



FONTES FIXAS EXISTENTES

SUBGRUPO SIDERURGIA

**PROPOSTA DE PADRÕES DE EMISSÃO DE
POLUENTES ATMOSFÉRICOS PARA
FONTES FIXAS EXISTENTES DA
INDÚSTRIA SIDERÚRGICA EM NÍVEL
NACIONAL**

**CURITIBA,
30 DE JULHO DE 2010**

AUTORIA POR INSTITUIÇÃO OU EMPRESA

- ARCELOR MITTAL
- ATMA
- CSN
- CVRD
- FEAM
- GUERDAU AÇOMINAS
- ENFIL
- IABr (Ex-IBS)
- IEMA (ES)
- INEA
- SES
- SINOBRÁS
- USIMINAS
- V & M
- VOTORANTIM

Coordenação:

FEAM/GESAR
(MINAS GERAIS)

INTRODUÇÃO

6 REUNIÕES:

- **PADRÃO DE REFERÊNCIA: RESOLUÇÃO CONAMA 382/2006**
- **MESMAS UNIDADES, FONTES E POLUENTES DA 382**
- **POLUENTES: MP, SO₂ e NO_x**
- **DADOS DE MEDIÇÃO EM CHAMINÉS**
- **IABr ENVIA DADOS**
- **FEAM ANALISA DADOS**
- **1ª PROPOSTA DO SETOR**
- **CONTRAPOSTA DA FEAM**
- **2ª PROPOSTA DO SETOR**
- **PROPOSTA ACORDADA**
- **75% PADRÕES = CONAMA 382**
- **7 PADRÕES DIFERIRAM DA CONAMA 382**

TAB.1 – 7 PADRÕES ≠ CONAMA 382

Unidade de Produção	Fontes de Emissão Pontual	Poluente	PADRÃO CONAMA 382	PADRÃO PROPOSTO PELO SUBGRUPO	Percentual acima do PADRÃO CONAMA 382	Sistemas de controle
1. Alto-forno a Coque	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	MP	40	50	25%	Lavador de gases e Filtro de manga
2. Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento	MP	70	90	29%	Precipitador eletrostático
3. Sinterização	Sistema Secundário de Despoeiramento	MP	70	90	29%	Precipitador eletrostático ou filtro de manga
4. Coqueria	Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	MP	50	60	20%	Controle de Combustão e Boas práticas Operacionais
5. Central Termelétrica	Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos	MP	50	60	20%	Controle de Combustão e Boas práticas Operacionais
6. Laminação	Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos	MP	50	60	20%	Controle de Combustão e Boas práticas Operacionais
7. Laminação	Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos	SO ₂	800	1200	50%	Controle de Combustão e Boas práticas Operacionais

METODOLOGIA PROPOSTA

Proposta Inicial da FEAM:

- caracterização setor no País, atualização dados até 2008;
- descrição dos processos de produção da ind. Siderúrgica;
- fornecimento da série histórica do monitoramento;
- altura e diâmetro da chaminé;
- vazão dos gases na chaminé;
- padrões de emissão;
- tipo e frequência do monitoramento;
- idade da planta;
- tecnologia empregada;
- sistemas de controle e eficiência de remoção do poluente.

METODOLOGIA ADOTADA

- Visita técnica a usina siderúrgica.
- Levantamento pelo IABr dos dados de emissão dos poluentes atmosféricos das fontes das unidades produtivas listadas na resolução CONAMA 382/2006, no período de 2004 a 2008.
- Encaminhamento dos dados coletados e selecionados pelo IABr para a FEAM com denominação genérica para cada empresa, expressos em concentração ou taxa de emissão e em planilhas do Excel.
- Análise estatística dos dados pela FEAM.
- Avaliação dos sistemas de controle e eficiência de remoção do poluente.
- Apresentação pelo setor de proposta de padrões de emissão considerando a idade da planta e tecnologia empregada.
- Experiência dos participantes.
- Padrões de referência: Res. CONAMA 382/2006 (Anexo XIII).
- Proposta final com justificativas para apresentação ao GT CONAMA.

TAB.2 – EMPRESAS POR UNIDADE, FONTES, POLUENTES E SISTEMAS DE CONTROLE DE 7 PADRÕES ≠ CONAMA 382

Unidade de Produção	Fontes de Emissão Pontual	Poluentes	Empresas Genéricas	Amostragem anual por Empresa*				Sistemas de Controle
				2005	2006	2007	2008	
Alto-forno a Coque	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	MP	D,E,G,H,N,O	D,E,G,H,N,O	D,E,G,H,N,O	D,E,G,H,N,O	D,E,G,H,N,O	Filtro de Manga e Lavador de gases
Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento	MP e NOX	A,E,G,H,N,O	A,E,G,H,N,O	A,E,G,H,N,O	A,E,G,H,N,O	A,E,G,H,N,O	Precipitador Eletrostático
		SO ₂	A,E,H,N,O	A,E,H,N,O	A,E,H,N,O	A,E,H,N,O	A,E,H,N,O	
	Sistema Secundário de Despoeiramento	MP	A,E,G,H,N,O	A,E,G,H,N,O	A,E,G,H,N,O	A,E,G,H,N,O	A,G,H,N,O	Precipitador Eletrostático ou Filtro de Manga
Coqueria	Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	MP	A,G,N,O	A,G	A,G	A,G,O	A,G,O,N	Controle de combustão e Boas práticas operacionais
		SO ₂ e NOx	A,N,O	A,O	A,O	A,O	A,O,N	
Laminação	Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos	MP	A,H,N	A,H	A,H	A,H	A,H,N	Controle de combustão e Boas práticas operacionais
		NOx	A,N,O	A,O	A,O	A,O	A,N,O	
		SO ₂	A,H,N,O	A,H,O	A,H,O	A,H	A,N,O	
Central Termelétrica	Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos	MP	A,D,E,G,H,N,O	A,D,E,G,N,O	A,D,E,G,N,O	A,E,G,N,O	A,E,H,N,O	Controle de combustão e Boas práticas operacionais
		SO ₂	A,D,G,H,N,O	A,D,H,N,O	A,D,G,H,N,O	A,H,O	A,H,N,O	
		NOx	A,D,G,H,N,O	A,D,N,O	A,D,G,N,O	A,O	A,H,N,O	

* Fonte: IABr

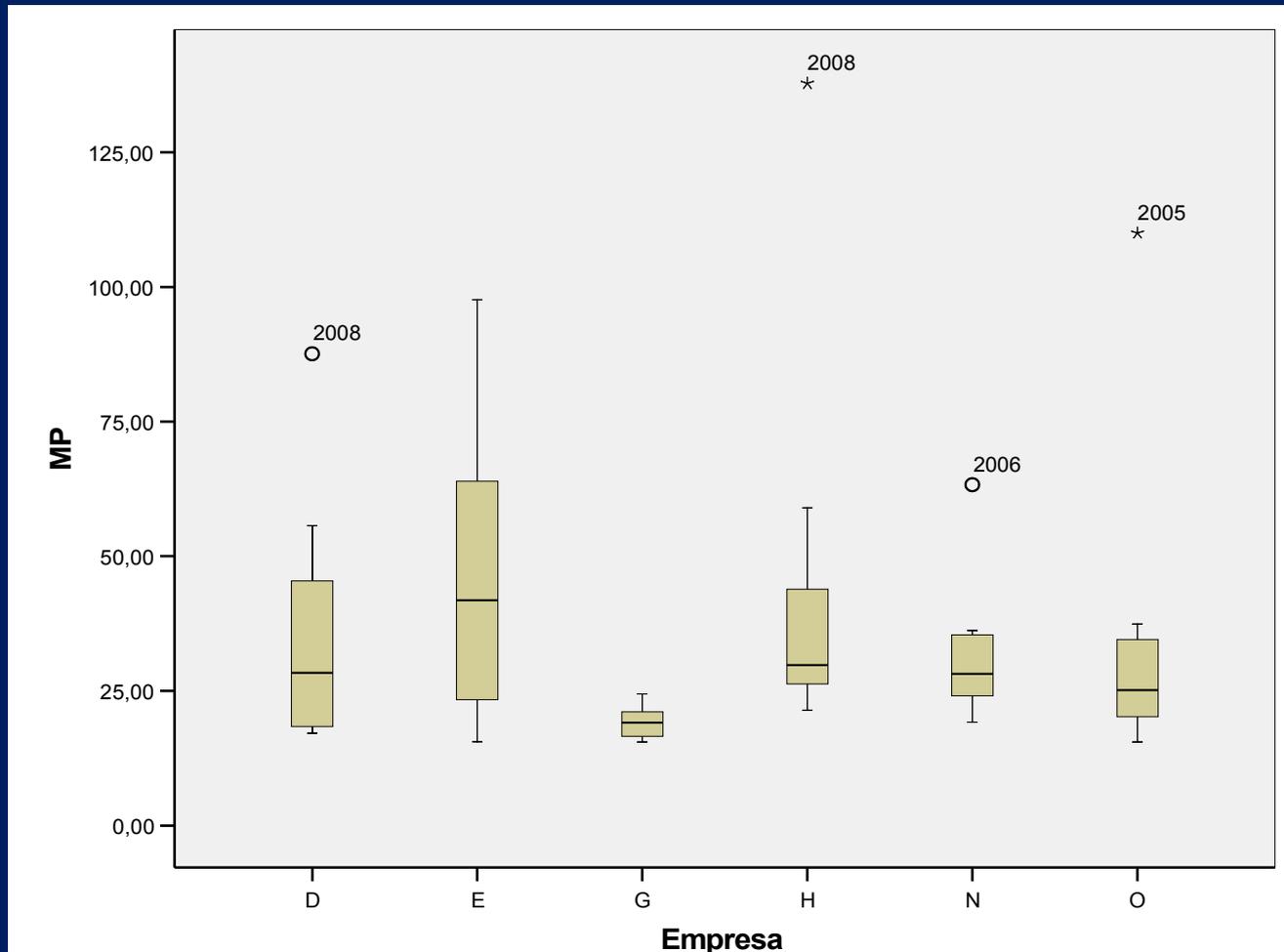
ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Pressuposto: Dados confiáveis e representativos

- Gráficos de linha – avaliação da série temporal.
- Gráficos em caixa – avaliação da variabilidade das medições. Uso do software SPSS.
- Estudo e identificação de *Outliers*.
- Eliminação de outliers (cortes).
- Distribuição de classes – frequência (histogramas).
- Retiradas de classes vazias.
- Percentil 95% que determina um valor de concentração abaixo do qual são encontradas 95% das observações (concentrações medidas) consideradas.
- Tomada de decisão.

1. ALTO FORNO A COQUE

Desempoeiramento Casa de Estocagem

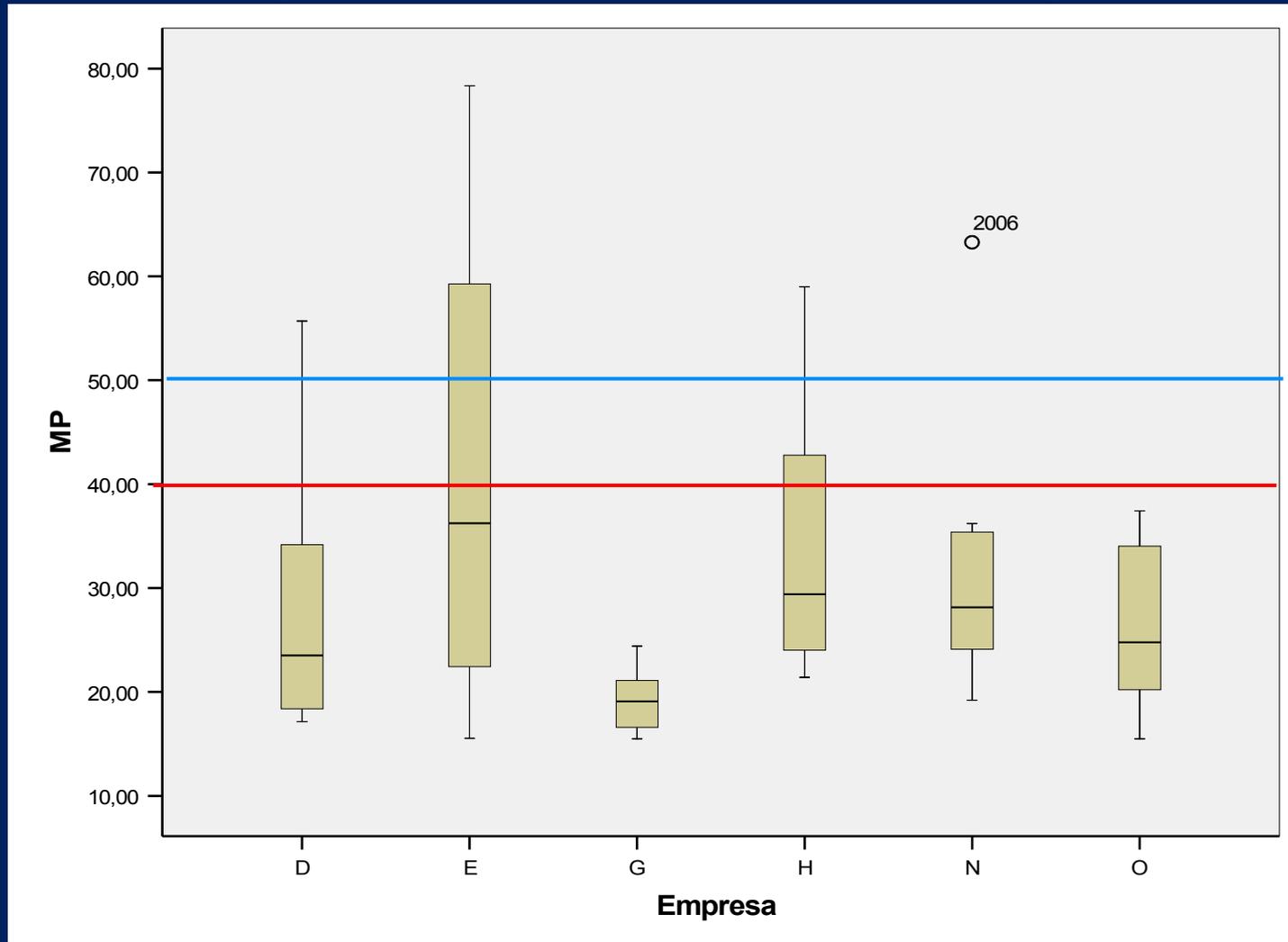


P95= 84 (c/ outlier)

Figura 1 – Gráfico em caixa emissão MP sist. Desp. Casa de estocagem alto-forno a coque das empresas “D”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”, com outliers.

1. ALTO FORNO A COQUE

Desempoeiramento Casa de Estocagem



P95= 84 (c/ outlier)

P95= 74 (s/ outlier)

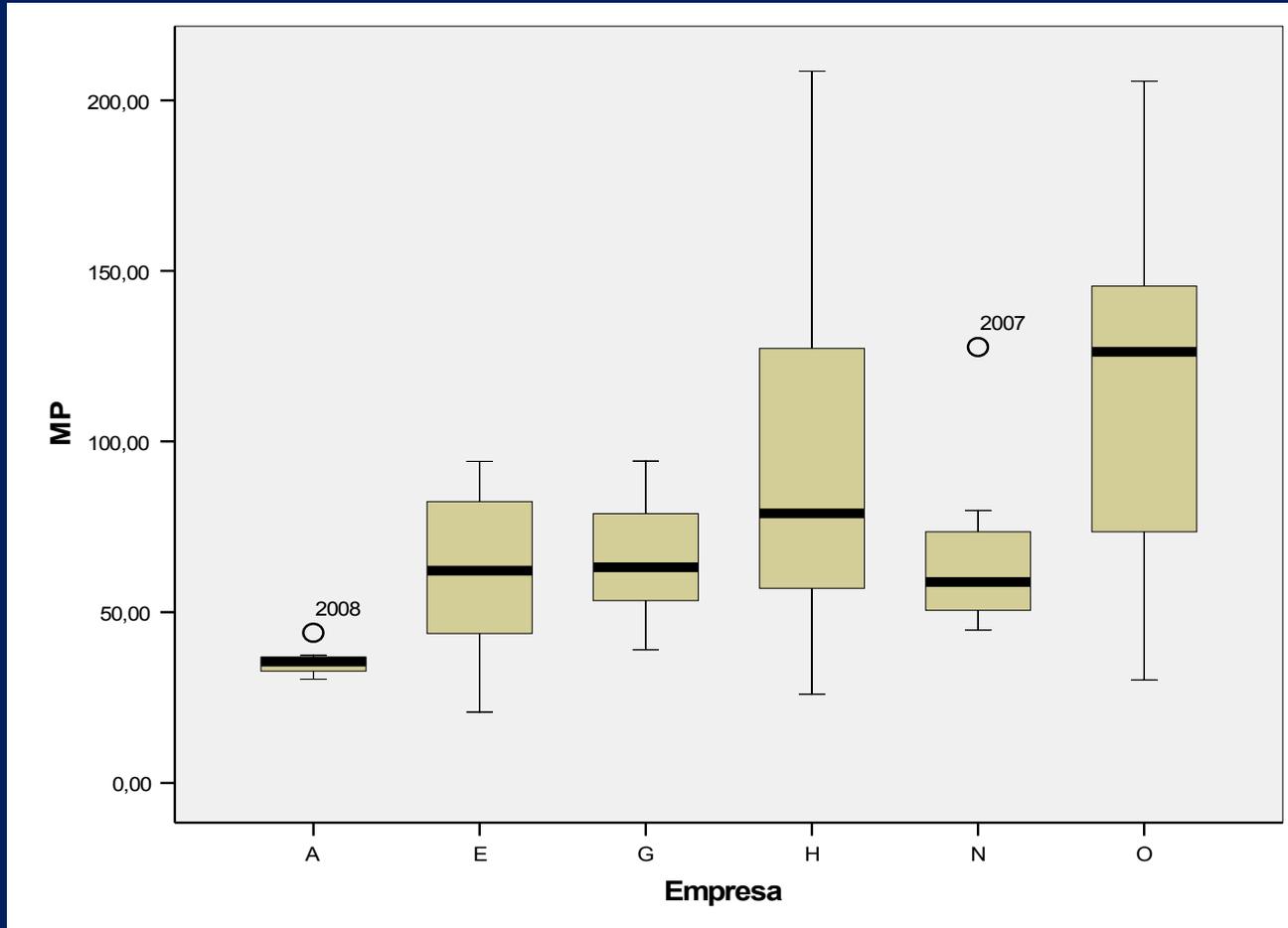
Linha azul = padrão proposto

Linha vermelha = CONAMA 382

Figura 2 – Gráfico em caixa emissão MP sist. Desp. Casa de estocagem alto-forno a coque das empresas “D”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”, frequência conc. $\leq 80 \text{ mg/Nm}^3$ e sem outliers das empresas “D”, “H” e “O”.

2. SINTERIZAÇÃO

Despoeiramento Primário

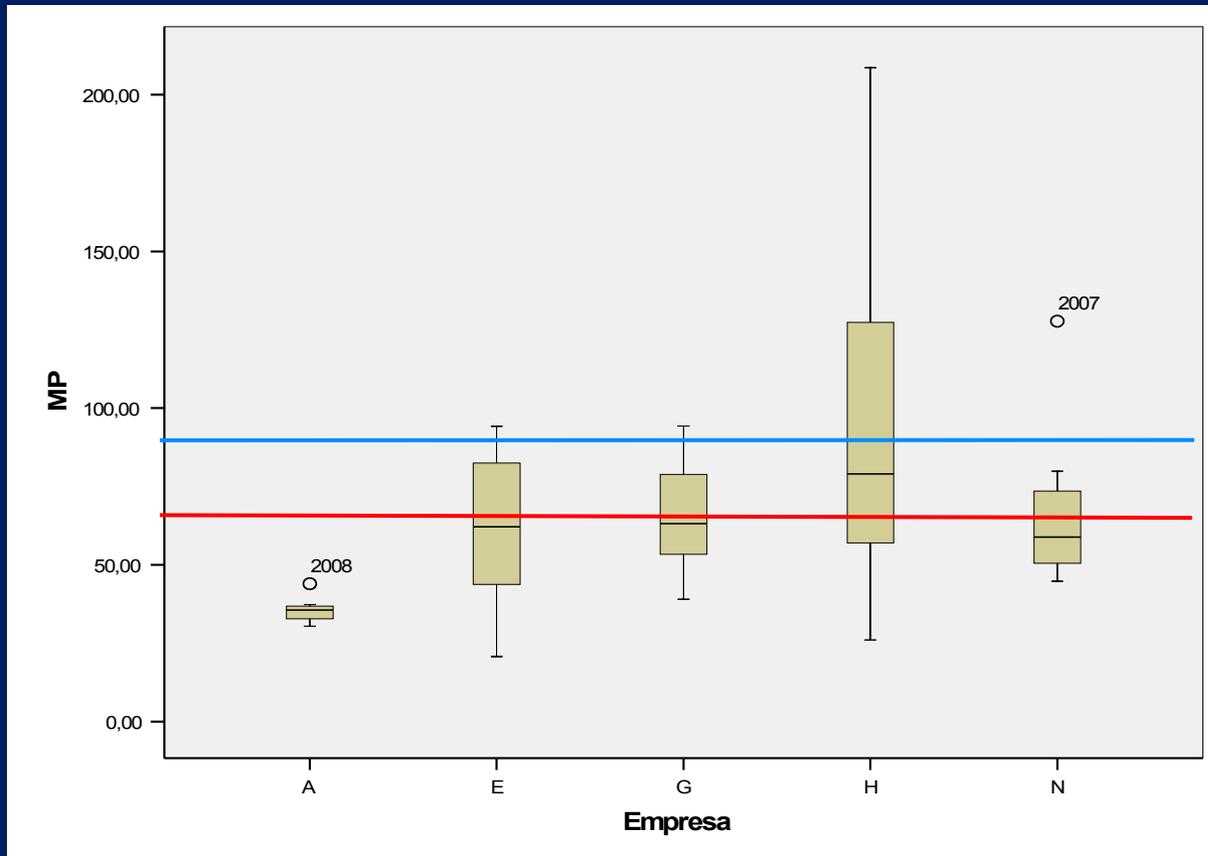


P95= 166 (com *outlier* e empresa "O")

Figura 3 – Gráfico em caixa emissão MP da sinterização primária das empresas "A", "E", "G", "H", "N" e "O"

2. SINTERIZAÇÃO

Despoeiramento Primário



P95= 166
(c/ outlier e empresa "O")

P95= 135
(sem a empresa "O")

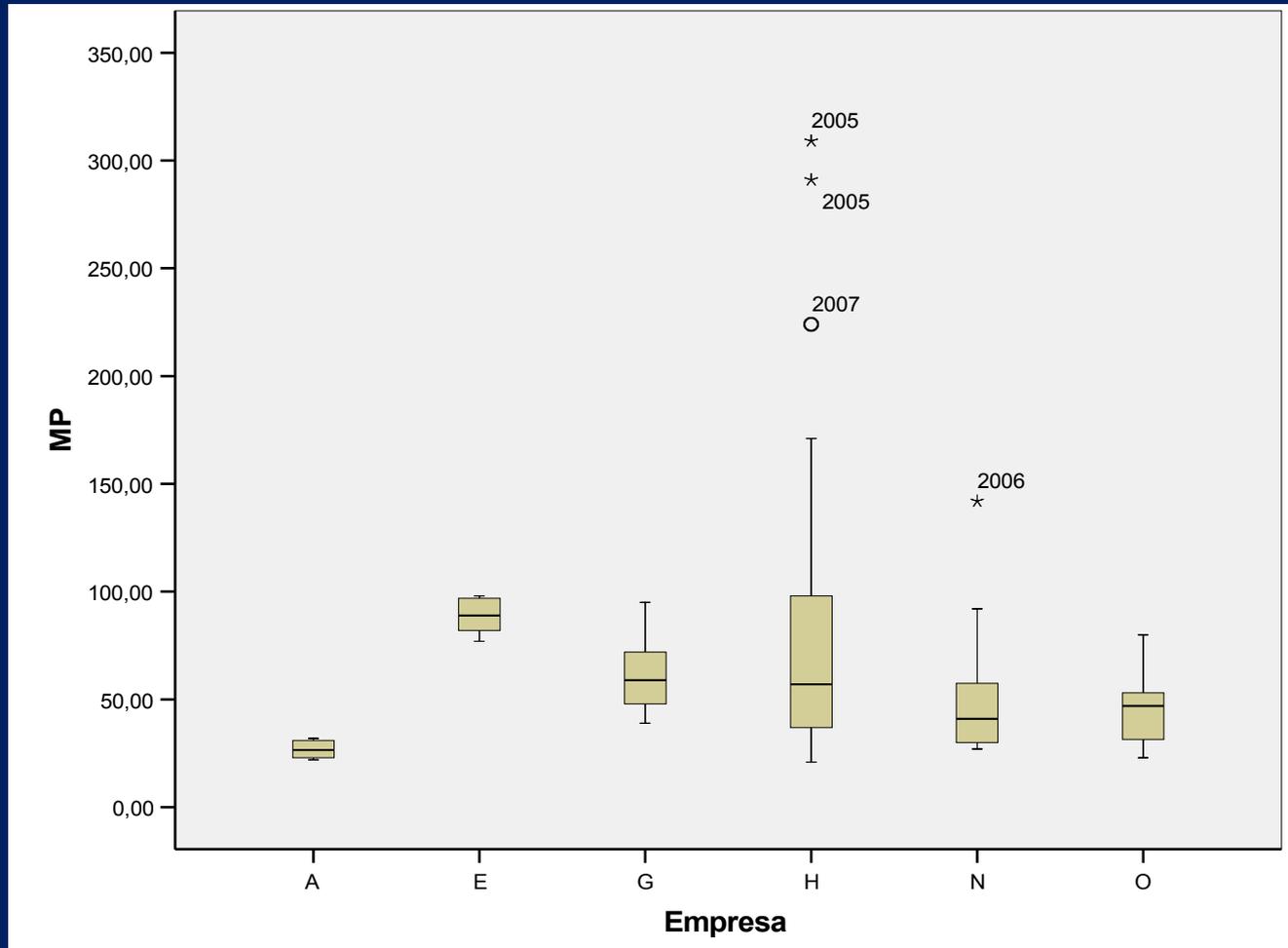
Linha azul = padrão proposto

Linha vermelha = CONAMA 382

Figura 4 – Gráfico em caixa emissão MP da sinterização primária das empresas "A", "E", "G", "H" e "N" (exceto a "O")

3. SINTERIZAÇÃO

Despoeiramento secundário



P95= 108
(com outlier)

Figura 5 – Gráfico em caixa de emissão MP sist. Desp. Sec. Sinterização empresas “A”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”

3. SINTERIZAÇÃO

Despoeiramento secundário

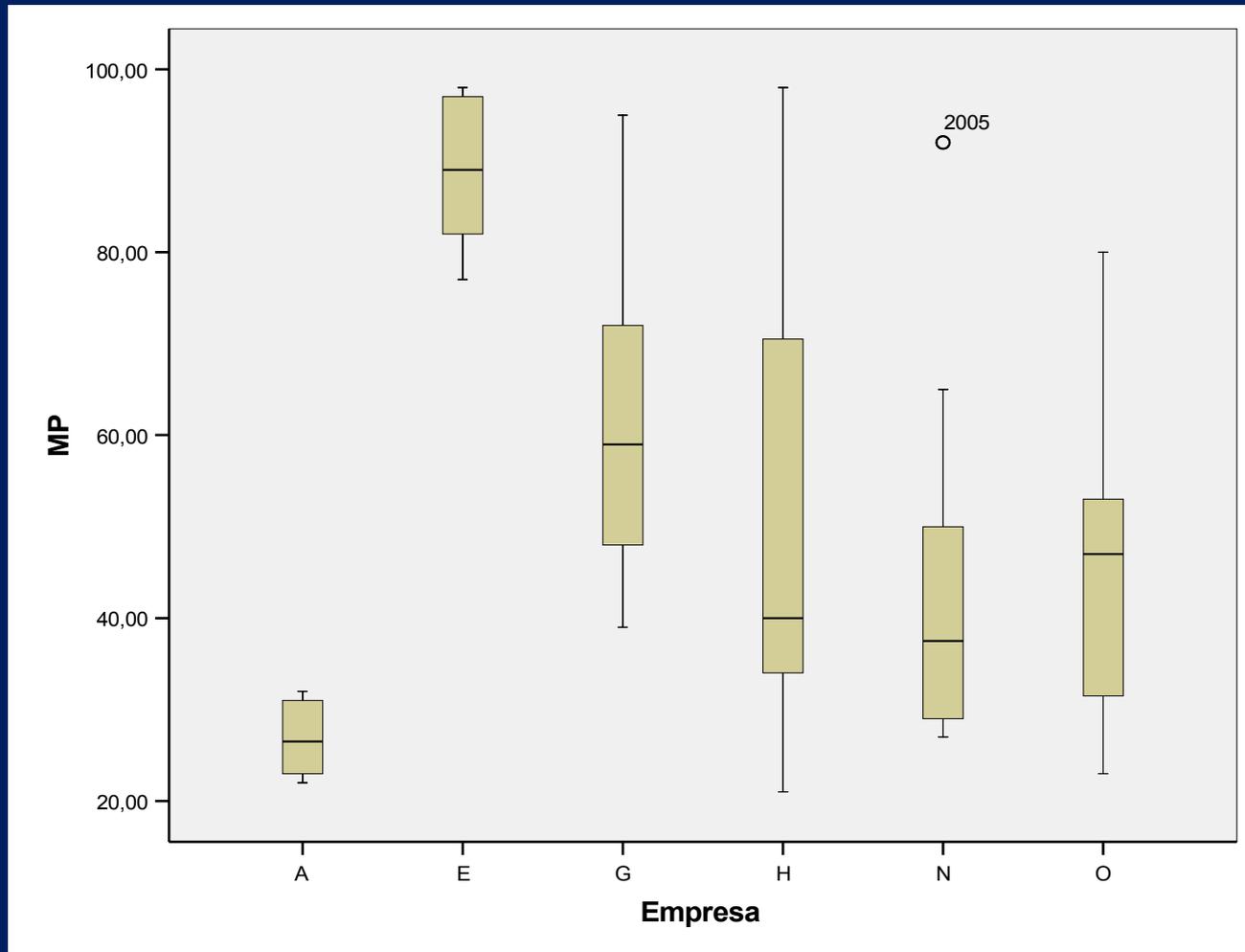
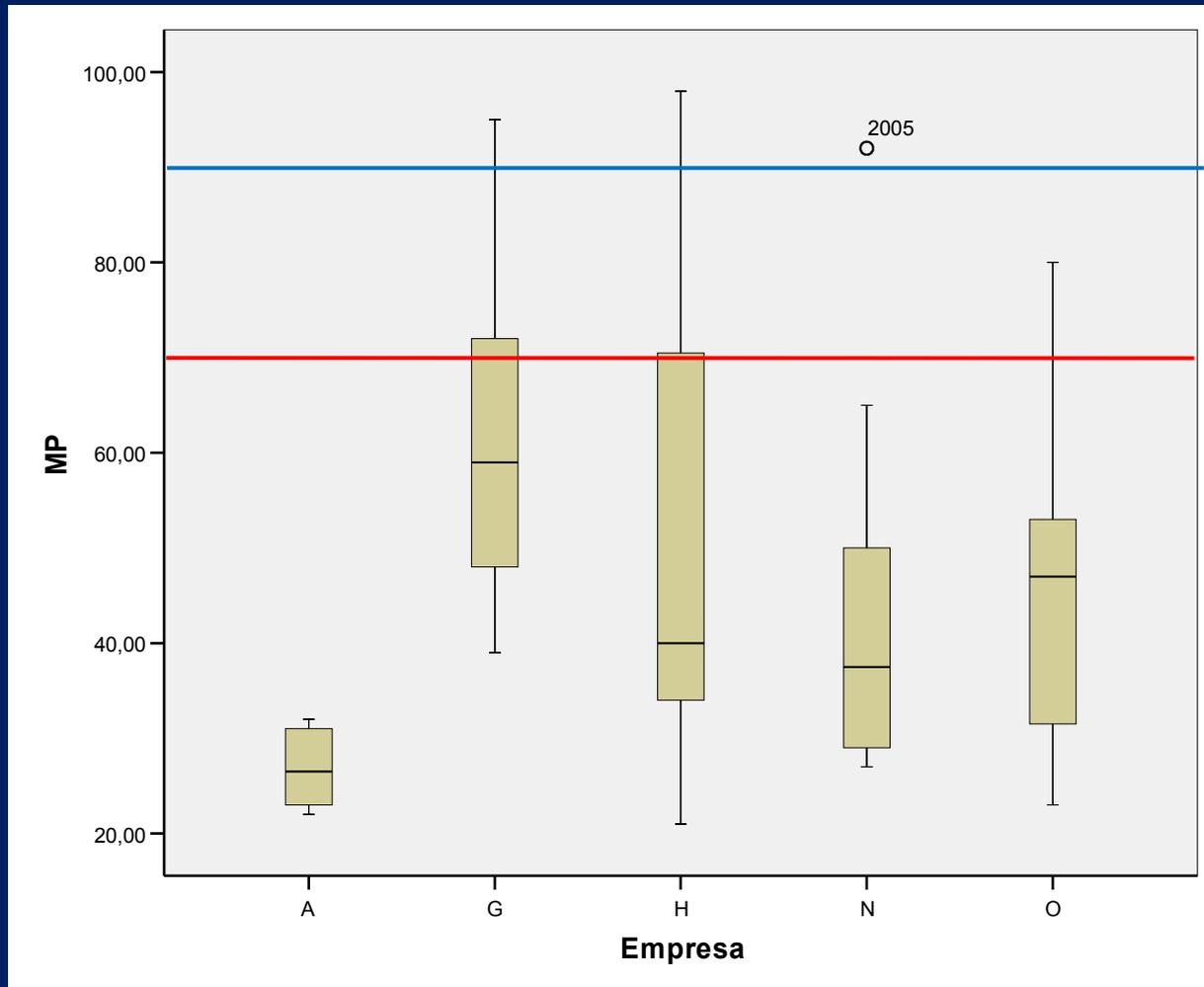


Figura 6 – Gráfico em caixa de emissão MP sist. Desp. Sec. Sinterização empresas “A”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O” – freq. ≤ 100

3. SINTERIZAÇÃO

Despoeiramento secundário



Linha azul = padrão proposto

Linha vermelha = CONAMA 382

P95= 108 (c/ outlier)

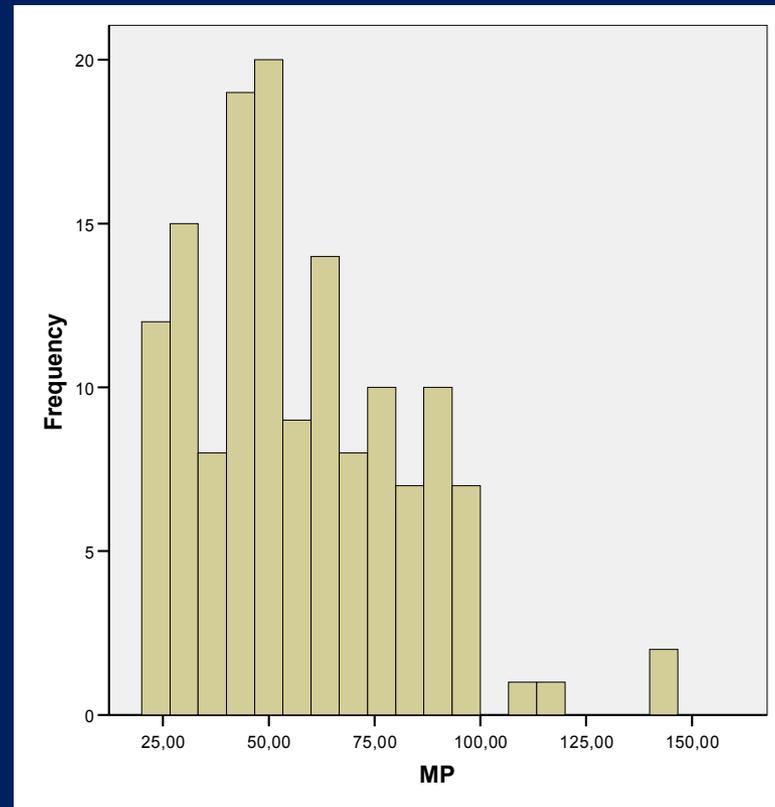
P95= 90 (s/ outlier e sem "E")

P95= 80 (s/ outlier , sem "E" e 2 dados da H – classe vazia)

Figura 8 – Gráfico em caixa emissão MP sist. sec. Desp. Sinterização empresas "A", "G", "H", "N" e "O" – freq. ≤ 100

3. SINTERIZAÇÃO

Despoeiramento secundário



Média = 57,38

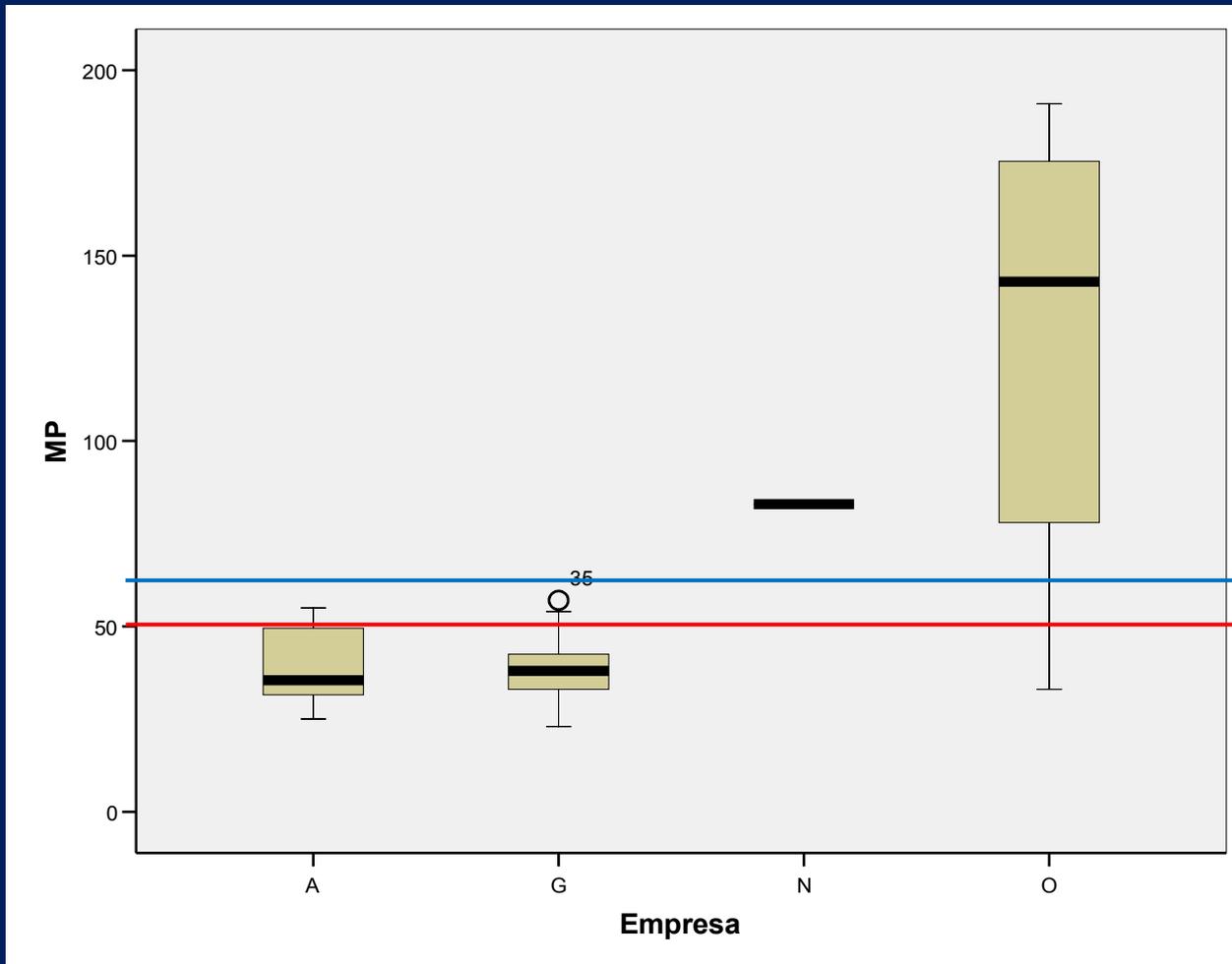
Desvio Padrão = 24,59

N = 143

Figura 7 – Gráficos em histograma das emissões de MP sist. Desp. Secundário Sinterização das empresas “A”, “G”, “H”, “N” e “O”, exceto a “E”, sem outliers

4. COQUERIA

Queima de Gases Siderúrgicos



P95= 148 (c/ outlier)

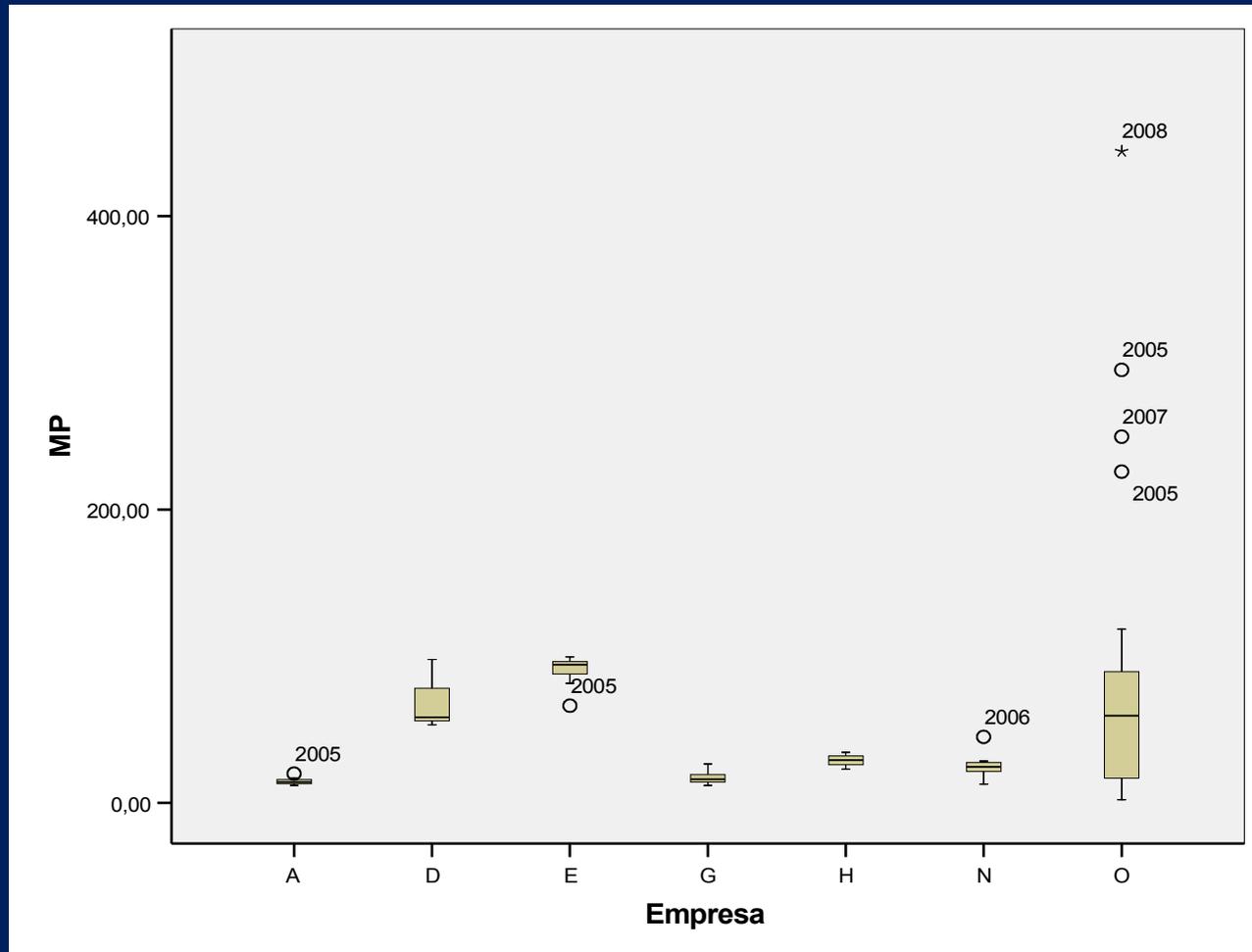
P95= 50 (sem "N" e "O")

Linha azul = padrão proposto

Linha vermelha = CONAMA 382

Figura 10 – Gráfico em caixa de emissão MP câmara dos fornos a coque das empresas "A", "G", "N" e "O"

5. CENTRAL TERMELÉTRICA - Caldeira Queima de Gases Siderúrgicos

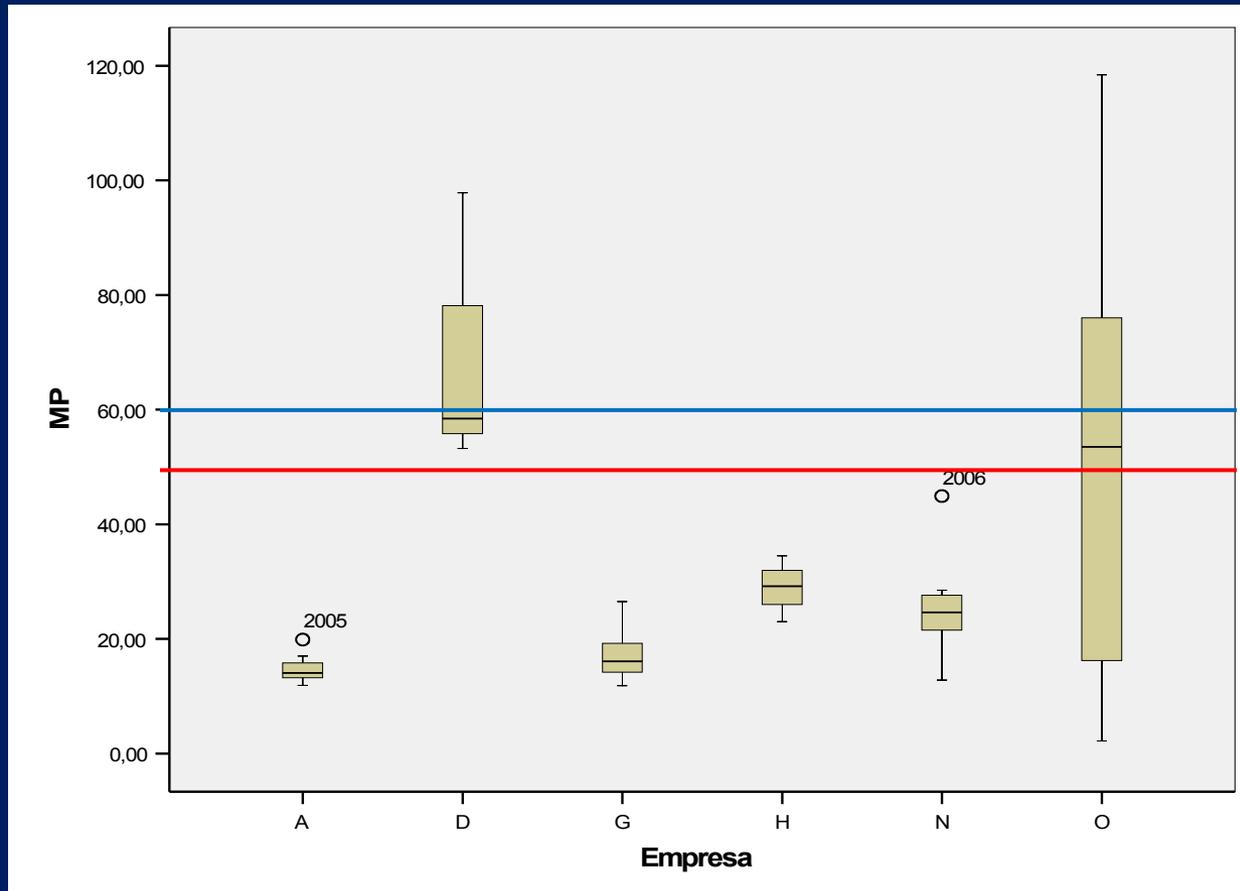


P95= 98 (c/ outlier e com a empresa "E")

Figura 11 – Gráfico em caixa emissão MP caldeira centrais termelétricas das empresas "A", "D", "E", "G", "H", "N" e "O"

5. CENTRAL TERMELÉTRICA - Caldeira

Queima de Gases Siderúrgicos



P95= 98 (c/ outlier)

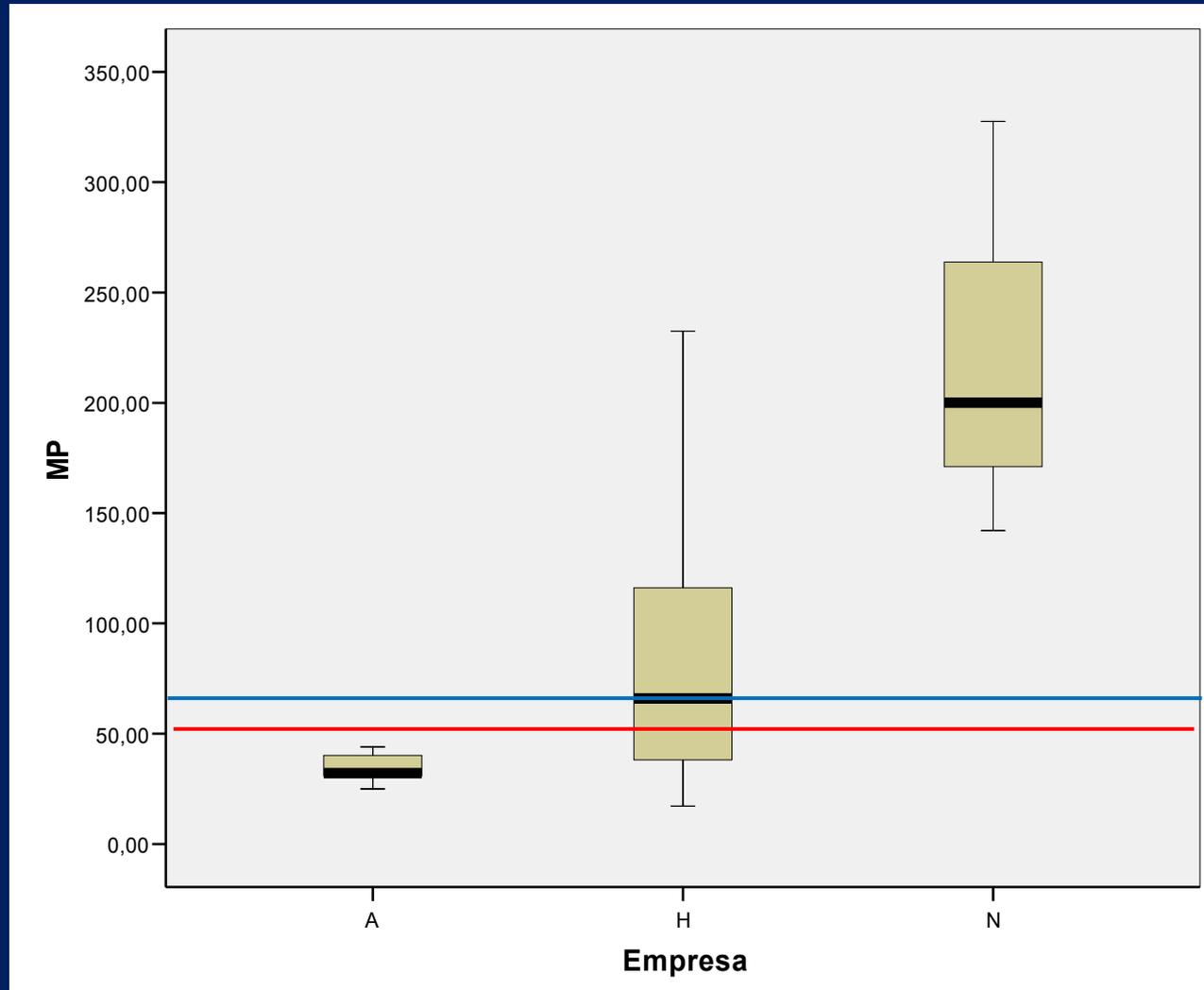
P95= 88
(sem outlier e sem "E")

Linha azul = padrão proposto

Linha vermelha = CONAMA 382

Figura 12 – Gráfico em caixa emissão MP caldeira centrais termelétricas das empresas "A", "D", "E", "G", "H", "N" e "O" – freq ≤ 200

LAMINAÇÃO - Reaquecimento de Placas Queima de Gases Siderúrgicos



P95 = 223 (com "N")

P95 = 172 (sem "N")

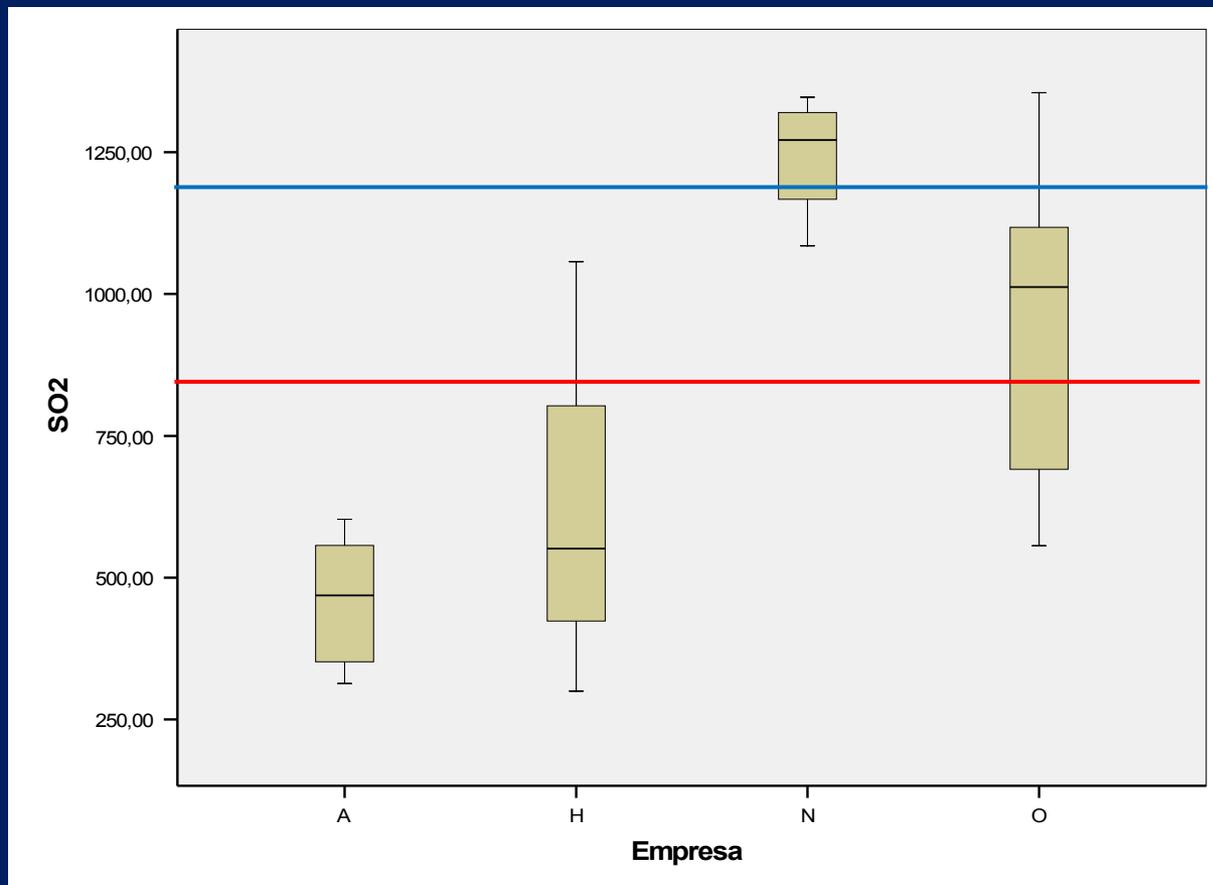
Linha azul = padrão proposto

Linha vermelha = CONAMA 382

Figura 13 – Gráfico em caixa emissão MP – laminação

LAMINAÇÃO - Reaquecimento de placas

Queima de Gases Siderúrgicos



Linha azul = padrão proposto

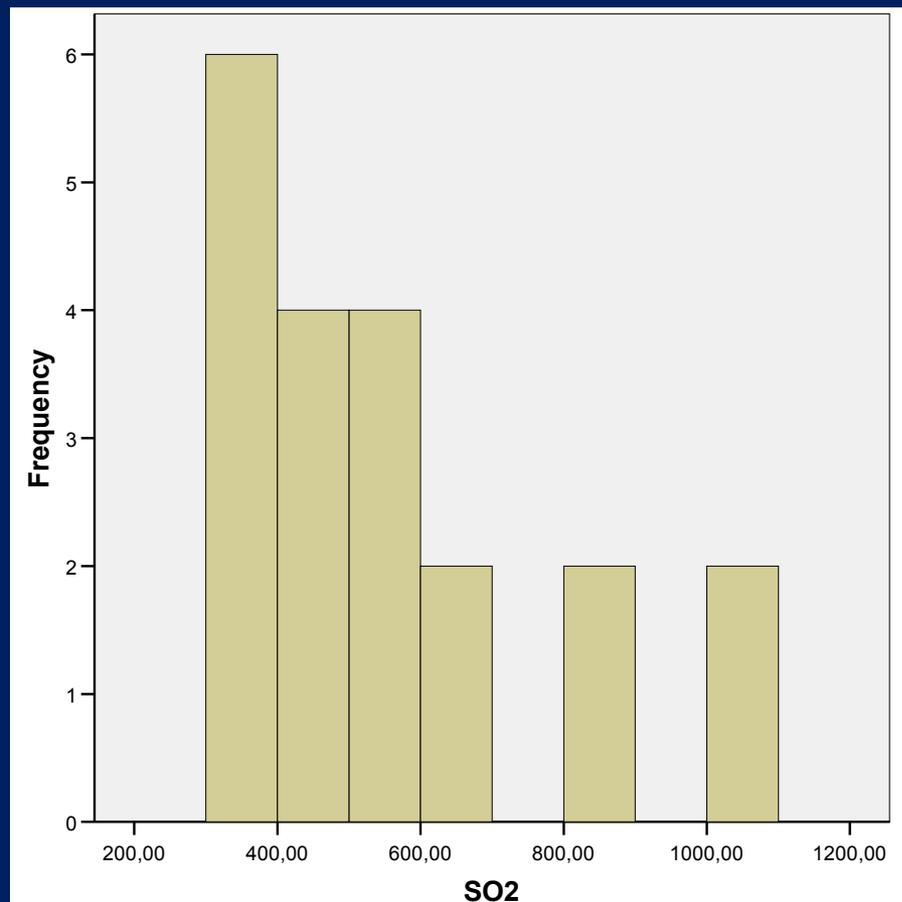
Linha vermelha = CONAMA 382

P95= 1300 (com *outlier*)

P95= 1021 (sem "N")

Figura 14 – Gráfico em caixa - emissão de SO₂ da unidade de laminação das empresas "A", "H", "N" e "O"

7. LAMINAÇÃO - Reaquecimento de Placas Queima de Gases Siderúrgicos



P95= 800 (sem “N” e “O”
e retirada de classe vazia)

Figura 15 – Gráfico em histograma das emissões de SO₂ da unidade de laminação das empresas “A”, “H” e “O”

ANÁLISE DO SISTEMA DE CONTROLE

Filtro de Manga

- **Instalados nas Unidades:** coqueria, sinterização, alto-forno, aciaria LD e fornos elétricos a arco.
- **Concentração de saída:** 50 mg/Nm³ (garantia fornecedores)
- **A eficiência depende:**
 - granulometria, corrosividade, abrasividade das partículas, etc.
- **Sistema de limpeza:** por *shaker*
- **Elementos filtrantes:**
 - grande desgaste dos meios filtrantes.
 - dimensionamento e distribuição interna dos gases são fatores limitantes da vida útil e performance em geral.
- **Desvantagem:**
gases à altas temperaturas e elevado teor de umidade do material.

Precipitador Eletrostático

- **Instalados nas Unidades:** sinterização, pelotização, alto-forno.
- **Concentração de saída:** 70 mg/Nm³ (garantia fornecedores equipamentos novos)
- **Fatores de instabilidade na operação:**
 - Resistividade dos diferentes tipos de matérias-primas e combustíveis (qto > a resistividade < a eficiência);
 - Queda na eficiência de captação durante o batimento das placas do último campo, com conseqüente aumento de emissão nestes períodos. Esses picos de emissão causam grandes flutuações nos valores das medições;
 - Envelhecimento do precipitador - 8 ou 10 anos de uso não apresetna eficiência inicial de projeto;
 - Alta taxa de reciclagem de resíduos nos processos de sinterização causa alterações na resistividade e em outras características das partículas (Brasil).

Lavadores de Gases

- eficiência limitada;
- perda de carga e consumo de água e energia;
- demanda de grande espaço físico);
- indicados quando os gases possuem altas temperaturas e características corrosivas ou explosivas;
- concentrações na faixa de 100 mg/Nm^3 ;
- mais utilizado na calcinação.

ANÁLISE DO SISTEMA DE CONTROLE

SINTERIZAÇÃO

- **Tecnologia existente:** Atualmente os sistemas de controle de emissões atmosféricas para Máquinas de Sinterização já possuem equipamentos e tecnologias reconhecidas e disponíveis no mercado, usualmente precipitadores eletrostáticos e até posterior filtro de manga onde se é exigido uma menor emissão.
- **Problema:** dificuldade de se adaptar essas tecnologias em plantas antigas, especificadas e montadas nos anos 70 e 80.
- **Projeto original:** Muitas unidades de sinterização não foram projetadas para emissões de material particulado abaixo de 100 mg/Nm^3 .
- **Redução das emissões:**
 - envolve grandes investimentos;
 - substituição dos atuais precipitadores por outros de melhor tecnologia e geralmente maiores;
 - em certas plantas é inviável a substituição devido a inexistência de espaço e *lay out implicando em alterações nos processos como novas rotas de tubulação, novos exaustores e novas formas de queima de gases*

ANÁLISE DO SISTEMA DE CONTROLE

COQUERIA

- **idade das plantas:** as coquerias convencionais do Brasil, originalmente instalada, tem mais de 25 anos.
- **aquecimento dos fornos:** é feito através de câmaras de combustão contíguas às paredes dos fornos.
- **material:** câmaras e fornos são construídas com tijolos refratários.
 - ➔ ocorrência de “micro fissuras” nas paredes de refratários com o passar dos anos;
 - ➔ emissão de MP diretamente para as chaminés;
 - ➔ dificuldade de controle do oxigênio, em função da vida útil das Coquerias;
 - ➔ minimização do problema: aplicação permanente de solda cerâmica (dry sealing), porém sem eliminá-las totalmente.
- **exaustão dos fornos:** não é forçada.
- **equipamentos pré-chaminé:** não são instalados equipamentos de controle ambiental anteriormente às chaminés.
- **Limite de emissão:** é extremamente difícil atender ao Limite de Emissão para fontes novas de 50 mg/Nm³ a 7 % de O₂, estabelecido na Res. CONAMA 382/2006.
- **Padrão Proposto:** 60 mg/Nm³

LAMINAÇÃO FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS

MP

CENTRAIS TERMELÉTRICAS CALDEIRAS

Queima dos gases siderúrgicos: (GCO, GAF e GAC)
Para reaquecimento de placas

Emissões: MP, SO₂ e NOx

Sistema de controle:

- não possuem equipamentos de controle de emissões;
- exaustão;
- controle do processo de combustão e boas práticas operacionais.

Gás mais utilizado nestas unidades: GCO (> teor de MP em sua composição), controle de combustão fica dificultado.

Limite de Emissão proposto: 60 mg/Nm³, similar ao valor proposto para as Chaminés de Coqueria.

Queima dos gases siderúrgicos: (GCO, GAF e GAC)
para aquecimento da caldeira para produção de vapor e de energia elétrica.

Emissões: MP, SO₂ e NOx

Sistema de controle:

- não possuem equipamentos de controle de emissões;
- exaustão;
- controle de combustão do processo e boas práticas operacionais.

Gás mais utilizado nestas unidades: GCO (> teor de MP em sua composição), controle de combustão fica dificultado.

Limite de Emissão proposto: 60 mg/Nm³, similar ao valor proposto para as Chaminés de Coqueria.

LAMINAÇÃO

FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS

- Emissão de SO₂ influenciada pelo teor de Enxofre (S) do GCO
- S provém:
 - carvão mineral (teor de S depende do tipo de carvão)
 - relação dos gases GCO, GAF e GAC utilizada no processo de combustão, uma vez que o teor de S do GAF é baixo.
- Gás Natural em substituição ao GCO não é solução para redução das emissões de SO₂, pois o GCO deverá ser queimado de qualquer forma, para evitar ser lançado *in natura* para a atmosfera
- Dessulfuração somente é recomendada quando há problemas de violação aos padrões de qualidade do ar.

SÍNTESE E COMPARAÇÃO COM PADRÕES ESTRANGEIROS

Unidade de Produção // Fontes de Emissão Pontual	Poluente	Padrão proposto x padrão CONAMA 382	Padrões USEPA, UNEP, TA LUFT
Alto-forno a Coque // Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	MP	<p>Padrão proposto: 50 mg/Nm³</p> <p>Padrão CONAMA 382 = 40 mg/Nm³.</p> <p>Percentual = 25% acima CONAMA 382</p>	
Sinterização // Sistema Primário de Despoeiramento	MP	<p>Padrão proposto: 90 mg/Nm³</p> <p>Padrão CONAMA 382 = 70 mg/Nm³.</p> <p>Percentual = 30% acima CONAMA 382</p>	<p>USEPA – Filtro de manga – 16 a 28 mg/Nm³</p> <p>UNEP: Precipitadores Eletrostáticos reduzem conc. a valores ≤ 50 mg/Nm³.</p> <p>TA Luft - Fontes existentes (c/ eletrofiltro): LME = 50 mg/Nm³ Fontes novas: LME = 20 mg/Nm³</p>
Sinterização // Sistema Secundário de Despoeiramento	MP	<p>Padrão proposto: 90 mg/Nm³</p> <p>Padrão CONAMA 382 = 70 mg/Nm³.</p> <p>Percentual = 30% acima CONAMA 382</p>	<p>UNEP: Precipitadores Eletrostáticos reduzem conc. a valores ≤ 50 mg/Nm³.</p> <p>TA Luft: Fontes existentes (com eletrofiltro): 50 mg/Nm³ Fontes novas: LME = 20 mg/Nm³.</p>
Coqueria // Câmara de Combustão dos Fornos de Coque. <u>Queima gases siderúrgicos</u>	MP	<p>Padrão proposto: 60 mg/Nm³</p> <p>Padrão CONAMA 382 = 50 mg/Nm³.</p> <p>Percentual = 20% acima CONAMA 382</p>	<p>TA Luft: Queima de gás de coqueria: LME = 9 mg/Nm³ a 7% de O₂</p>
Central Termelétrica // Caldeira <u>Queima Gases Siderúrgicos</u>	MP	<p>Padrão proposto: 60 mg/Nm³</p> <p>Padrão CONAMA 382 = 50 mg/Nm³.</p> <p>Percentual = 20% acima CONAMA 382</p>	<p>TA Luft: Instalações para geração de energia elétrica e vapor e outros por queima de combustível gasoso . LME = 4 mg/Nm³ a 5% O₂</p> <p>União Européia: Limites de emissão para qq equipamento onde sejam oxidados combustíveis p/ utilização do calor gerado em instalações existentes; Gases gerados ind. sider: 44 mg/Nm³ a 5</p>

SÍNTESE E COMPARAÇÃO COM PADRÕES NACIONAIS

Padrão Minas Gerais (1986)	Poluente	Padrão Minas Gerais (1986)	Padrão Rio de Janeiro (1986)	Padrão CONAMA 382 (2006)	Padrão Espírito Santo (2008)	Padrão Proposto (2010)
Alto-forno a Coque // Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	MP	100	50	40	50	50
Sinterização // Sistema primário de Despoeiramento	MP	100	100	70	50	90
Sinterização // Sistema Secundário de Despoeiramento	MP	100	100	70	50	90
Coqueria // Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	MP	150	70	50	60	60
Central Termelétrica // Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos	MP	100	-	50	60	60
Laminação // Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos	MP	150	-	50	60	60
Laminação // Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos	SO2	2500	-	800	1000	1200

CONCLUSÃO: PROPOSTA SUBGRUPO SIDERURGIA

Unidade de Produção	Fontes de Emissão Pontual	MP ⁽¹⁾	SO ₂	NO _x ⁽¹⁾	% O ₂
Coqueria	Sistema de Despoeiramento do Desenformamento	40	NA	NA	NA
	Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	60	800	700	7%
Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento	90	600	700	NA
	Sistema Secundário de Despoeiramento	90	NA	NA	
Alto-forno a Coque	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	50	NA	NA	
	Sistema de Despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	40	NA	NA	
Alto-Forno a Carvão Vegetal	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	50	NA	NA	
	Sistema de Despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	50	NA	NA	
Aciaria LD	Sistema Primário de Despoeiramento	80	NA	NA	
	Sistema Secundário de Despoeiramento	40	NA	NA	
	Sistema de Despoeiramento da Dessulfuração de Gusa	40	NA	NA	
	Sistema de Despoeiramento dos Fornos de Cal	100	NA	470	8%
Aciaria Elétrica	Sistema Primário e Secundário de Despoeiramento (2)	≤50 t/c:50	NA	NA	NA
		>50 t/c:40			
Laminação	Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos	60	1200	700	7%
Pelotização	Sistema de Exaustão do Forno de Pelotização	70	700	700	NA
Central Termelétrica	Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos	60	600	350	5%

CONCLUSÃO

Propõe-se ainda que o Anexo da Resolução CONAMA para fontes existentes para a siderurgia tenha a mesma redação e formatação do Anexo XIII da resolução CONAMA 382/2006, com exclusão do item 5, destacado abaixo:

5. *“O monitoramento das emissões das Câmaras de Combustão dos Fornos de Coque deverá ser feito na data da publicação desta Resolução, com frequência quadrimestral e durante três anos, a partir do ano de 2007, com envio dos resultados e do relatório das medições ao órgão ambiental licenciador.”*