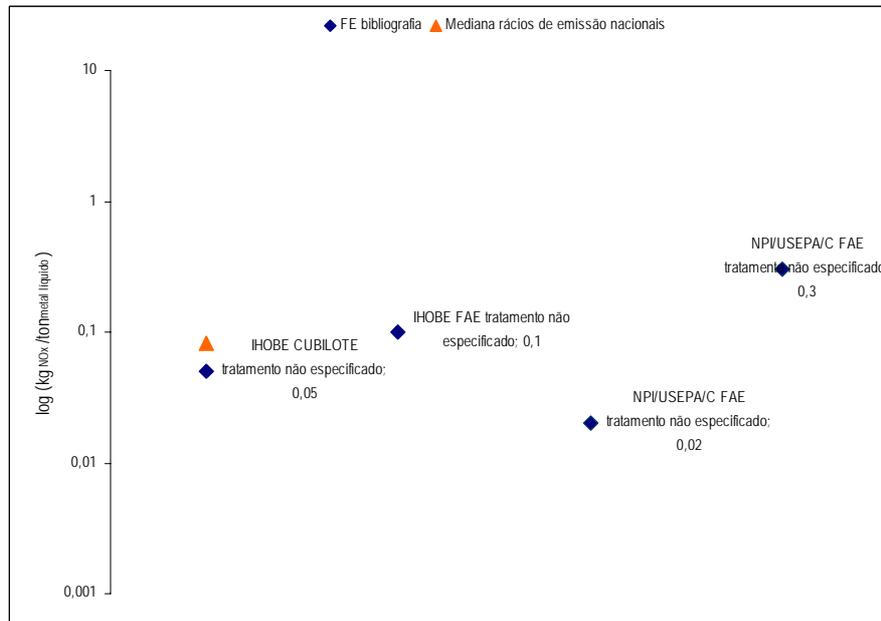
8.2.5 Óxidos de Azoto (NO_x)

De acordo com o que pode ser observado a partir da Figura 5.6, os FE bibliográficos identificados para os fornos do tipo Cubilote e do tipo FAE, apresentam geralmente boas correlações com a mediana dos rácios nacionais.

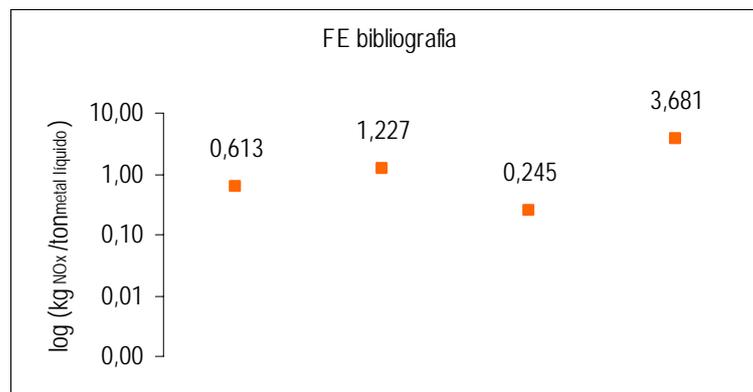
O conjunto dos dados nacionais medidos para este poluente, de dimensão relativamente alargada (30 valores), permite estabelecer um quadro de referência do contexto nacional com alguma fiabilidade.

No entanto, tal como se pode observar a partir da Figura 5.7 os valores podem variar em pelo menos uma ordem de grandeza. A consulta ao Quadro AII.2 do Anexo II, revela a existência de uma considerável variabilidade interna, isto é, diferenças entre medições realizadas numa mesma instalação, que podem atingir uma ou mais ordens de grandeza.

Neste estudo, os dados consultados em relatórios de autocontrolo apresentam um número significativo de instalações que indicam teores em NO_x inferiores aos Limites de Detecção (LD) ou Limites de Quantificação (LQ).



(a)



(b)

Figura 8.5 - NO_x: (a) Comparação entre os vários FE da bibliografia e o valor de mediana dos factores de emissão nacionais, (b) razões entre cada FE da bibliografia e a mediana dos factores de emissão nacionais.

Pela razão anteriormente apresentada, considera-se que, para a maior parte dos casos, a caracterização das emissões de NO_x neste sector deva ser efectuada com recurso ao **método de medição**.

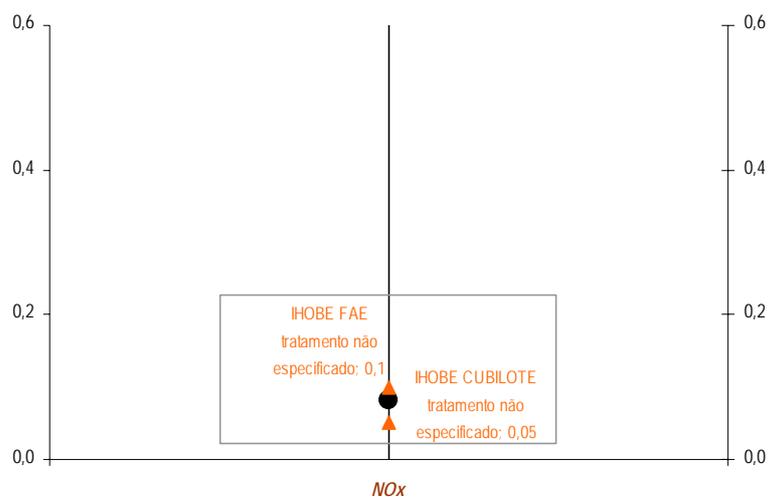


Figura 8.6 - NO_x: Distribuição da população dos factores de emissão nacionais e sua comparação com FE bibliográficos.

No Quadro 8.6 apresenta-se o FE da bibliografia que melhor se adequa do contexto nacional, tendo em conta o tipo de forno mais utilizado.

Quadro 8.6 – Factores de emissão de NO_x aplicáveis no contexto nacional

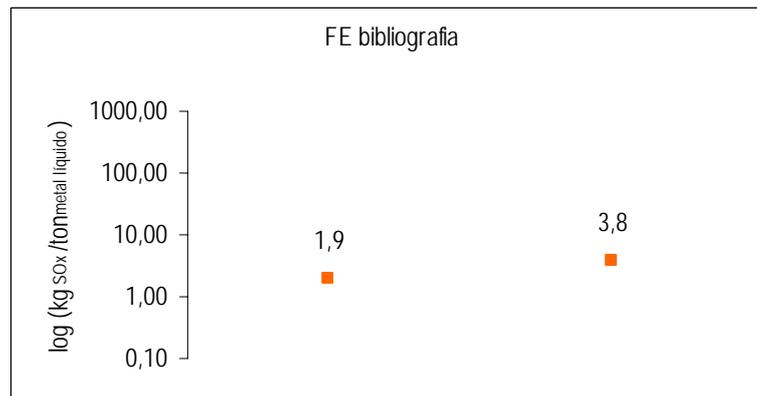
Fonte	Especificidade da fonte pontual	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton _{an})	FE _{bibliografia} /Mediana _{emissão nacional}
IHOBE	Cubilote	Não especificado	0,05	0,613

8.2.6 Óxidos de Enxofre (SO_x)

Para este poluente, os dois FE encontrados na bibliografia apresentam uma razão com o valor da mediana dos factores de emissão nacionais que pode ser considerada interessante, embora os FE bibliográficos sejam ambos superiores aos factores de emissão nacionais (Figura 2.1). Este aspecto pode encontrar justificação no facto de uma boa parte das instalações portuguesas possuírem forno de indução eléctrica, o que poderá justificar valores mais baixos nos valores globais dos factores de emissão de SO_x.



(a)



(b)

Figura 8.7 - SO_x: (a) Comparação entre os vários FE da bibliografia e o valor de mediana dos factores de emissão nacionais, (b) razões entre cada FE da bibliografia e a mediana dos factores de emissão nacionais.

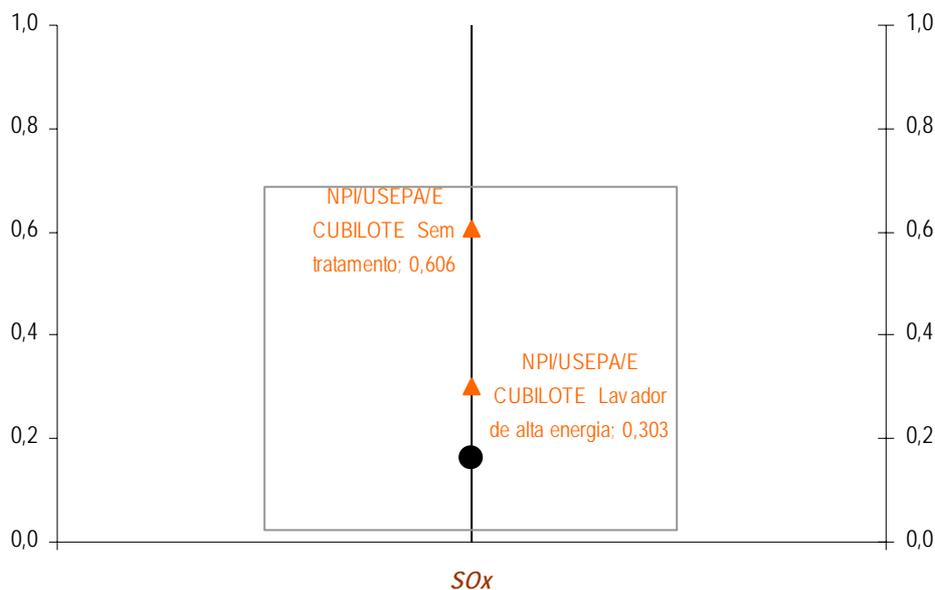


Figura 8.8 - SO_x: Distribuição da população dos factores de emissão nacionais e sua comparação com FE bibliográficos.

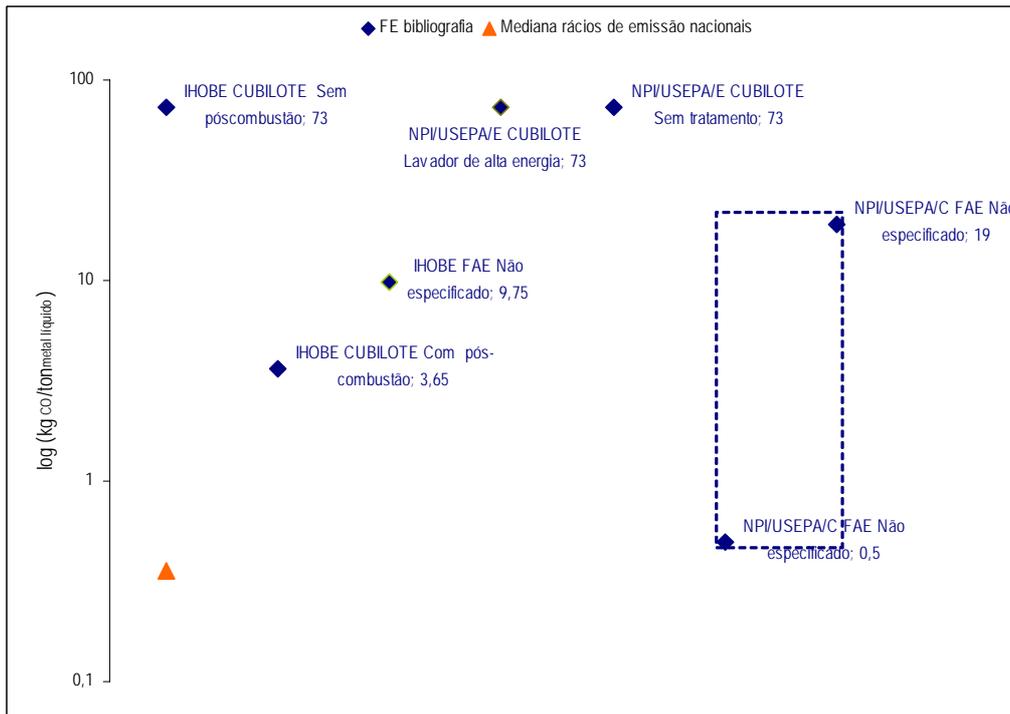
Para efeitos da caracterização das emissões de SO_x com recurso ao método de cálculo apresentam-se no Quadro 8.7 alguns FE considerados aplicáveis no contexto nacional, para o forno do tipo Cubilote. No caso da utilização de outro tipo de fornos, recomenda-se a caracterização das emissões através do **método de medição**.

Quadro 8.7 - Factores de emissão de SO_x aplicáveis no contexto nacional

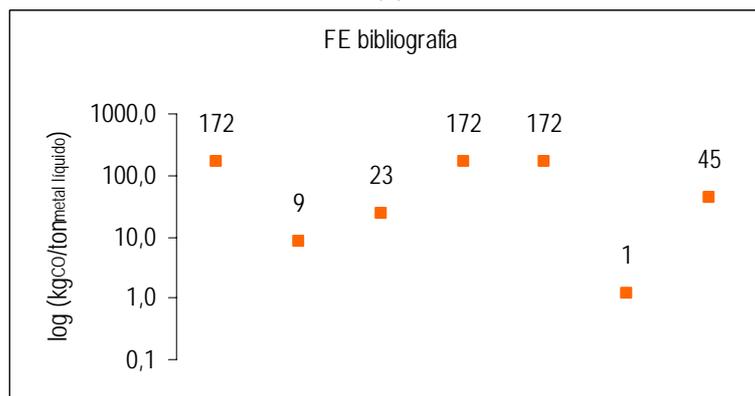
Fonte	Especificidade da fonte pontual	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton _{aco})	FE _{bibliografico} /Mediana rácio emissão nacional
NPI/USEPA	Cubilote	Lavador alta energia	0,303	1,9
NPI/USEPA	Cubilote	Sem tratamento	0,606	3,8

8.2.7 Monóxido de Carbono (CO)

Por observação da Figura 8.9 e Figura 8.10 verifica-se que os valores de FE bibliográficos para o CO que mais se aproximam do caso nacional diz respeito a instalações com FAE e com forno do tipo Cubilote. No contexto nacional da fusão de metais ferrosos, no entanto, prevalece a utilização de fornos do tipo Cubilote e de Indução Eléctrica.



(a)



(b)

Figura 8.9 - CO: (a) Comparação entre os vários FE da bibliografia e o valor de mediana dos factores de emissão nacionais, (b) razões entre cada FE da bibliografia e a mediana dos factores de emissão nacionais.

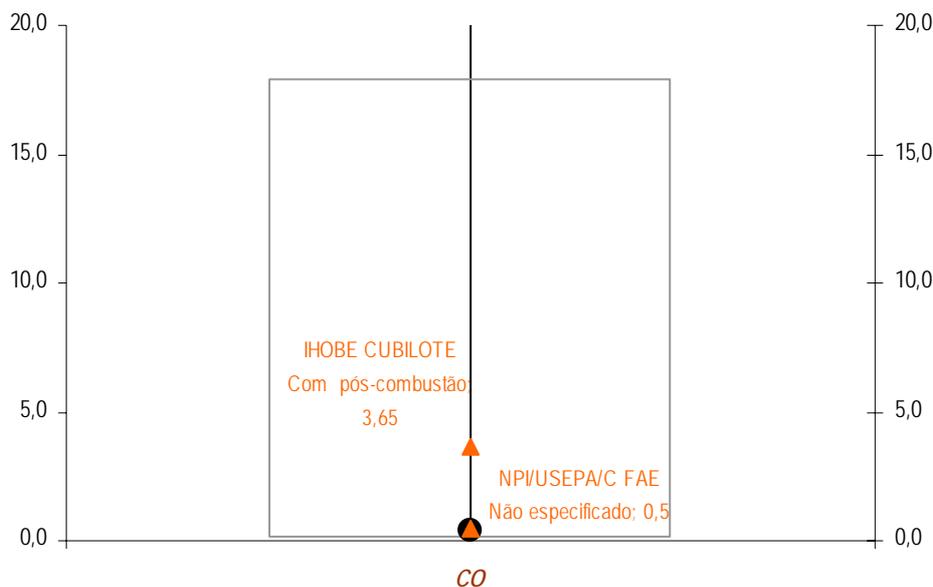


Figura 8.10 - CO: Distribuição da população dos factores de emissão nacionais e sua comparação com FE bibliográficos.

Na aplicação do método de cálculo, para caracterização das emissões de CO na fusão de metais ferrosos em forno do tipo Cubilote, considera-se aceitável o FE bibliográfico apresentado no Quadro 8.8. Salienta-se que este FE deverá ser aplicado apenas no caso deste tipo de forno e tipo de tratamento referido no quadro (pós-combustão). No caso da utilização de outro tipo de fornos, recomenda-se a caracterização das emissões através do **método de medição**.

Quadro 8.8 - Factores de emissão de CO aplicáveis no contexto nacional

Fonte / Grau de confiança	Especificidade da fonte pontual	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton aço)	FE _{bibliográfica} /Mediana rácio emissão nacional
IHOBE	Cubilote	Pós-combustão	3,65	9
NPI/USEPA	FAE	Não especificado	0,5	1

Nas instalações que constituíram a amostra para este sector no presente Protocolo, *Metalurgia Recor e Fundição Dois Portos*, os valores de CO foram, respectivamente, 725 mg/Nm³ e 1815 mg/Nm³. O valor encontrado para a *Metalurgia Recor* está assim de acordo com a gama de VEA de CO para fornos do tipo cubilote mas o valor encontrado para a *Fundição Dois Portos* excede essa mesma gama.

8.2.8 Cloro, Fúor e Compostos Inorgânicos

Tal como se pode observar pelo Quadro AII.2 do Anexo II, apenas existem disponíveis dois valores medidos em cada um dos parâmetros HCl e HF. Estes parâmetros foram medidos pelo IDAD, em 2006, no âmbito do presente Protocolo. A escassez de valores existentes não permite retirar informação sobre eventuais tendências dos dados nacionais.

Por outro lado, verifica-se, para os dois poluentes, uma diferença entre os rácios de emissão obtidos nas duas instalações de cerca de uma ordem de grandeza (ver Quadro

All.2 do Anexo II). Acresce-se, ainda, o facto de que os FE encontrados na bibliografia dizem respeito a fornos do tipo FAE .

Nas condições apresentadas, não é possível definir um FE adequado às emissões de HF e HCl nas instalações nacionais, sendo recomendável a utilização do **método de medição**.

8.2.9 Dioxinas e Furanos (PCDD/PCDF)

Tal como no caso do grupo anterior, apenas existem disponíveis dois valores medidos, correspondendo às medições efectuadas pelo IDAD em 2006, no âmbito do presente projecto. Neste sentido, não é possível, ainda, estabelecer um padrão nacional das emissões para este grupo de poluentes. Salienta-se o facto do FE encontrado na bibliografia, expressos em kg/ton_{ferro fundido} em fornos do tipo Cubilote com pós-combustão ($8,47 \times 10^{-11}$ kg/ton_{metal}), apresentarem valores idênticos aos rácios de emissão nacional encontrados para as instalações *Metalurgia Recor* ($9,47 \times 10^{-11}$ kg/ton_{metal}) e *Fundição Dois Portos* ($10,7 \times 10^{-11}$ kg/ton_{metal}). Salienta-se que a instalação *Metalurgia Recor*, tem adaptado ao cubilote uma técnica de pós-combustão que permite limitar as emissões de CO e eliminar a maior parte de compostos orgânicos.

No entanto, a dimensão da amostra dos valores nacionais, não permite, ainda, definir um padrão nacional para estas emissões. Para avaliação da adequabilidade da aplicação do FE atrás referido ao contexto nacional, afigura-se necessário proceder ao alargamento da recolha de dados obtidos a partir do **método de medição**.

8.2.10 Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH)

Em adição a outros, estes compostos fazem parte do conjunto de poluentes cuja medição não tem sido pratica habitual no autocontrolo efectuado pelas instalações, sendo que os únicos dados disponíveis correspondem às medições efectuadas pelo IDAD em 2006 em duas instalações, no âmbito do presente Protocolo. Neste sentido, não é possível, com os dados actuais, estabelecer um padrão nacional destas emissões. Por outro lado, o valor disponível na bibliografia (associado a fornos do tipo Cubilote com filtro de mangas seguido de pós-combustão, $1,5 \times 10^{-5}$ kg/ton_{metal líquido}), para os 6 Borneff PAH, apresenta-se superior aos valores medidos pelo IDAD ($1,61 \times 10^{-8}$ kg/ton_{metal líquido}). Mais uma vez, para avaliação da adequabilidade da aplicação deste FE ao contexto nacional, afigura-se necessário proceder ao alargamento da recolha de dados obtidos a partir do **método de medição**.

8.2.11 Bifenilos Policlorados (PCB), Hexaclorobenzeno (HCB), Benzeno e Amónia (NH₃)

Tal como no caso imediatamente anterior, para estes poluentes apenas existem disponíveis dois valores medidos, correspondendo às medições efectuadas pelo IDAD em 2006, no âmbito do presente projecto. Neste sentido, não é possível, no presente, estabelecer uma padrão nacional das emissões para este grupo de poluentes, que permita definir factores de emissão associados. Por outro lado, a inexistência de FE na bibliografia consultada para estes poluentes, associados à etapa de fusão do sector dos metais ferrosos, não permite estabelecer qualquer tipo de comparação. Salienta-se, no

entanto, o facto de na bibliografia consultada, a emissão destes poluentes não se encontrar associada ao processo de fusão propriamente dito. Estes poluentes, em particular o benzeno e a amónia, poderão estar presentes nas emissões doutras etapas do processamento de metais ferrosos que não a de fusão.

8.3 Categoria PCIP 2.5b)

Ao longo dos pontos seguintes efectua-se, para cada poluente considerado, uma análise comparativa dos dados nacionais com o quadro de referência geral indicando, sempre que possível, qual a metodologia mais adequada a utilizar na determinação das emissões em cada caso (cálculo ou medição).

Sempre que o número de dados disponíveis o permita (igual ou superior a 10), para efeitos de comparação com os factores de emissão da bibliografia utilizam-se, para cada poluente, os valores de mediana dos rácios de emissão nacional. Esta comparação é ilustrada ao longo dos pontos seguintes através da representação gráfica, quer entre valores absolutos dos FE e da mediana dos factores de emissão nacionais, quer das respectivas razões, designadas, no caso geral, por “FE bibliog/MEDIANA rácio emissão nacional”.

Dado que as instalações deste sector se encontram distribuídas por actividades de fundição de diferentes metais, a comparação entre factores de emissão da bibliografia e factores de emissão das instalações nacionais é feita tendo em conta os diferentes grupos e confrontando os que mais se aproximam da descrição constante na bibliografia consultada.

Devido à dispersão de dados verificada em vários casos, a representação gráfica é feita com recurso à utilização de escala logarítmica de base 10, permitindo a comparação em termos percentuais da respectiva variabilidade.

8.3.1 Partículas

Em termos nacionais, o reporte à Comissão Europeia, trata sempre o poluente PM_{10} como "partículas totais" (PTS), o que resulta do facto do poluente "partículas totais" ser o que é usualmente monitorizado, e também da relação PM_{10}/PTS apenas existir para alguns processos específicos. Por outro lado, o valor de emissão associado às MTD indicado no BREF do sector é referido em termos "partículas totais", valor este que, em sede de licenciamento ambiental, é normalmente considerado como um VLE imposto às instalações PCIP quando tem as MTD implementadas.

Assim, os valores considerados para as partículas, no contexto nacional, são relativos a PTS. No entanto, dadas as características da relação PM_{10}/PTS atrás mencionada, os factores de emissão nacionais para PTS são também comparados com os factores de emissão bibliográficos para PM_{10} .

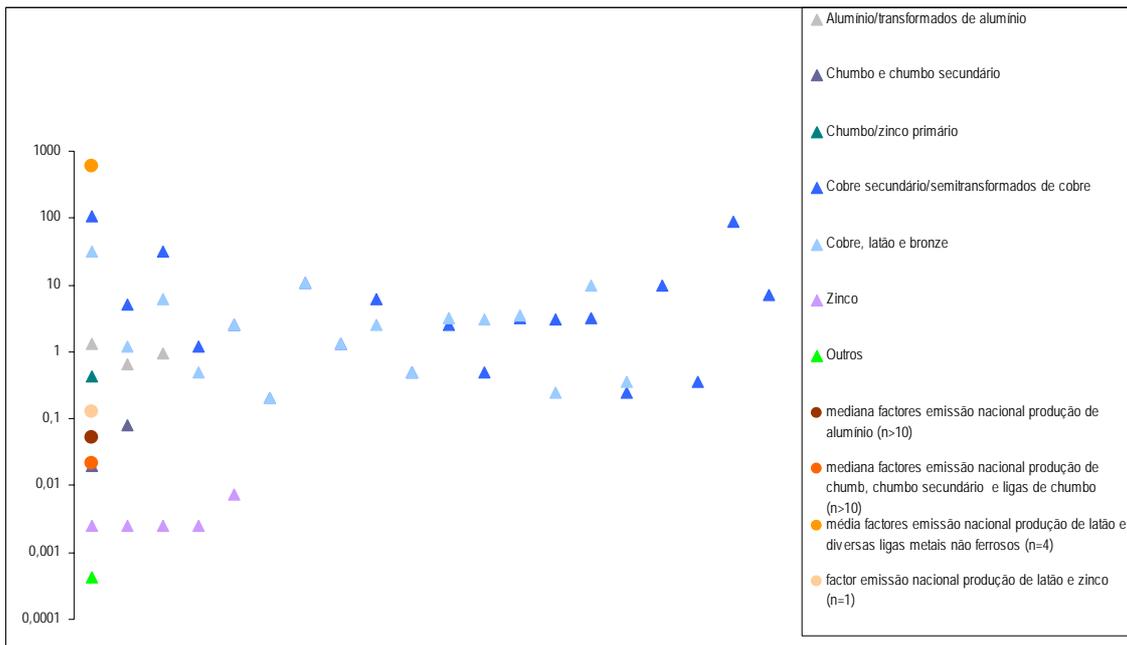
A Figura 8.11 apresenta uma ilustração em escala logarítmica da comparação entre os vários FE da bibliografia e os valores de mediana dos factores de emissão nacionais, considerando os respectivos valores absolutos (primeiro gráfico) e as

razões entre cada FE bibliográfico e a mediana dos factores de emissão nacionais (segundo gráfico).

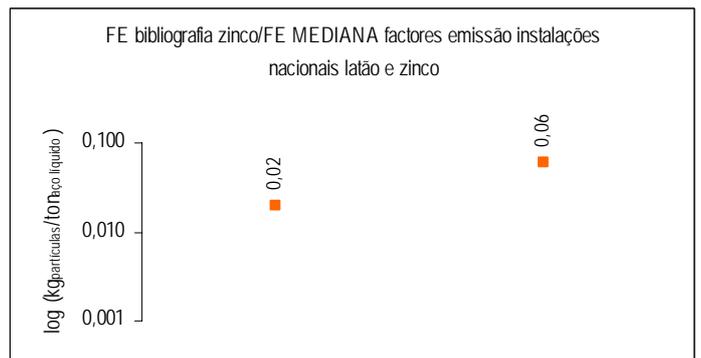
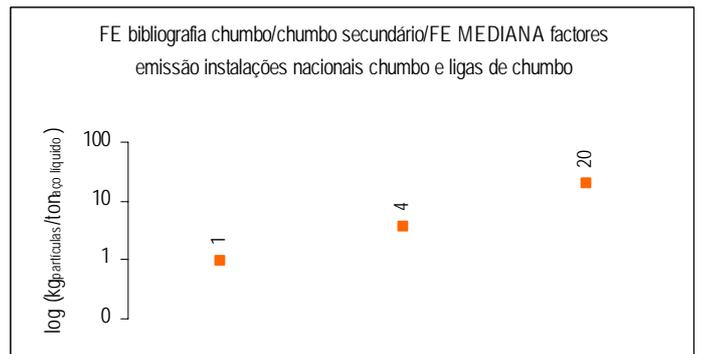
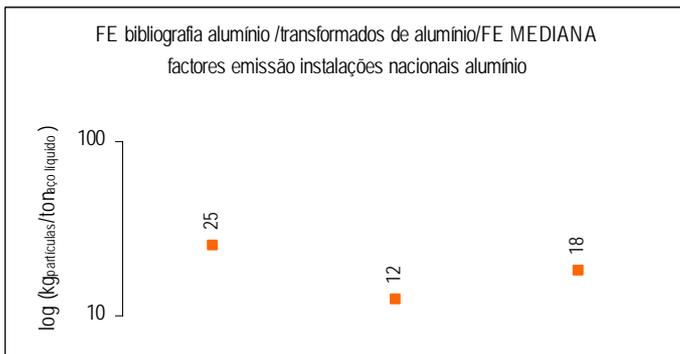
A série representada no segundo gráfico da Figura 6.1 corresponde às razões entre cada FE bibliográfico relativo à produção de um ou vários metais e a mediana ou média (para $n < 10$) dos factores de emissão nas instalações nacionais que se enquadrem dentro do grupo a que diz respeito a informação bibliográfica (por exemplo: FE bibliográfico para produção de cobre latão e bronze é comparado com factores de emissão em instalações nacionais que cuja actividade inclui a fusão de latão).

Tal como ser observado a partir dos gráficos da Figura 8.11 a maior parte dos factores de emissão da bibliografia consultada não se aplicam à realidade nacional, sendo recomendável efectuar a caracterização destas emissões através do **método de medição**. No entanto, tendo presente as margens de erro (quer por excesso quer por defeito) associadas à aplicação de factores de emissão, poderá ser possível o recurso à sua utilização nos casos específicos apresentados no Quadro 8.9.

De acordo com o BREF relativo a esta actividade, é espectável que o teor de partículas emitido pelas fontes associadas ao processo de fundição de alumínio após tratamento com filtros de mangas, se enquadre na gama de 1-20 mg/Nm³ (VEA). Este valor, quando comparado com os dados disponíveis em algumas instalações portuguesas é quase sempre ultrapassado, mesmo nas instalações que utilizam a tecnologia de tratamento referida. Para uma boa parte das instalações abrangidas pela amostra considerada no âmbito do presente Protocolo, até à data de emissão deste relatório, não se encontravam disponíveis informações suficientes sobre o sistema de tratamento e/ou o teor de partículas emitido.



(a)



(b)

Figura 8.11- Partículas: (a) Comparação entre os vários FE da bibliografia e os valores de mediana ou média (n<10) dos factores de emissão nacionais, (b) razões entre cada FE da bibliografia e a mediana dos factores de emissão nacionais.

Quadro 8.9 - Factores de emissão de Partículas aplicáveis

Produção	Fonte	Especificidade da fonte pontual (tipo de forno)	Carga	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton metal produzido)	FE _{bibliografia} /Mediana rácio emissão nacional
Alumínio/Transformados de alumínio	IHOBE	Soleira: Reverbatório	s/e	Inexistente	1,3	25
	IHOBE	Soleira: Reverbatório	s/e	precip. electrostático	0,65	12
	IHOBE	Cadinho	s/e	Inexistente	0,951	18
Chumbo e chumbo secundário	NPI/USEPA	Fusão (casting)	s/e	s/e	0,02	1
	UK NAEI	s/e	s/e	s/e	0,08	4
Chumbo/zinco primário	UK NAEI	s/e	s/e	s/e	0,43	20
Zinco	NPI/USEPA	Cadinho	Sucata	Inexistente	0,0025	0,02
	NPI/USEPA	Cadinho	s/e	Inexistente	0,0025	0,02
	NPI/USEPA	Soleira: Reverbatório	s/e	Inexistente	0,0025	0,02
	NPI/USEPA	Indução eléctrica	s/e	Inexistente	0,0025	0,02
	NPI/USEPA	Fusão (casting)	s/e	Inexistente	0,0075	0,06

8.3.2 Metais (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)

Na bibliografia consultada apenas se identificaram factores de emissão específicos para o **cobre** e o **chumbo**. Neste sentido, a comparação dos factores de emissão nacionais com os factores de emissão da bibliografia é feita apenas para estes dois metais.

Da análise efectuada, apenas alguns dos factores de emissão bibliográficos apresentam correlações relativamente razoáveis com os factores de emissão nacionais. Assim, identificaram-se três FE bibliográficos para o cobre na fusão de latão e apenas um FE bibliográfico para o chumbo na fusão de alumínio/transformados de alumínio.

Assim, a maior parte dos factores de emissão da bibliografia consultada não se aplicam à realidade nacional, sendo recomendável efectuar a caracterização destas emissões através do **método de medição**. No entanto, tendo presente as margens de erro (quer por excesso quer por defeito) associadas à aplicação de factores de emissão, poderá ser possível o recurso à sua utilização nos casos específicos apresentados no Quadro 8.10.

Quadro 8.10- Factores de emissão de Metais aplicáveis

Produção	Fonte	Especificidade da fonte pontual (tipo de forno)	Carga	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton metal produzido)	FE _{bibliografia} /Mediana rácio emissão nacional
Latão	NPI/USEPA	Arco eléctrico	Cobre	s/e	0,0018	5,5
	NPI/USEPA	Revérbero	Cobre	s/e	0,0018	5,5
	NPI/USEPA	Indução eléctrica	Cobre	s/e	0,0025	7,7
Alumínio/Transformados de alumínio	IHOBE	Revérbero	s/e	Filtro mangas	0,0007	1,1

8.3.3 Dióxido de Carbono (CO₂)

Tal como pode ser observado a partir do Quadro AII.3 do Anexo II, os valores de CO₂ medidos nas instalações nacionais apresentam grande variabilidade, podendo atingir várias ordens de grandeza, não só entre as instalações (variabilidade externa) como também entre medições numa mesma instalação (variabilidade interna). Estes dois tipos de variabilidade constituem um constrangimento muito forte à adopção de factores de emissão de âmbito nacional, os quais poderão não ser representativos das emissões de CO₂ na etapa de fusão de metais não ferrosos para todas as instalações. Neste contexto, afigura-se recomendável que a respectiva caracterização seja efectuada através do **método de medição**.

8.3.4 Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM)

Durante a pesquisa sobre dados disponíveis neste sector, não foi encontrada informação sobre dados de medições, nem sobre dados obtidos por outros métodos para os COVNM.

Os **VEA** indicados no BREF para **hidrocarbonetos voláteis**, referem concentrações inferiores a **20 mg C/Nm³** em instalações com sistema de tratamento composto por arrefecedor, precipitador electrostático, adsorção em cal/carvão e filtro ou em instalações com um lavador de gases para a alumina. Em condições de combustão optimizadas, o BREF refere uma gama para o Carbono Orgânico Total entre valores inferiores a 5 mg/Nm³ e 50 mg/Nm³.

8.3.5 Óxidos de Azoto (NO_x)

A maior parte da informação disponível sobre o NO_x diz respeito a 12 medições efectuadas em instalações com produção de alumínio, entre as quais, a Hydro Alumínio Portalex, a Quintas & Quintas e a Halla Climate Control Portugal – Ar Condicionado Lda, as quais fizeram parte do conjunto de instalações pertencentes à amostra considerada no presente Protocolo. Este poluente não se enquadra no tipo de medições efectuadas pelo IDAD em 2006, tendo a informação sido retirada de relatórios de autocontrolo destas empresas e dos formulários EPER. Para além deste

grupo, a informação disponível permitiu incluir na presente análise resultados (n=3) numa instalação com produção de latão e de outras ligas de metais não ferrosos (Alberto da Silva Barbosa & Filhos) e ainda um resultado obtido através do EPER 2004 para a Fábrica de Baterias Autosil (chumbo).

O Quadro 8.11 apresenta uma comparação entre os vários FE da bibliografia e os valores de mediana ou média (n<10) dos factores de emissão nacionais e, ainda, as razões entre cada FE da bibliografia e a mediana/média dos factores de emissão nacionais.

Como é possível verificar pela observação do Quadro 8.11, é reduzida a aplicabilidade dos factores de emissão bibliográficos. Apenas no caso da produção de alumínio/transformados de alumínio se identifica um FE que apresenta uma relativamente boa relação com os factores de emissão nacionais. A caracterização das emissões de NO_x deverá ser efectuada a partir do método de medição.

No BREF relativo a esta actividade, apontam-se VEA com valores de 120 mg/Nm³ (fornos de cuba) e de 50 mg/Nm³ (fornos de revérbero). Os dados disponíveis sobre duas instalações que constituíram a amostra no âmbito do presente Protocolo, *Quintas&Quintas* e *SONALUR*, apresentaram nas amostragens efectuadas no âmbito do presente Protocolo, valores muito superiores ao do VEA para fornos de revérbero, sendo 3683 mg/Nm³ para a *Quintas & Quintas* e 1735 mg/Nm³ para a *SONALUR*.

Quadro 8.11 - Factores de emissão de NO_x da bibliografia e sua relação com os factores de emissão nacionais

Produção	Fonte(s)	Especificidade da fonte pontual (tipo de forno)	Carga	FE (kg/ton metal)	FE bibliografia/FE MEDIANA razões emissão nacionais
Zinco	NPI/EMEP/CORINAIR	Kettle (pot) melting furnace (scrap)	s/e	0,95	
Cobre, latão e bronze	NPI/EMEP/CORINAIR	Soleira: reverberatório	Latão e bronze	0,04	0,01
Chumbo e chumbo secundário	NPI/EMEP/CORINAIR	Soleira: reverberatório	Sucata com elevado conteúdo de chumbo	0,15	108
	NPI/EMEP/CORINAIR	Explosão (cúpula) (derretimento de sucata)	s/e	0,05	36
Alumínio transformado/transformados de alumínio	UK NAEI	s/e	s/e	0,93	0,33

8.3.6 Óxidos de Enxofre (SO_x)

Tal como é possível verificar pelo Quadro 6.17 existem muito poucos dados de medições de SO_x, não tendo sido identificadas quaisquer medições nas instalações com produção de alumínio. Dada a falta de robustez de dados não é possível estabelecer um padrão de comportamento das emissões de SO_x a nível nacional, pelo que a sua caracterização deverá ser incluir a monitorização continuada a partir de **medições**.

De referir que, no BREF associado a este sector de actividade, encontra-se apontada uma gama de VEA para o SO₂ com valores entre 30-50 mg/Nm³ para fornos de cuba e de 5 mg/Nm³, para fornos de revérbero.

8.3.7 Monóxido de Carbono (CO)

O factor de emissão bibliográfico para a actividade de fundição de alumínio revela-se inadequado para o caso nacional (Quadro 8.12). Esta actividade, corresponde ao grupo deste sector com maior representatividade no conjunto de instalações com dados disponíveis. Dada a não aplicabilidade do FE bibliográfico para o caso da produção de alumínio e da escassez de dados de medições nos outros grupos, afigura-se recomendável que a caracterização deste poluente se efectue com recurso ao **método de medição**.

Quadro 8.12 - Factores de emissão de CO da bibliografia e sua relação com os factores de emissão nacionais

Metal transformado	Fonte(s)	Especificidade da fonte pontual (tipo de forno)	Carga	Tratamento gases exaustão	FE (kg/ton metal)	FE bibliografia/FE rácios emissão nacionais
Alumínio transformado/transformados de alumínio	UK NAEI	s/e	s/e	s/e	74	570,5
Chumbo e chumbo secundário	UK NAEI	s/e	s/e	s/e	3,03	0,1
Chumbo/zinco primário	UK NAEI	s/e	s/e	s/e	562	10,7

8.3.8 Cloro e Compostos Inorgânicos

Não se identificaram, na bibliografia consultada, factores de emissão de HCl aplicáveis à etapa de fusão.

O BREF relativo ao sector de metais não ferrosos, no entanto, refere VEA para o Cloro com teores de 3 mg/Nm³.

Não é, no entanto, possível estabelecer uma comparação dos valores nacionais com o VEA referido, uma vez que o método de amostragem e análise utilizado nas amostragens realizadas pelo IDAD em 2006 (EN 1911 - 1,2,Mili 06) permite a medição de Cl⁻ e não de Cloro.

Os valores de concentração encontrados para o HCl na informação disponível representam, na maior parte dos casos, teores entre 0,55 mg/Nm³ e 1,76 mg/Nm³. No entanto, identificou-se um caso de uma medição efectuada numa das instalações com um valor de 20 mg/Nm³.

De referir que, o parâmetro indicado no Anexo 2.1 do BREF MON relativo às normas CEN para emissões gasosas é o HCl e que o método de análise utilizado nas medições realizadas pelo IDAD em 2006, está de acordo com o definido nesse documento.

8.3.9 Flúor e Compostos Inorgânicos

Não se identificaram, na bibliografia consultada, factores de emissão de HF aplicáveis à etapa de fusão. Por outro lado, o BREF relativo ao sector de metais não ferrosos não refere VEA para HF.

Os factores de emissão nacionais obtidos para este composto variam de 0,00046 kg/ton_{metal líquido} e 0,778 kg/ton_{metal líquido}, o que representa um intervalo bastante alargado de valores.

8.3.10 Dioxinas e Furanos (PCDD/PCDF)

A comparação dos factores de emissão nacionais com os valores da bibliografia não pode ser efectuada directamente devido à diferença das unidades representadas em cada caso ($\mu\text{g}/\text{kg}_{\text{pó alumínio refundido}}$ no caso do FE bibliográfico para a fusão de alumínio e $\text{kg}/\text{ton}_{\text{metal produzido}}$ no caso dos dados nacionais). Não existindo factores de emissão na bibliografia que possam ser comparados com os dados nacionais e atendendo às condicionantes que podem fazer variar as emissões de PCDD/F de uma instalação para outra e até dentro da mesma instalação, (tipo de carga, tratamento da carga, etc) não é possível adoptar valores concretos para factores de emissão de PCDD/F recomendando-se que a caracterização destes compostos nos efluentes gasosos gerados nas fontes pontuais em análise seja efectuada com recurso ao **método de medição**.

8.3.11 Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) e Bifenilos Policlorados (PCB)

Não foram identificados, na bibliografia consultada, factores de emissão associados a estes compostos, recomendando-se que a respectiva caracterização se faça com recurso ao **método de medição**.

8.4 Factores de emissão *versus* emissões nacionais e Limiares PRTR

Neste ponto, os limiares PRTR são comparados com a média dos valores de emissão nacionais representados em quantidade anuais (Kg/ano), bem como com os FE bibliográficos, igualmente transformados naquelas unidades, de modo a ser perceptível a eventual resposta PRTR face recurso a estes factores.

Tal como efectuado aquando da análise da emissões nacionais (capítulo 7), esta análise é efectuada, comparando as várias categorias PCIP em estudo, de acordo com os seguintes grupos de poluentes:

- Grupo I- orgânicos (PCDD/F, PAH e PCB);
- Grupo II- metais e seus compostos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn);
- Grupo III- partículas totais, CO₂, NO_x, SO_x, CO;
- Grupo IV- cloretos e fluoretos.

Com esta análise pretende-se comparar a resposta ao registo PRTR que se obteria através da utilização dos FE bibliográficos existentes, com a resposta real traduzida pelos valores de emissão nacionais. Salienta-se que a metodologia utilizada nas representações gráficas não deverá ser entendida como um instrumento para comparação entre sectores e corresponde apenas a um critério de sistematização da informação, em que se optou por apresentar gráficos por cada poluente, colocando em cada gráfico os respectivos dados disponíveis.

8.4.1 Grupo I - Orgânicos (PCDD/F, PAH e PCB)

A adequabilidade dos FE bibliográficos, para os poluentes orgânicos, face às emissões para o ar do sector metalúrgico nacional é representada na Figura 8.12

Através da observação da Figura 8.12 verifica-se que:

- a utilização de FE relativo ao poluente PCDD/F na siderurgia (categoria 2.2) pode levar a uma retracção face aos valores realmente emitidos, verificando-se que a utilização do FE, tendo em conta as médias de produção anuais do sector, coloca o sector com valores de reporte por se encontrarem acima do limiar PRTR;
- na fundição de metais ferrosos o recurso a FE no poluente PCDD/F parece conduzir a valores excessivos face à realidade das emissões nacionais do sector. Salienta-se que o FE existente na bibliografia se reporta à fundição em fornos cubilote, o que está de acordo com as emissões nacionais medidas para este sector que apenas foram registadas para este tipo de forno. Há ainda que realçar que a utilização de fornos cubilote a nível nacional tem vindo a ser substituída por outro tipo de fornos, nomeadamente fornos de indução o que pode vir a alterar o panorama nacional em termos de emissões para o ar deste poluentes;
- na fundição de metais não ferrosos (fundição de alumínio) o recurso a FE no poluente PCDD/F poderá igualmente levar a valores excessivos face à realidade das emissões nacionais. Em particular a utilização de FE efectuada no sub-sector da fundição de alumínio poderá levar a valores de reporte, visto poderem situar-se acima do limiar PRTR;
- em relação aos outros poluentes orgânicos estudados (PAH e PCB), embora não seja possível a comparação com FE, verifica-se que os valores médios das cargas nacionais se apresentam abaixo dos limites PRTR em todas as categorias PCIP do sector metalúrgico.

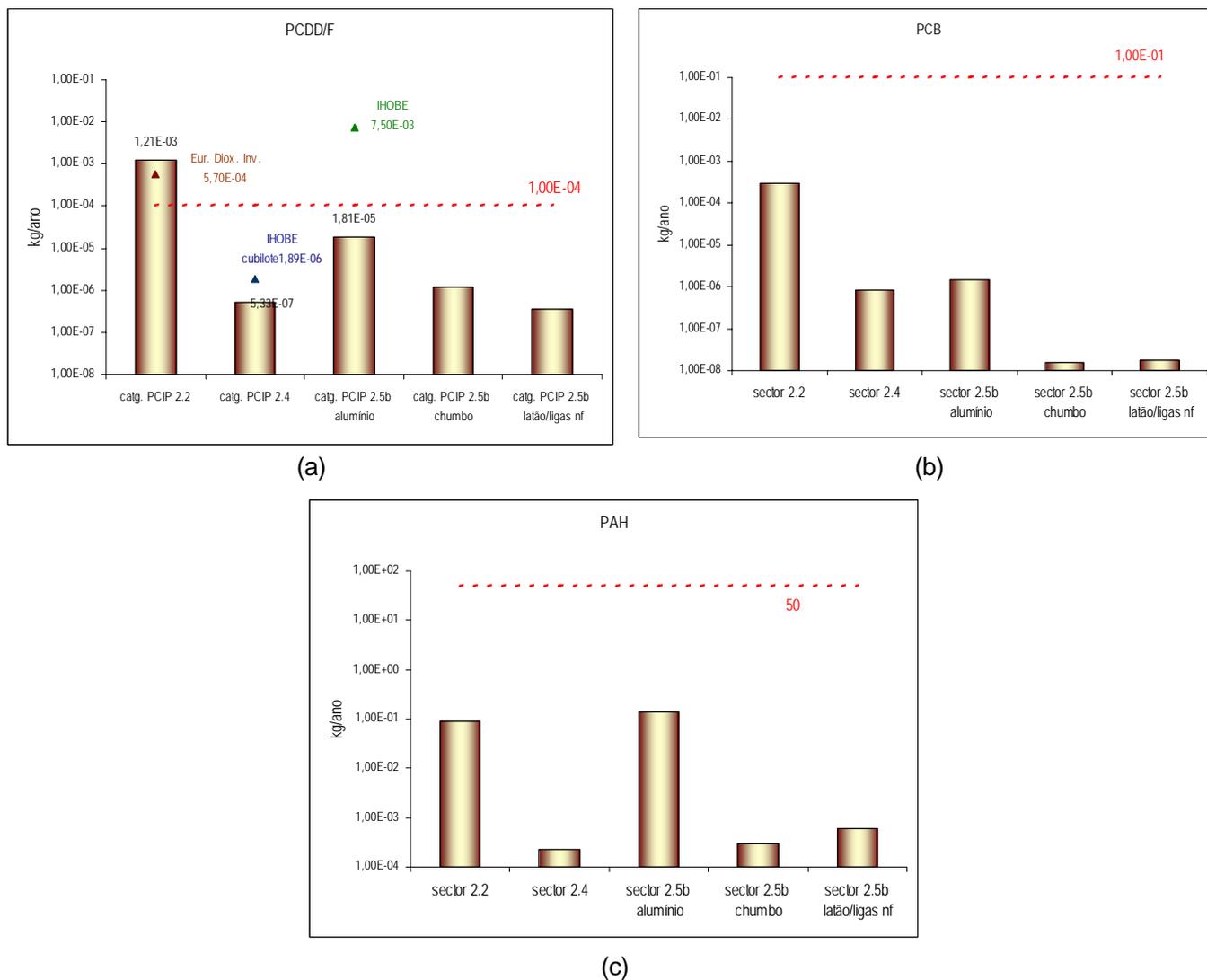


Figura 8.12- Análise comparativa dos factores de emissão nacionais e dos factores de emissão da bibliografia (kg/ano), face aos limiares PRTR.. (a) Total Dioxinas/Furanos; (b) Bifenilos policlorados; (c) Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (16 EPA). ▲ FE ----- limiar PRTR

8.4.2 Grupo II - metais e seus compostos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn)

A adequabilidade dos FE bibliográficos, para os poluentes metais, face às emissões para o ar do sector metalúrgico nacional é representada na Figura 8.13.

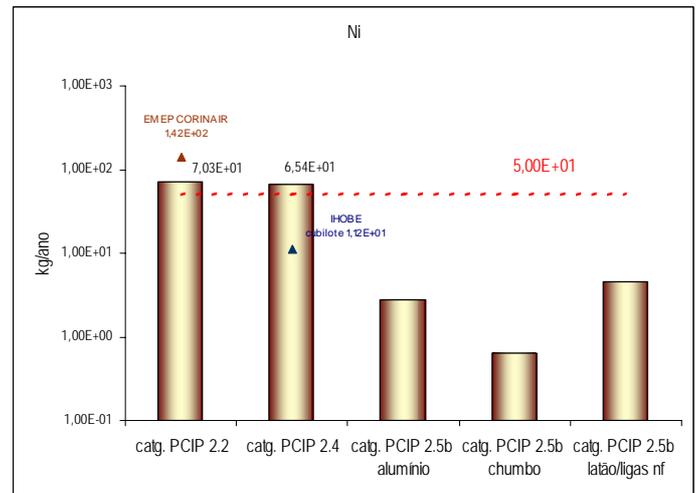
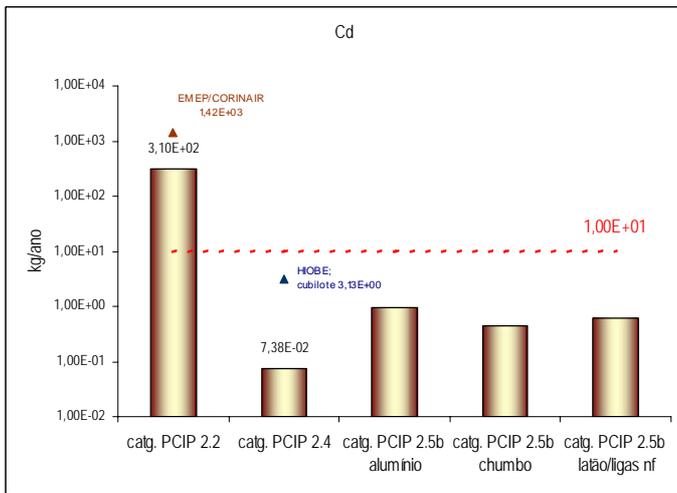
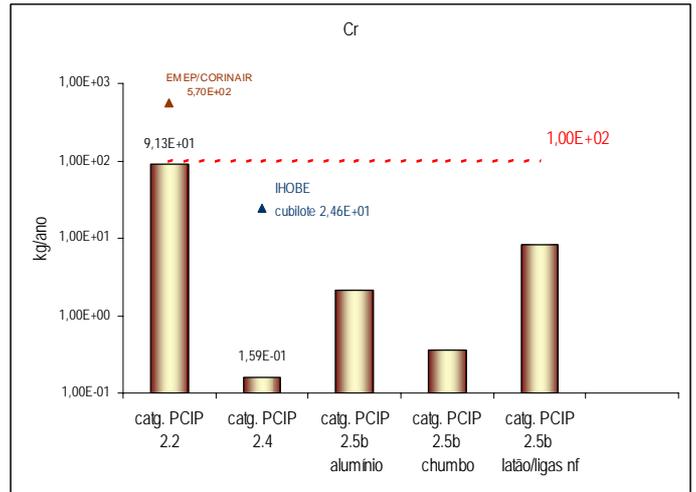
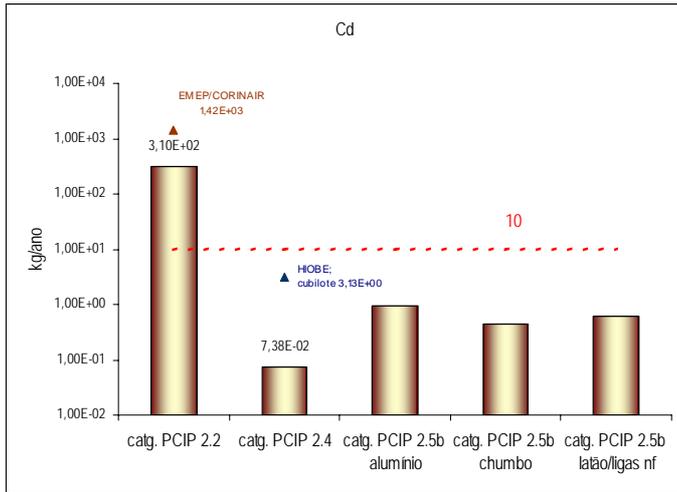


Figura 8.13- Análise comparativa dos factores de emissão nacionais e dos factores de emissão da bibliografia (kg/ano), face aos limiares PRTR para os metais estudados e indicados no respectivos gráficos. ▲ FE. ----- limiar PRTR

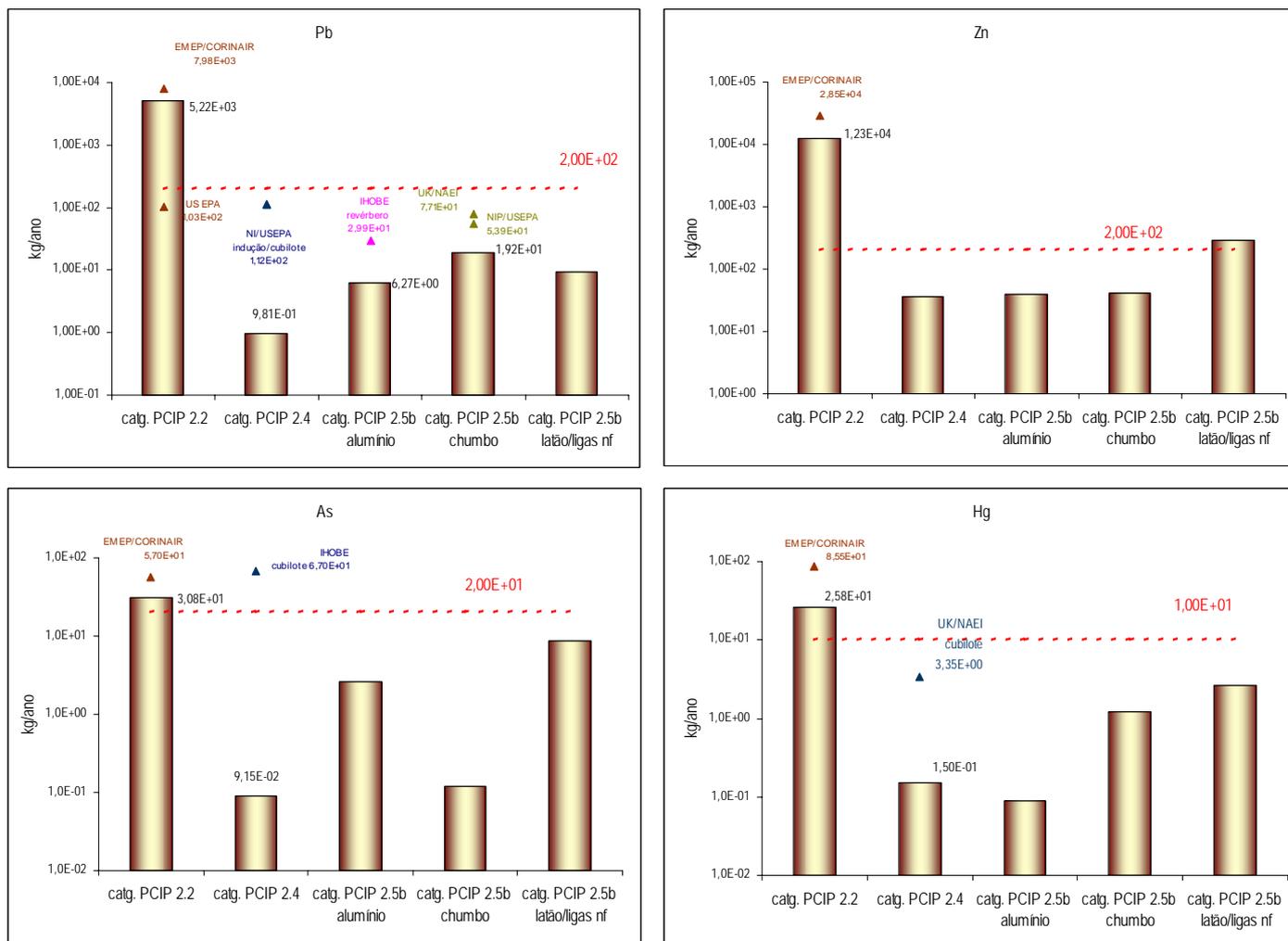


Figura 8.13- (cont.) Análise comparativa dos factores de emissão nacionais e dos factores de emissão da bibliografia (kg/ano), face aos limiares PRTR para os metais estudados e indicados no respectivos gráficos. ▲ FE. - - - - limiar PRTR

Da observação dos gráficos da Figura 8.13 verifica-se, principalmente, que:

- no sector siderúrgico (categoria PCIP 2.2), a utilização de FE parece conduzir, de um modo geral, a valores excessivos face aos encontrados para as emissões nacionais. De excluir, o FE da base bibliográfica EMEP/CORINAIR para os poluentes Pb, As e Hg, que pode conduzir a valores com a mesma ordem de grandeza aos obtidos na monitorização das emissões nacionais. De igual modo, o FE da base bibliográfica US EPA conduz, para o mesmo poluente, a valores abaixo dos verificados no contexto nacional, levando incorrectamente ao não reporte destes valores, por se situarem abaixo do limiar PRTR. De notar que as emissões nacionais deste grupo de poluentes neste sector encontram-se, na sua generalidade, acima do limiar PRTR.
- os valores de emissão da fundição de metais ferrosos e não ferrosos (categorias PCIP 2.4 e 2.5b) indiciam encontrar-se abaixo dos valores de reporte, uma vez que são inferiores ao limiar PRTR. Em relação à utilização dos FE denota-se geralmente uma discrepância face à realidade nacional,

pelo que a sua aplicação na caracterização destas emissões pelo método de cálculo pode representar, em excesso e com considerável incerteza, os valores realmente emitidos, podendo mesmo colocar-se em situação de reporte (vide caso do As, na categoria PCIP 2.5b, com a utilização de forno cubitole).

8.4.3 Grupo III - Partículas totais, CO₂, NO_x, SO_x, CO

A adequabilidade da aplicação dos FE bibliográficos como resposta ao PRTR-E, para os poluentes referidos em título, face às emissões para o ar do sector metalúrgico nacional encontra-se representada graficamente na Figura 8.14.

Pela observação da Figura 8.14 verifica-se, principalmente, que:

- com excepção do poluente CO no caso do sector siderúrgico (categoria PCIP 2.2), os valores de emissão nacional situam-se, de um modo geral, abaixo dos limiares PRTR para todas as categorias PCIP neste grupo de poluentes;
- no sector siderúrgico, o FE que na generalidade melhor parece adequar-se é o reportado na referência bibliográfica US EPA, embora leve a valores de emissão ligeiramente acima da média dos valores nacionais. Deve-se ter particular atenção ao uso do FE reportado pela referência bibliográfica EMEP/CORINAIR que poderá levar a valores excessivos de emissão, os quais se podem situar acima do limiar PRTR;
- nos sectores de fundição, os FE conduzem geralmente a valores de emissão abaixo dos limiares PRTR, o que está de acordo com os valores de emissão nacionais. A adequabilidade do uso destes FE deverá ser efectuada caso a caso uma vez que dependem, entre outros, do tipo de forno utilizado.

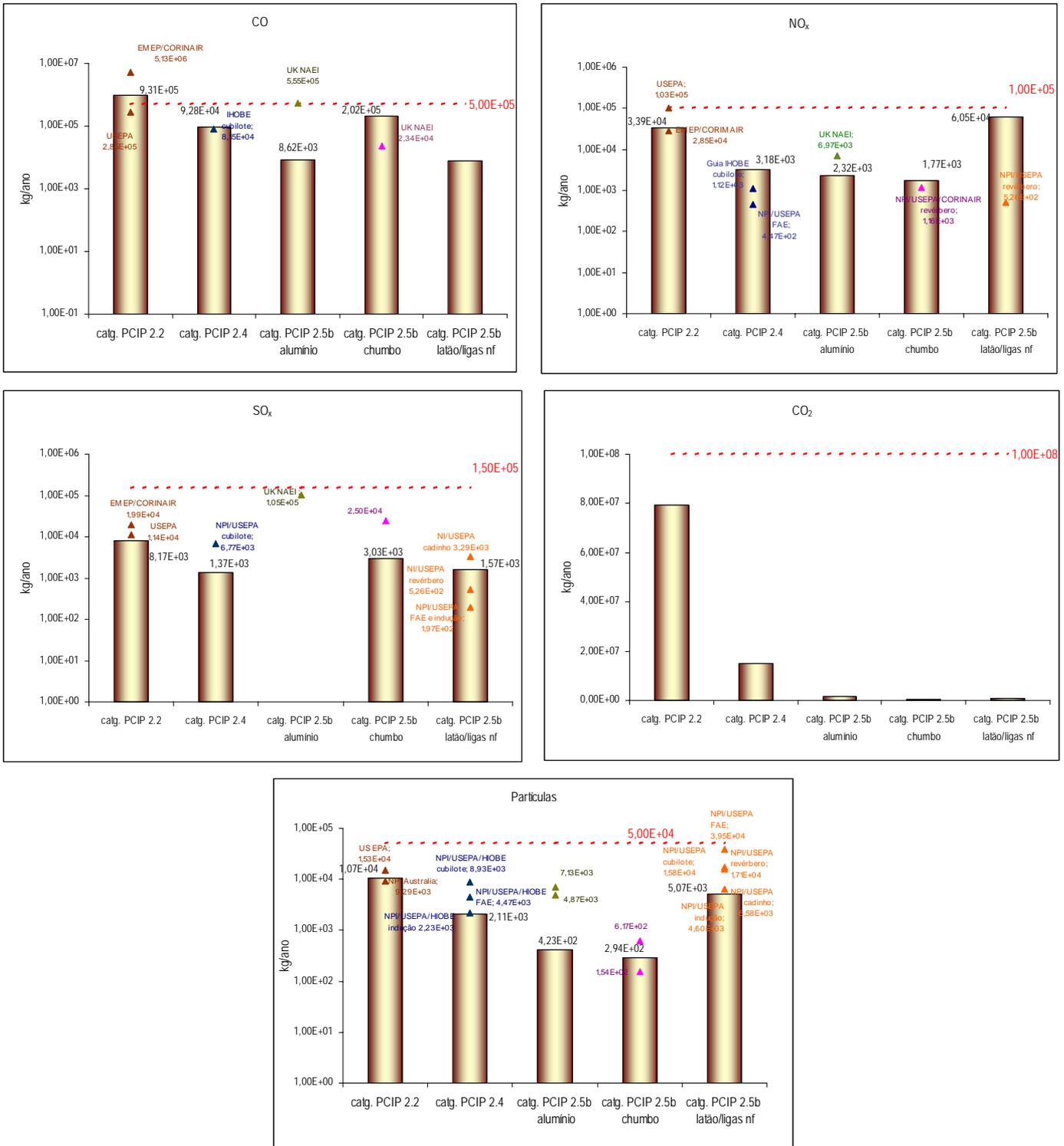


Figura 8.14- Análise comparativa dos factores de emissão nacionais e dos factores de emissão da bibliografia (kg/ano), face aos limiares PRTR para o Grupo III de poluentes estudados e indicados nos respectivos gráficos. ▲ FE, ---- limiar PRTR

8.4.4 Grupo IV - Cloretos e Fluoretos

A adequabilidade da aplicação dos FE bibliográficos na resposta ao PRTR-E, para os poluentes do Grupo IV, face aos valores médios de emissão obtidos pelo método de cálculo do sector metalúrgico nacional é representada na Figura 8.15.

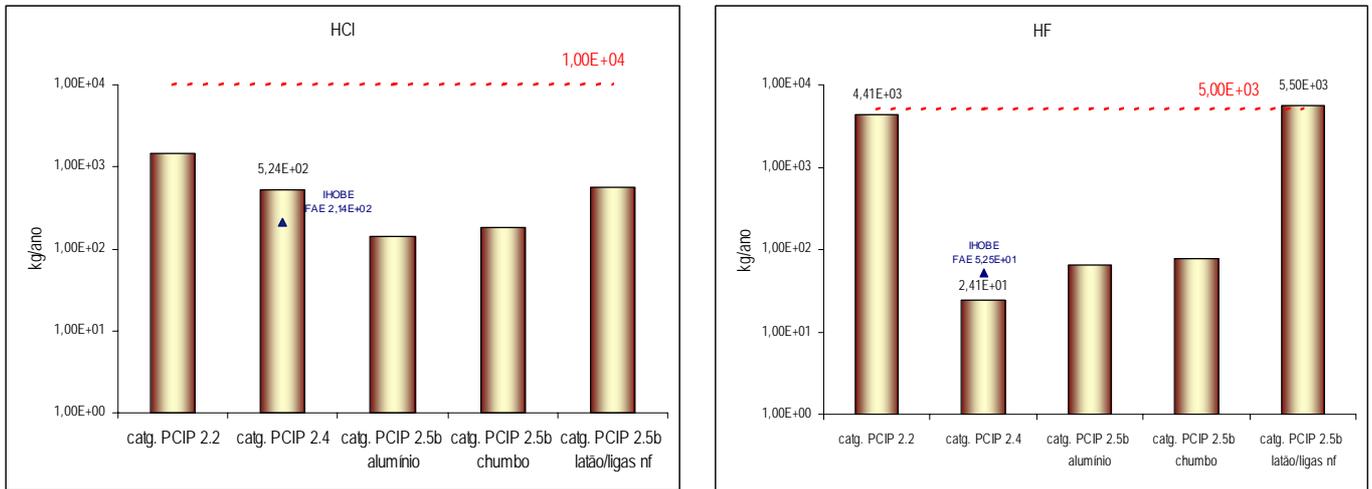


Figura 8.15 - análise comparativa dos factores de emissão nacionais e dos factores de emissão da bibliografia (kg/ano), face aos limiares PRTR para os metais estudados e indicados no respectivos gráficos. ▲ FE, ---- limiar PRTR.

Da figura anterior verifica-se, principalmente, que:

- no poluente cloretos, os valores médios de emissão de todas as categorias PCIP do sector metalúrgico nacional situam-se abaixo dos limiares PRTR. O único FE bibliográfico existente para este poluente diz respeito à fundição de ferrosos (categoria PCIP 2.4), cuja utilização se aproxima da média dos valores obtidos pelo método de cálculo;
- em relação ao poluente fluoretos, os valores médios de emissão do sector siderúrgico e da fundição de latão/ligas de não ferrosos indicam uma proximidade elevada aos limiares de PRTR, o que leva a que situem em valores de reporte. O único FE existente é, para este poluente, respeitante à fundição de metais ferrosos e indicia uma boa aproximação à realidade nacional.

9. Conclusões

O presente relatório apresenta o resultado do estudo desenvolvido pela equipa da Universidade de Aveiro (UA)/Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (IDAD) e da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), relativo ao Protocolo IA-FEUP/UA no âmbito da Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) respeitante às emissões atmosféricas associadas aos processos de fusão no sector metalúrgico nacional.

O presente Protocolo teve por objectivo fundamental a elaboração de um anexo sectorial enquadrado no Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes (PRTR-E) aplicado ao contexto nacional, para a determinação das emissões para o ar no sector da transformação de metais com processos metalúrgicos.

No âmbito do trabalho realizado foi seleccionado um conjunto de instalações considerado representativo da realidade nacional. A selecção da amostra foi efectuada com base na informação constante no Instituto do Ambiente, no sentido de reunir as instalações PCIP que envolviam maior probabilidade de emitirem determinados tipos de poluentes, com particular relevância para os poluentes orgânicos (PCDD/F, PAH e PCB), metais, cloretos e fluoretos. Assim, atendendo aos factores que mais contribuem para a emissão destes poluentes (e.g. tipo de fornos utilizados, presença de compostos orgânicos em matérias primas secundárias, temperaturas praticadas nos processos e arrefecimentos associados, tipo de partículas metálicas presentes nos gases emitidos) foram consideradas as seguintes instalações:

- todas as instalações pertencentes à categoria PCIP 2.2, visto a produção de ferro e aço nas siderurgias existentes em Portugal ser efectuada a partir de sucata ferrosa em forno de arco eléctrico (FAE);
- instalações relativas à categoria PCIP 2.4 que procedem à fusão de sucata ferrosa em cubilote, rotativos e FAE;
- todas as instalações relativas à categoria PCIP 2.5b) que realizam a fusão de matérias-primas secundárias.

Nestas condições, foi considerada, para efeitos de caracterização de efluentes gasosos, uma amostra de dez empresas representativas das categorias PCIP referidas anteriormente, existentes em Portugal. Nestas instalações, foram realizadas medições dos efluentes gasosos gerados pelas operações de fusão de ligas metálicas, com particular relevância para a medição de dioxinas e furanos. No âmbito do trabalho desenvolvido nestas instalações procedeu-se, igualmente, à identificação

das respectivas características gerais de produção, nomeadamente de técnicas implementadas que se enquadram nas Melhores Técnicas Disponíveis (MTD).

Considerando a caracterização das emissões para a atmosfera pontuais nas instalações seleccionadas, o recurso a bibliografia especializada e a consulta a documentos com dados reais nacionais medidos constantes nos formulários EPER ou em relatórios de autocontrolo, a avaliação efectuada sobre as emissões nacionais, foi realizada tendo em conta os seguintes grupos de poluentes:

- Grupo I - orgânicos (PCCD/F, PAH e PCB),
- Grupo II - metais e seus compostos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, pb e Zn),
- Grupo III - partículas totais, CO₂, NO_x, SO_x, CO
- Grupo IV- cloretos e fluoretos

O trabalho desenvolvido permitiu extrair as seguintes conclusões principais:

- No que diz respeito às Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) aplicadas no contexto nacional, foi possível verificar que no conjunto das empresas seleccionadas incluídas nos sectores relativos às categorias PCIP 2.2 e 2.4 é feita a aplicação da maior parte das MTD constantes nos respectivos BREF. Também na categoria PCIP 2.5b, algumas das instalações seleccionadas apresentam a adopção da maioria das MTD do respectivo BREF.
- Os valores médios de PCDD/F encontrados nas categorias PCIP 2.2 e 2.4, cumprem os VEA (0,10 a 0,50 ng I-TEQ/Nm³ e 0,10 ng I-TEQ/Nm³, respectivamente), sendo que as emissões da categoria PCIP 2.4 se revelaram muito inferiores ao VEA respectivo. No caso do poluente PTS, o VEA relativo à categoria PCIP 2.2 (15 mg/Nm³) é muito superior à média destas emissões nesta categoria. Nas restantes categorias PCIP, as médias dos valores para PTS ultrapassam ou estão muito próximos do limite superior dos respectivos VEA. Esta situação verificou-se também para o CO e o NO_x, com valores médios das emissões nas categorias PCIP 2.4 e 2.5b a ultrapassarem os respectivos VEA em algumas situações.
- Do que atrás foi referido, pode inferir-se que, em alguns casos, o conjunto de MTD adoptadas não se revela completamente eficiente nas categorias PCIP 2.4 e 2.5b, nas quais se verificam dificuldades em atingir os VEA de CO, NO_x e Partículas.
- Da informação recolhida junto das empresas foi possível verificar a percepção de alguma ambiguidade no conceito de MTD, cujas medidas são muitas vezes associadas apenas a aspectos tecnológicos (equipamentos de produção e/ou equipamento de tratamento de fim-de-linha), não sendo completamente entendido como MTD determinadas práticas ou modos de proceder. Neste sentido, são altamente recomendáveis todas as acções junto das empresas no sentido de uma melhor explicitação do conceito de MTD, nomeadamente, da importância da implementação de sistemas de gestão

ambiental no controlo operacional das suas actividades e respectivo retorno em termos de melhoria do desempenho ambiental.

- As práticas de operação influenciam fortemente as condições do processo e consequentemente as emissões geradas. No caso do sector siderúrgico (categoria 2.2) a sucata é constituída por vários tipos de sucata ferrosa com distintas gamas, tamanhos, formas e níveis de “limpeza”, podendo conter alguma tinta, óleos ou outras matérias. No caso dos ferrosos (categoria 2.4) e dos não ferrosos (categoria 2.5b), a sucata tem composição química conhecida, tamanho adequado e grau de limpeza elevado. Como factores de variabilidade das condições de processo afiguram-se com relevância particular os seguintes aspectos:
 - Tipo de sucata utilizada;
 - Proporção sucata de fundição ou sucata ferrosa *versus* retornos e aditivos usados no processo;
 - Temperatura e tempo de operação, tempo de sobreaquecimento e temperatura máxima atingida;
 - Quantidade e forma de banho metálico manipulada de cada vez.
- No que diz respeito ao cumprimento da legislação nacional, referem-se os seguintes aspectos:
 - Os valores médios de metais em todas as categorias situam-se abaixo dos VLE estabelecidos. No sector de fundição de metais não ferrosos (categoria PCIP 2.5b), com excepção da fundição de latão e ligas de não ferrosos, os valores médios de emissão de metais apresentam-se inferiores ao limiar mássico mínimo, podendo, em alguns casos, ser avaliada a possibilidade de monitorização com periodicidade trianual. Esta mesma possibilidade poderá ser encarada para a fundição de metais ferrosos (categoria PCIP 2.4) para todos os metais, excepto para o grupo As+Ni que apresenta valores médios de emissões superiores aos limiares mássicos mássimos.
 - No que diz respeito ao grupo de poluentes constituído por Partículas totais, CO₂, CO, NO_x e SO_x (definido em capítulos anteriores como “Grupo III”), verifica-se que o cumprimento dos VLE é, de um modo geral, conseguido por todas as categorias PCIP consideradas. Exceptua-se o caso do CO ao nível da fundição de metais ferrosos. Este aspecto poderá estar relacionado com o facto dos valores medidos para este poluente se encontrarem associados a fornos cubilote de vento frio, os quais, face às características particulares do processo de produção, tornam tecnicamente improvável o cumprimento do VLE estabelecido (1000 mg/Nm³). Realce-se que no BREF da fundição não é referido qualquer VLE para o teor de CO nos gases efluentes para o cubilote de vento frio. Esta é já considerada uma tecnologia obsoleta encontrando-se em fase de desactivação na grande maioria das instalações consideradas.

Para o CO verifica-se que, em termos da comparação dos valores médios das emissões com o respectivo limiar mássico, tudo aponta para um cenário de alteração da actual situação no sector siderúrgico (categoria PCIP 2.2) associado à actualização de equipamento, tendo o regime de monitorização de ser avaliado futuramente à luz das alterações em curso. No caso do NO_x, tanto no sector da fundição de metais ferrosos como no da fundição de metais não ferrosos, poderá ser avaliada a possibilidade de monitorização com periodicidade trianual, dado o facto dos valores médios das emissões se situarem abaixo do limiar mássico inferior. No caso da fundição de metais ferrosos, esta situação poderá também ser avaliada para o caso do SO_x.

- No caso dos cloretos, verifica-se que os respectivos valores médios de emissão se situam abaixo do limiar mássico máximo. No caso dos fluoretos a situação é semelhante, com excepção das fundições de latão e de ligas de metais não ferrosos (incluídas na categoria 2.5b) onde o respectivo valor médio de emissão de fluoretos se apresenta superior ao limiar mássico máximo podendo, neste caso, indiciar a necessidade de monitorização em contínuo.
- No que diz respeito à avaliação da adequabilidade da aplicação de factores de emissão bibliográficos no contexto nacional, salienta-se o facto dos cálculos efectuados para obtenção dos rácios de emissão nacional de cada poluente, se basearem em dados de produção (ton/ano, horas funcionamento/ano, etc) que correspondem, muitas vezes, a estimativas fornecidas pelas próprias instalações. Este aspecto, associado nalguns casos à falta de conhecimento sobre o tipo e tratamento da carga utilizada, acrescenta factores de erro na comparação dos rácios de emissão nacionais com os factores de emissão existentes na bibliografia. Neste sentido, e na maior parte dos casos, a adopção de factores de emissão bibliográficos é de aplicabilidade muito reduzida.
- Ao nível dos compostos orgânicos (PCDD/F e PAH), dos cloretos e dos fluoretos, os dados nacionais obtidos pelo método de medição são, ainda, escassos. No caso dos orgânicos, por exemplo, as únicas medições destes compostos correspondem às efectuadas pelo IDAD em 2006 no âmbito do presente Protocolo. Este facto, condiciona fortemente a avaliação da adequabilidade da aplicação de factores de emissão existentes na bibliografia para o cálculo das emissões nestes casos, sendo, para tal, recomendável a obtenção de um maior número de dados obtidos pelo método de medição, de forma a poder ser constituída uma amostra com maior representatividade.
- No que diz respeito aos metais, a análise realizada permitiu observar uma significativa variabilidade nos dados disponíveis, em todos os sectores. As variações verificadas apresentam-se não só na comparação de medições efectuadas em instalações diferentes, como também podem ser observadas em medições efectuadas numa mesma instalação, em momentos diferentes. Este aspecto, encontra-se fortemente associado a questões de prática

operacional, nomeadamente, na selecção e tratamento do tipo de carga dos fornos, reflectindo-se, posteriormente nos teores de metais emitidos.

- A análise efectuada pela comparação da utilização de factores de emissão bibliográficos com os valores nacionais medidos na resposta ao registo PRTR-E, permitiu verificar que a utilização de factores de emissão existentes na bibliografia leva, nalguns casos, a valores de reporte por se encontrarem acima do valor limiar PRTR-E. Este facto, é verificado principalmente ao nível das emissões dos compostos orgânicos e dos metais.
- O reporte à Comissão de valores medidos de “partículas totais” como sendo PM_{10} conduz claramente a uma “penalização” dos valores reais emitidos, uma vez que o valor de PM_{10} constitui uma fracção do valor das “partículas totais” emitidas. Nestas condições tem ocorrido, em termos dos valores apresentados à Comissão, uma sobrestimativa dos teores de PM_{10} . As razões que levam a considerar preferencialmente o poluente “partículas totais” prendem-se, fundamentalmente, com o facto de ser aquele que é usualmente monitorizado e de ser, também, este o parâmetro que é referido como valor associado às MTD nos BREF. Na origem destas razões podem estar alguns constrangimentos que se colocam ao nível dos procedimentos de amostragem de partículas e que têm levado a que se mantenha a medição de “partículas totais” em vez de PM_{10} . Tendo em conta a importância dos teores de PM_{10} em termos de saúde pública, seria altamente desejável que, no futuro, se investisse em trabalho de investigação no sentido da normalização da medição e/ou cálculo deste poluente.
- Finalmente, salienta-se o facto de, no decorrer do presente trabalho, ter sido possível verificar que, nas instalações com sistema de gestão ambiental implementado e/ou com início da instrução do processo de licenciamento ambiental, existia um maior controlo/conhecimento das implicações na operacionalidade dos respectivos processos produtivos e conseqüentemente um maior controlo nas emissões para o ar.

10. Bibliografia

Air & Waste Management Association, Air pollution engineering manual, edited by Wayne T. Davis, 2nd edition, 2000

APF – Associação Portuguesa de Fundição, Relatório Anual, Junho 2006

APF – Estratégia de Desenvolvimento do Sector Metalúrgico, Novembro 2006

Comissão Europeia, Direcção-Geral do Ambiente, Documento de Orientação para a Implementação do EPER, Novembro de 2000

Comissão Europeia, Direcção-Geral do Ambiente, Documento de Orientação para a Implementação do PRTR, Maio de 2006

Coutinho, M., Rodrigues, R., Borrego, C., Caracterização das Emissões Atmosféricas de Dioxinas e Furanos em Portugal: 1999-2003, Revista Faculdade de Medicina de Lisboa, Série III, 8 (4): 245-257, Julho-Agosto 2003

EIPPCB, Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel, December 2001

EIPPCB, Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry, May 2005

EIPPCB, Reference Document on the General Principles of Monitoring, November 2002

EPA - Environment Agency, Pollution Inventory reporting: Guidance on completing the Pollution Inventory reporting form PI-2

EPA - Environment Agency, EPA-454/R-95-015, Revised "Procedures for Preparing Emission Factor Documents", 1997

EUROFER comments on the proposal for revised Air Quality Directive

European metals industries position on the EC proposal for a Directive relating to Arsenic, Cadmium, Nickel and PAHs in ambient air – Jan. 04

Figueira, S. L., Gomes, J. F. P., Estudo sobre a Emissão de Dioxinas, Dibenzofuranos, PAHs e PCBs no Fabrico de Aço em Forno de Arco Eléctrico, Revista Faculdade de Medicina de Lisboa, Série III, 8 (4): 237-244, Julho-Agosto 2003

IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Guía Técnica para la Medición, Estimación y Cálculo de las Emisiones al Aire – Sector Acero, Noviembre 2005.

IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Guía Técnica para la Medición, Estimación y Cálculo de las Emisiones al Aire – Sector Metalurgia No Férrea, Junio 2005.

IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Guía Técnica para la Medición, Estimación y Cálculo de las Emisiones al Aire – Sector Fundición Férrea, Junio 2005.

Instituto do Ambiente, Metodologia EPER 2004

Instituto do Ambiente, Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO₂ (PNALE) 2008-2012, Versão para Consulta Pública, 1 de Junho de 2006

Preparatory work for new dioxin measurement requirements for the European metal industry (Final Report), European Commission, DG Environment, October 2005.

Goodwin et al, UK Emissions of Air Pollutants 1970 to 1996, January 1999
<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/naei/annreport/annrep96/app1cont.htm>

UK Emission of Air Pollutants 1970 to 1997
<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/naei/annreport/annrep97/naeiapp1.html>

UK Emissions of Air Pollutants 1970 to 1998
<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/naei/annreport/annrep98/naeiapp1.html>

UK Emissions of Air Pollutants 1970 to 1999
<http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/naei/annreport/annrep99/>

Emission Factors Database of the United Kingdom <http://www.naei.org.uk/emissions/>

Decisão da Comissão de 17 de Julho de 2000 relativa à criação de um registo europeu das emissões de poluentes (EPER) nos termos do artigo 15.º da Directiva 96/61/CE do Conselho relativa à prevenção e controlo integrados da poluição (IPPC), Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 28 de Julho de 2000

Quass et al, European Dioxin Inventory Stage I, LUA NRW, 1997
<http://ec.europa.eu/environment/dioxin/download.htm>

Quass et al, The European Dioxin Emission Inventory Stage II, LUA NRW, 2000
<http://ec.europa.eu/environment/dioxin/download.htm>

National Pollutant Inventory (NPI Australia), 1999,
http://www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/pubs/fironste.pdf

11. Anexos

Anexo I - Métodos de amostragem e análise e equipamento de amostragem

Anexo II – Rácios de emissão nacionais a partir de dados medidos

Anexo III - Listagem de dados nacionais disponíveis (métodos de medição, cálculo e estimativa)

Anexo IV – Condições de operação das instalações seleccionadas durante as medições

ANEXO I

MÉTODOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE E EQUIPAMENTOS DE AMOSTRAGEM

O IDAD não dispõe de metodologia implementada para a determinação das Partículas PM10 pelo que a medição proposta corresponde à fracção total.

Na **medição e análise** são usados métodos específicos para fontes estacionárias da EPA (Environmental Protection Agency), organismo responsável pela gestão da qualidade do ar nos Estados Unidos e CEN (European Committee for Standardization). Os métodos seguidos encontram-se descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Métodos de medição e análise.

PARÂMETRO	MÉTODO DE MEDIÇÃO E ANÁLISE
CAUDAL	MÉTODO 2 DA EPA (COM TUBO DE PITOT TIPO S)
HUMIDADE	MÉTODO 4 DA EPA (POR CONDENSAÇÃO E PESAGEM)
MASSA MOLECULAR	MÉTODO 3A DA EPA (COMPOSIÇÃO DE ORSAT)
PARTÍCULAS	MÉTODO 5 DA EPA (MÉTODO GRAVIMÉTRICO)
NO _x	MÉTODO 7 DA EPA
SO ₂	MÉTODO 8 DA EPA
COV'S	MÉTODO 25A DA EPA
FLUORETOS	MÉTODO 13A DA EPA
HCL	EN 1911 - 1, 2, MILI 06
METAIS(*)	MÉTODO 29 DA EPA
PCDD/PCDF(*) (**)	EN 1948 DE DEZEMBRO DE 1996
PAH(*)	ISO 11338:2003
BENZENO(*)	RECOLHA EM SACO DE TEDLAR E ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA GASOSA
NH ₃ , CH ₄	MÉTODO 320 DA EPA

(*) Ensaio não incluído no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD

(**) Amostragem incluída no âmbito da Acreditação do Laboratório do IDAD

A determinação das partículas é efectuada de acordo com o Método 5. A amostra é retirada isocineticamente da fonte e recolhida num filtro de fibra de vidro mantido a uma temperatura na gama dos 120±14°C durante o período de recolha. A massa de partículas, que inclui todo o material condensado acima ou à temperatura de filtração, é determinada gravimetricamente, após exsicação. Para validação de uma amostragem de partículas a percentagem de isocinetismo deverá estar compreendida entre 90 e 110%.

O NO_x é determinado segundo o Método 7 (método do ácido fenoldissulfúrico). As amostras são recolhidas em frascos evacuados contendo uma solução de absorção diluída de ácido sulfúrico-

peróxido de hidrogénio a 3%, e os óxidos de azoto resultantes são medidos colorimetricamente usando o procedimento do ácido fenoldissulfúrico.

O SO₂ é determinado segundo o Método 8. A amostra de gás é borbulhada em solução de peróxido de hidrogénio a 3%, onde o SO₂ é oxidado a sulfatos sendo posteriormente analisado pelo método bário-thorin.

O HCl (mais precisamente, todos os compostos voláteis à temperatura de filtração e que originam iões cloreto após dissolução) é determinado pelo Método EN 1911-1. A amostra de gás é extraída da chaminé através de uma sonda aquecida. A fracção particulada que poderá conter compostos de cloro, é removida por filtração a uma temperatura controlada (150 °C), sendo a fracção gasosa borbulhada em solução de água ultrapura que retém os compostos gasosos de cloro. O HCl (mais precisamente, todos os compostos voláteis à temperatura de filtração e que originam iões cloreto após dissolução) é determinado pelo Método EN 1911-1. A amostra de gás é extraída da chaminé através de uma sonda aquecida. A fracção particulada que poderá conter compostos de cloro, é removida por filtração a uma temperatura controlada (150 °C), sendo a fracção gasosa borbulhada em solução de água ultrapura que retém os compostos gasosos de cloro. A quantificação como HCl é realizada através de uma titulação volumétrica.

Os compostos de Flúor na fase gasosa e particulada são amostrados isocineticamente e retidos num filtro e água ultrapura. Para a análise é utilizado o método colorimétrico do Zircónio.

A determinação dos compostos orgânicos voláteis totais é realizada no local e em contínuo. A amostra de gás é extraída da fonte e conduzida até um detector FID através de uma linha aquecida e de um filtro de fibra de vidro.

O CH₄ e o NH₃ serão determinados segundo o método 320 da EPA. A amostra é extraída da fonte por uma linha aquecida e conduzida a um analisador que incorpora a tecnologia FT-IR (Fourier Transform Infrared). Este método permite analisar compostos orgânicos e inorgânicos na fase gasosa que absorvem energia na região média do infra-vermelho entre os 400 cm⁻¹ e os 4000 cm⁻¹. A concentração de cada composto é obtida através de um programa informático específico para análise de espectros.

Os Compostos Orgânicos não Metano serão calculados por diferença entre a concentração dos Compostos Orgânicos Totais e o CH₄.

Para a determinação do Benzeno, os gases da chaminé são conduzidos através de uma bomba de diafragma para um saco de Tedlar. A amostra é injectada num Cromatógrafo Gasoso onde os compostos são separados e detectados por ionização de chama. O Benzeno é analisado e quantificado por intermédio do respectivo padrão. A componente laboratorial será realizada no IDAD.

Os metais são determinados segundo o método 29. É realizada uma amostragem isocinética, em que os metais na fase particulada são recolhidos na sonda e num filtro e a componente gasosa é borbulhada numa solução acidificada de peróxido de hidrogénio e numa solução acidificada de permanganato de potássio (analisada apenas para Hg) de forma a recolher os metais da fase gasosa. Após digestão, as amostras são analisadas num laboratório exterior por Espectrofotometria de Indução (com gerador de hidretos para determinação de Hg).

Para a amostragem de PCDD/PCDF é seguido o procedimento do método da sonda arrefecida (EN – 1948 de Dezembro de 1996). Uma fracção de gás é extraída isocineticamente da chaminé através de uma sonda de vidro arrefecida com água. A amostra de gás é arrefecida abaixo dos 20 °C. Os PCDD/PCDF, adsorvidos em partículas e na fase gasosa, são recolhidos no trem de amostragem que é constituído por um frasco de condensados e uma unidade com duas espumas de poliuretano (adsorvente com alta eficiência na separação de substâncias orgânicas) e um filtro plano com alta eficiência de recolha, para separar as partículas pequenas e dividir os aerossóis.

Para a determinação dos Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) é seguida a ISO 11338 cujo procedimento é semelhante ao utilizado para determinação de PCDDs/PCDFs. Uma amostra é extraída isocineticamente da chaminé através de uma sonda arrefecida e as componentes gasosa e particulada são recolhidas no frasco de condensados e numa unidade com duas espumas de poliuretano (adsorvente com alta eficiência na separação de substâncias orgânicas) e um filtro plano com alta eficiência de recolha, para separar as partículas pequenas e dividir os aerossóis.

As fases de extracção e purificação das amostras bem como a identificação e quantificação dos PCDD/PCDF, HCB, PCB e PAH serão efectuadas no laboratório do IA.

Os resultados das determinações serão corrigidos para as condições normais de pressão e temperatura estabelecidos pelo Decreto-Lei nº 78/2004 de 3 de Abril, que são as seguintes:

- pressão normal: 760 mmHg;
- temperatura normal: 273 K.

Os **equipamentos** utilizados obedecem aos requisitos estabelecidos pelos métodos de medição seguidos. A amostragem de Partículas, Fluoretos e Metais é efectuada com uma sonda e respectivo equipamento para amostragem isocinética da marca ANDERSEN.

A determinação dos COV's será realizada com um analisador de Hidrocarbonetos Totais da marca Bernath Atomic modelo 3006.

Para a amostragem de PCDDs/PCDFs será utilizada uma sonda de vidro/quartzo arrefecida e respectivo equipamento para amostragem isocinética.

As determinações de CH₄ e N₂O serão realizadas por um analisador GASMET Dx – 4000 que incorpora a tecnologia FT-IR (Fourier Transform Infrared).

ANEXO II

INFORMAÇÃO RESERVADA À EQUIPA DO PROJECTO

ANEXO III

INFORMAÇÃO RESERVADA À EQUIPA DO PROJECTO

ANEXO IV

INFORMAÇÃO RESERVADA À EQUIPA DO PROJECTO