



**PROPOSIÇÃO DE LIMITES
MÁXIMOS DE EMISSÃO
DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS
DE FONTES FIXAS EXISTENTES PARA
A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA
EM NÍVEL NACIONAL**

JUSTIFICATIVA TÉCNICA

Rio de Janeiro 29 de novembro de 2020

1. Objetivo

O trabalho tem como objetivo fornecer ao CONAMA subsídios para a elaboração de padrões de emissão de poluentes do ar para a siderurgia tendo como base levantamento do que está sendo praticado no Brasil, em termos de exigências dos órgãos de controle, por meio de levantamento bibliográfico e também considerando as informações técnicas e mensurações efetuadas no país.

2. Perfil da Indústria do Aço

2.1. Panorama Internacional

O Brasil ocupou, em 2009, a nona posição no ranking da indústria de aço mundial, com uma produção de 26,5 milhões de toneladas, o que representou, aproximadamente, 2,2% da produção mundial de aço (ver Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 1
Produção de Aço - Siderurgia Brasileira e Mundial

Unid.: 10⁶ t

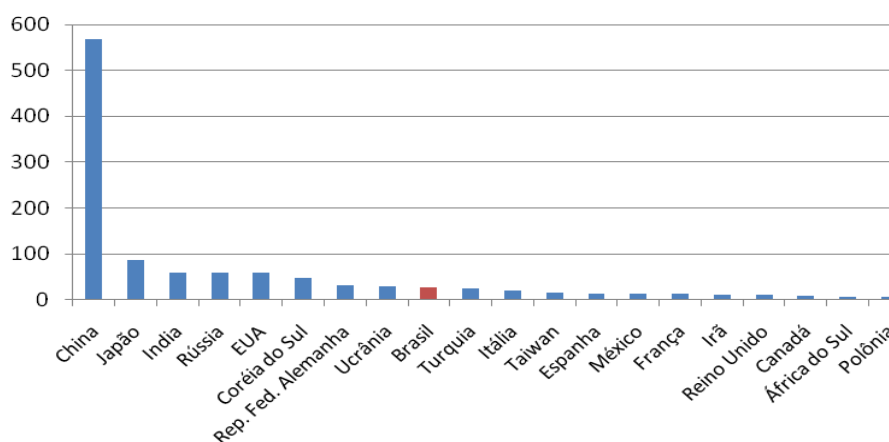
Produção de Aço Bruto	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Mundial - (A)	848,9	1.144,3	1.246,9	1.351,53	1.329,1	1.223,7
América Latina -(B)	56,1	62,9	62,7	67,2	65,7	53,0
Brasil - (C)	27,9	31,6	30,9	33,8	33,7	26,5
C/A (%)	3,3	2,8	2,5	2,5	2,5	2,2
C/B (%)	49,7	50,2	49,3	50,3	51,3	50,0
Posição Relativa do Brasil no Mundo	8º	9º	10º	9º	9º	9º

Fonte: WSA/ILAFA/IABr

Figura 1

Produção mundial total = 1.223,7 milhões toneladas

20 Maiores Produtores de Aço no Mundo em 2009 (10⁶t)



Fonte: WSA/ILAFA/IABr

O Brasil é o maior produtor de aço na América Latina (50% da produção total de aço bruto da região), seguido do México e Argentina, com 27 e 8 %, respectivamente (Tabela 2 e Figura2).

Tabela 2

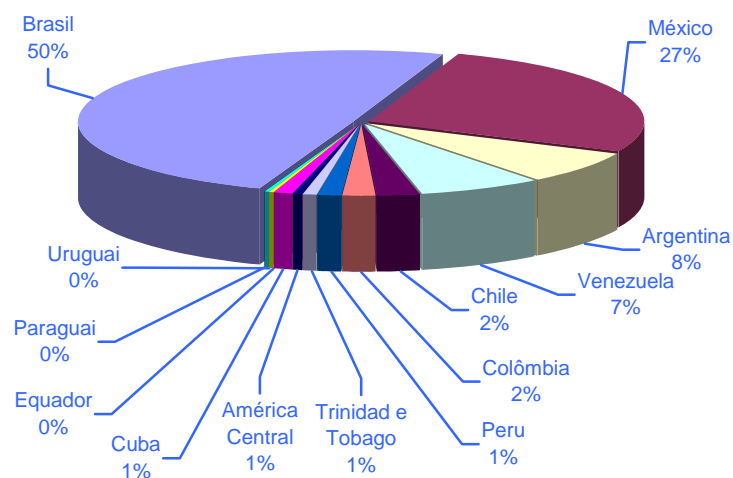
Produção de Aço Bruto da América Latina

País	Unid. : 10 ³ t					
	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Brasil	27.865	31.610	30.901	33.782	33.716	26.506
México	15.631	16.195	16.313	17.563	17.230	14.257
Argentina	4.479	5.380	5.572	5.387	5.543	4.014
Venezuela	3.835	4.907	4.693	5.005	4.225	3.808
Chile	1.352	1.540	1.607	1.679	1.523	1.308
Colômbia	660	1.007	1.211	1.245	1.053	1.053
Peru	751	790	901	881	1.001	718
Trinidad e Tobago	742	712	673	695	489	417
América Central	246	255	364	422	321	275
Cuba	336	245	257	268	279	267
Equador	58	82	86	87	259	259
Uruguai	38	64	57	71	57	57
Paraguai	77	101	103	95	59	54
Total	56.070	62.888	62.738	67.180	65.755	52.993

Fonte: WSA/ILAFA/IABr

Figura 2

Participação dos Países na Produção de Aço na América Latina



Fonte: WSA/ILAF/AIABr

2.2. Panorama Nacional

A siderurgia brasileira contribuiu, em 2009, com 0,8 % do produto interno bruto - PIB. Seu faturamento foi da ordem de US\$ 28 bilhões, e recolheu US\$ 6,1 bilhões em impostos. Contribuiu positivamente para a balança comercial com US\$ 1,9 bilhões/ano, além de ter gerado cerca de 116.409 empregos diretos.

Em 2009, o setor siderúrgico era constituído por 27 usinas, administradas por 13 empresas. Estava presente em 10 estados: Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Ceará e Pará (Ver Figura 4).

A Tabela 3 e Figura 3 apresentam a produção de aço bruto por estado.

Tabela 3

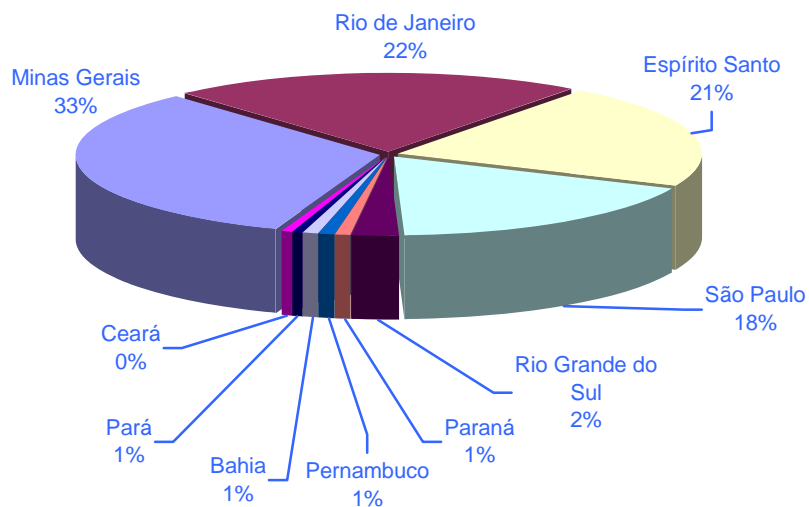
Distribuição Regional da Produção de Aço Bruto - 2009

Estado	10 ³ t	Participação
		(%)
Minas Gerais	8.705	32,8
Rio de Janeiro	5.837	22
Espírito Santo	5.638	21,3
São Paulo	4.754	17,9
Rio Grande do Sul	604	2,3
Paraná	284	1,1
Pernambuco	212	0,8
Bahia	187	0,7
Pará	181	0,7
Ceará	128	0,5
Brasil	26.506	100

Fonte: IABr

Figura 3

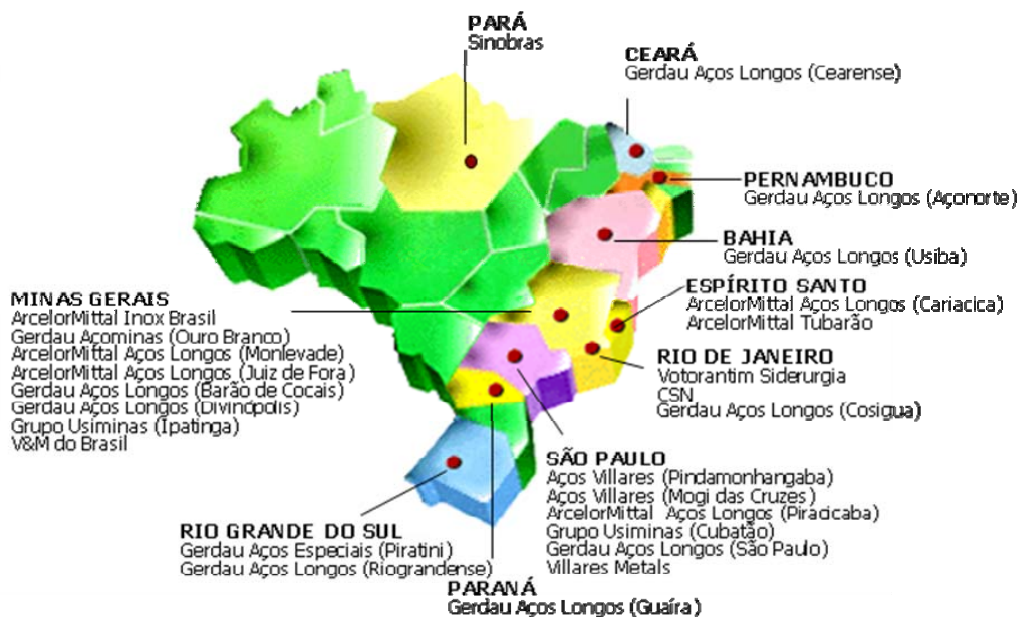
Participação dos Estados na Produção de Aço Brasileira em 2009



Fonte: IABr

Figura 4

Parque Siderúrgico no Brasil
Produção de aço bruto em 2009: 26,5 milhões de toneladas



Fonte: IABr

Apresenta-se, a seguir, na **Tabela 4** a produção de aço bruto de cada uma dessas empresas.

Tabela 4
Produção de Aço Bruto por Empresa 2000 - 2009

Unid: 10 ^{3t}						
Empresa	2000	2005	2006	2007	2008	2009
ArcelorMittal Aços Longos	2.571	3.272	3.569	3.739	3.502	3.171
ArcelorMittal Inox Brasil	856	753	810	797	770	607
ArcelorMittal Tubarão	4.752	4.850	5.136	5.692	6.177	5.334
CSN	4.782	5.201	3.499	5.323	4.985	4.375
Gerdau	6.681	7.569	7.698	8.111	8.711	6.105
Sinobras	-	-	-	-	42	181
Grupo Usiminas	7.184	8.661	8.770	8.675	8.022	5.673
V&M do Brasil	519	592	659	686	655	387
Villares Metals	95	133	122	135	140	92
Votorantim Siderurgia	393	579	638	624	712	617
TOTAL	27.833	31.610	30.901	33.782	33.716	26.542

Fonte: IABr

Nota: Correspondem à produção de aço em lingotes + produtos de lingotamento contínuo + aço para fundição.

O parque produtor brasileiro conta com 13 usinas integradas e 14 semi-integradas, conforme apresentado na **Tabela 5**, a seguir.

Tabela 5
Parque Siderúrgico Brasileiro - 2009

Tipo	Produto	Usinas Siderúrgicas
USINAS INTEGRADAS	LAMINADOS PLANOS	ArcelorMittal Inox Brasil (Timóteo/MG), ArcelorMittal Tubarão (Serra /ES), CSN (Volta Redonda /RJ), Grupo Usiminas (Ipatinga /MG e Cubatão /SP), ThyssenKrupp CSA Siderúrgica do Atlântico (Rio de Janeiro/RJ)
	LAMINADOS LONGOS	ArcelorMittal Aços Longos (Monlevade/MG), Gerdau Açominas (Ouro Branco/MG), Gerdau Aços Longos (Barão de Cocais/MG, Divinópolis/MG, Usiba/BA), V&M do Brasil (Belo Horizonte /MG), Siderúrgica Norte Brasil S. A. - Sinobras (Marabá/PA)
USINAS SEMI-INTEGRADAS	LAMINADOS LONGOS	Aços Villares (Pindamonhangaba/SP, Mogi das Cruzes/SP), Votorantim Metais (Barra Mansa /RJ), ArcelorMittal Aços Longos (Piracicaba/SP, Cariacica/ES, Juiz de Fora/MG), Gerdau Aços Longos (Açonorte/PE, Cearense/CE, Cosigua/RJ, Guaíra/PR, São Paulo/SP, Riograndense/RS), Gerdau Aços Especiais (Piratini/RS), Villares Metals (SP)

A produção brasileira de aço bruto por grau de integração é mostrada na **Tabela 6** a seguir. Nas **Tabelas 7 e 8** a produção brasileira está apresentada por tipo de processamento de ferro gusa e por tipo de aciaria, respectivamente.

Tabela 6

Produção Brasileira de Aço Bruto - 2009

Configuração Técnica das Usinas	10 ³ t	Participação (%)
Integradas	20.684	78,0
Semi-Integradas	5.822	22,0
TOTAL	26.506	100,0

Fonte: IABr

Tabela 7

Produção de Ferro-Gusa por Processo - 2009

Unid.: 10³t

Ano	Alto Forno		Total
	Coque	Carvão Vegetal	
2009	18.995	6.140	25.135

Fonte: IABr

Tabela 8

Produção de Aço Bruto por Tipo de Aciaria - 2009

Processo de Aciaria	10 ³ t	Participação (%)
Sopro de Oxigênio (BOF)	19.662	74,1
Arco Elétrico (EAF)	6.349	24,0
EOF	495	1,9
TOTAL	26.506	100,0

Fonte: IABr

3. Descrição das Tecnologias Utilizadas para a Produção de Aço

A produção de aço no país é feita, essencialmente, segundo duas rotas tecnológicas: integrada e semi-integrada.

As usinas integradas produzem aço a partir do minério de ferro, reduzido em altos fornos para produção de ferro gusa que é, a seguir, encaminhado às aciarias para obtenção do aço líquido e posteriores processos de conformação e acabamento dos produtos.

Já as usinas semi-integradas utilizam primordialmente a sucata de ferro e aço, que é fundida em fornos elétricos a arco e posteriormente segue para processamento similar ao das usinas integradas.

Em termos gerais, o processo siderúrgico de uma usina integrada (**Figura 5**) envolve as seguintes operações principais: (1) produção de coque; (2) produção de sinter; (3) produção do ferro; (4) preparação do ferro; (5) produção do aço; (6) preparação de produtos semi-acabados; (7) preparação de produtos acabados; (8) suprimento de energia e calor; e (9) manuseio e transporte de matérias primas, produtos intermediários e resíduos. Compreendendo quatro grandes etapas:

- **Preparação do minério e do carvão**

A parte do minério de ferro que se encontra na forma de finos, com granulometria imprópria para utilização direta no alto forno, é submetida a processos de aglomeração (sinterização ou pelotização) para a formação do sinter e das pelotas que, juntamente com o minério granulado, são carregados no alto forno.

O carvão mineral, que contém um conjunto de elementos indesejáveis à produção do aço, é aquecido em fornos especiais (coquerias) onde os compostos voláteis são removidos e o produto da queima (coque) é utilizado como combustível e redutor no alto forno.

- **Redução do minério de ferro**

Consiste na remoção do oxigênio contido nos óxidos do minério por ação dos redutores - coque ou carvão vegetal. Esta operação é realizada nos altos fornos (a coque ou a carvão vegetal) ou em fornos elétricos de redução. O produto obtido nesta etapa é uma liga ferro carbono, com teor de carbono variando entre 1,7 a 6,67%, denominada ferro-gusa, que ainda contém impurezas como fósforo, enxofre e sílica.

- **Refino**

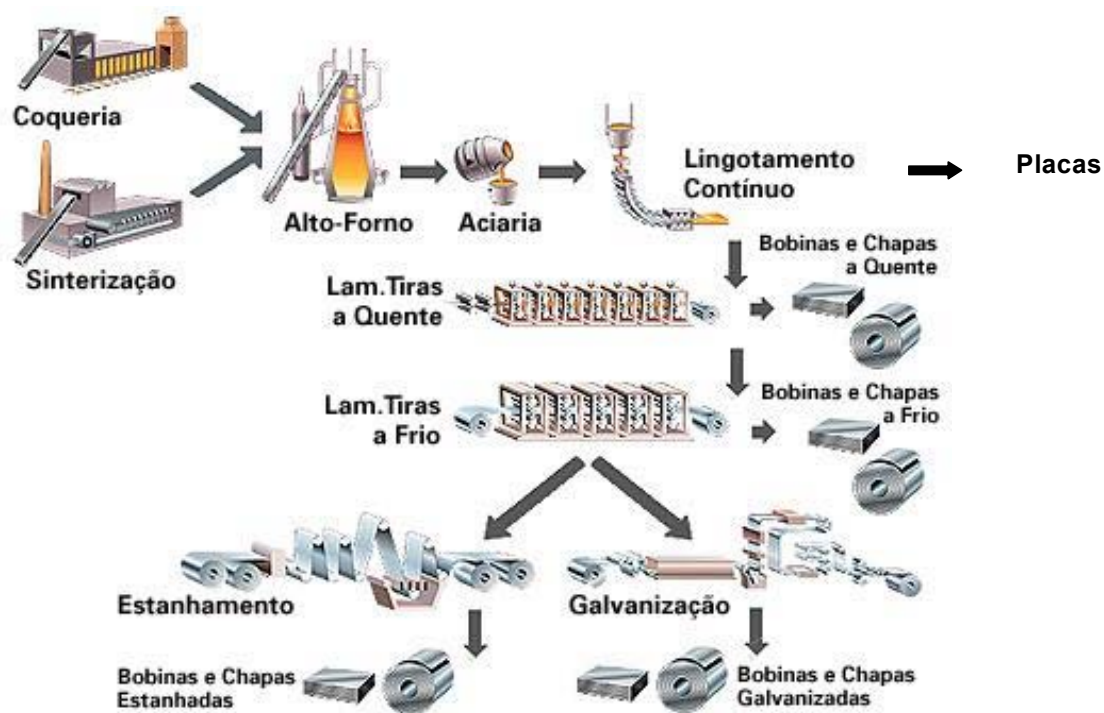
É realizado para diminuir o teor de carbono e das impurezas, presentes no ferro-gusa, até valores específicos para os diferentes tipos de aço. Esta transformação do ferro-gusa em aço (Refino) é realizada nas aciarias, sendo as mais utilizadas aquelas que empregam o arco elétrico (Fornos Elétricos a Arco) e o sopro de oxigênio (BOF - Basic Oxygen Furnance).

- **Conformação Mecânica**

O aço produzido nas aciarias é vazado em lingoteiras, solidificando-se na forma de lingotes ou em máquinas de lingotamento contínuo, onde é cortado já na forma de produtos semi-acabados (placas ou tarugos). Os produtos resultantes do lingotamento convencional ou contínuo são transformados mecanicamente, por meio da laminação, forjamento e outros processos mecânicos, em grande variedade de produtos tais como: bobinas, barras, chapas, vergalhões, fio-máquina, perfis e outros.

Figura 5

Configuração Integrada



Fonte: Guimarães e Klüppel (2001)

Os parâmetros mínimos recomendados pela Resolução Conama 382/2006 para monitoramento e controle das emissões de fontes novas e adotados para fontes existentes da siderurgia são: material particulado (MP), óxidos de nitrogênio e dióxido de enxofre. Os tipos de poluentes emitidos por unidade produtiva são mostrados na [Tabela 9](#) abaixo:

Tabela 9

Poluentes Controlados na Emissão por Unidade Produtiva

Unidade Produtiva	Poluente Emitido
Coqueria	Material particulado, SO ₂ , NO _x
Sinterização / Pelotização	Material particulado, SO ₂ , NO _x
Alto Forno	Material particulado
Aciaria LD	Material particulado
Forno Elétrico à Arco	Material particulado
Laminação	Material particulado, SO ₂ , NO _x
Centrais Termelétricas	Material particulado, SO ₂ , NO _x

4. Descrição das Principais Fontes de Emissão da Siderurgia

As fontes de emissão definidas a partir da Resolução Conama 382/2006 constam da [Tabela 10](#) a seguir.

Tabela 10

Caracterização das Fontes de Emissão da Siderurgia

Unidade de Produção	Fontes de Emissão	Descrição da Emissão
COQUERIA	Câmaras de Combustão	Gases de combustão do processo de aquecimento dos fornos de coque
	Desenformamento da Coqueria	Material particulado gerado no processo de desenformamento de coque
SINTERIZAÇÃO	Sistema Principal (Primário)	Material particulado e gases gerados na máquina de produção sinter
	Sistema Secundário	Material particulado gerado nos processos de peneiramento, britagem e transferência do sinter
ALTO FORNO A COQUE	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	Material particulado gerado nos processos de manuseio, carregamento e descarregamento dos silos de matérias primas
	Sistema de Despoeiramento da Casa de Corrida	Material particulado gerado durante o vazamento de gusa dos fornos e carregamento de carros torpedo
ALTO FORNO A CARVÃO VEGETAL	Casa de Estocagem	Material particulado gerado nos processos de manuseio, carregamento e descarregamento dos silos de matérias primas
	Casa de Corrida	Material particulado gerado durante o vazamento de gusa dos fornos e carregamento de carros torpedo
ACIARIA LD	Sistema de Dessulfuração de Gusa	Material particulado gerado no processo de redução de enxofre do gusa
	Conversor	Material particulado gerado nos processos de: basculamento e pesagem de gusa; remoção de escória; carregamento de sucata e gusa no convertedor; vazamento de aço
ACIARIA ELÉTRICA	Forno Elétrico: Sistema de Despoeiramento Primário	Material particulado gerado nos processos de fundição de sucata e refino do aço
	Forno Elétrico Sistema de Despoeiramento Secundário	Material particulado gerado nos processos de: carregamento de sucata, emissões fugitivas da fundição de sucata e refino do aço, vazamento de aço
LAMINAÇÕES	Fornos de Reaquecimento	Gases de combustão do processo de aquecimento dos fornos de produtos à laminar
CTE - CENTRAIS TERMELÉTRICAS	Caldeiras	Gases de combustão do processo de geração de energia a partir da queima de gases e óleos em caldeiras
PELOTIZAÇÃO	Forno de Queima	Material particulado e gases gerados no forno de produção de pelotas
	Sistema de Peneiramento	Material particulado gerado nos processos de peneiramento, de pelotas queimadas

5. Tecnologias de Controle de Emissão de Poluentes Atmosféricos

Na análise das melhores tecnologias de controle aplicáveis e em uso no Brasil para o controle das emissões de poluentes atmosféricos nas diversas unidades de processo das usinas siderúrgicas, foram considerados os seguintes sistemas:

5.1. Controle de Material Particulado

a) Filtro de Mangas: a eficiência deste equipamento depende das características das partículas - granulometria, corrosividade, abrasividade, etc., bem como da qualidade dos elementos filtrantes. Na siderurgia as emissões de poeira apresentam baixa granulometria e alta abrasividade. Desta maneira ocorre um grande desgaste dos meios filtrantes. Em geral, os fornecedores de equipamentos, devido à qualidade das mangas existentes no país, garantem valores de emissão de 50 mg/Nm^3 . As unidades de processo onde comumente são instalados filtros de manga são: coqueria, sinterização, alto forno, aciaria LD e fornos elétricos a arco.

Os filtros de mangas possuem limitações técnicas para aplicação em gases à altas temperaturas e elevado teor de umidade.

b) Precipitador Eletrostático: vários fatores causam instabilidade na operação dos precipitadores, tais como:

- Resistividade dos diferentes tipos de particulados em função das matérias primas e combustíveis (quanto maior a resistividade, menor 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 - não é garantido que equipamentos com mais de 8 ou 10 anos de uso consigam atingir a eficiência de projeto; e
- A alta taxa de reciclagem de resíduos nos processos de sinterização e pelotização comumente utilizada no Brasil causa alterações na resistividade e em outras características das partículas

Desse modo, os fornecedores desse equipamento, quando para emprego nas unidades de sinterização e pelotização, garantem valores de emissão na faixa de 70 mg/Nm^3 para novos equipamentos.

c) Lavador: Os lavadores de gases são equipamentos de eficiência limitada para controle de emissão de partículas. São, entretanto ainda indicados quando os gases possuem altas temperaturas e características corrosivas ou explosivas.

"A eficiência dos lavadores é função da perda de carga e, conseqüentemente, do consumo de energia. Seu desempenho fica, também, limitado pelo consumo exagerado de água e demanda de grande espaço físico, atingindo-se, em geral na unidade de calcinação, onde é mais utilizado, concentrações na faixa de 80 mg/Nm³."

Observação - Coqueria

Há uma situação peculiar na siderurgia que são as baterias de coque. Devido à complexidade de construção das baterias, cujas paredes são constituídas por milhares de juntas entre fiadas de tijolos, nas câmaras de combustão, não se pode garantir, na prática, uma estanqueidade a vazamentos. Atualmente, as empresas fornecedoras de coquerias garantem emissões de material particulado na faixa de 60 mg/Nm³ (O₂: 7%).

5.2. Controle de Óxidos de Enxofre

As emissões dependem do teor de enxofre no carvão, minério de ferro e combustível utilizado nos processos de combustão. O controle das emissões através da dessulfuração somente é recomendado, mesmo a nível internacional, quando há problemas de violação aos padrões de qualidade do ar. No Brasil, a qualidade do ar no entorno das usinas siderúrgicas tem se apresentado dentro dos padrões estabelecidos para óxidos de enxofre.

5.2.1. Controle de Óxidos de Nitrogênio

Não constitui ainda prática no Brasil o seu controle não se dispendo, portanto, de maiores informações das tecnologias de controle aplicáveis e em uso no Brasil. Medições de NO_x efetuadas no entorno de algumas usinas siderúrgicas registraram valores dentro dos padrões de qualidade do ar estabelecido para este poluente.

5.3. Sistemas de Controle das Emissões

As tecnologias de controle normalmente utilizadas para controle das emissões atmosféricas da indústria siderúrgica estão apresentadas na [Tabela 11](#).

Tabela 11

Tecnologias de Controle Utilizadas pela Indústria Siderúrgica

Unidade de Produção	Fontes de Emissão	Poluentes	Sistemas de Controle Ambiental
COQUERIA	Câmaras de Combustão	MP; SOx; Nox	Controle de processo/boas práticas
	Sistema de Despoeiramento do Desenformamento da Coqueria	MP	Filtros de Mangas
SINTERIZAÇÃO	Sistema Principal (Primário)	MP; SOx; NOx	Precipitador Eletrostático
	Sistema Secundário	MP	Precipitador Eletrostático e Filtros de Mangas
ALTO FORNO A COQUE	Casa de Estocagem	MP	Filtros de Mangas
	Casa de Corrida	MP	Filtros de Mangas
ALTO FORNO A CARVÃO VEGETAL	Casa de Estocagem	MP	Filtros de Mangas
	Casa de Corrida	MP	Filtros de Mangas
DESSULFURAÇÃO DO GUSA	Sistema de Dessulfuração de Gusa	MP	Filtros de Mangas
ACIARIA LD	Conversor: Sistema de Despoeiramento Primário	MP	Lavador de Gases
	Conversor: Sistema de Despoeiramento Secundário	MP	Filtros de Mangas
ACIARIA ELÉTRICA	Forno elétrico: Sistema de Despoeiramento Primário	MP	Filtros de Mangas
	Forno elétrico: Sistema de Despoeiramento Secundário	MP	Filtros de Mangas
LAMINAÇÕES	Fornos de Reaquecimento	MP; SOx; NOx	Controle de processo/boas práticas
CENTRAIS TERMELÉTRICAS (CTE)	Caldeiras	MP; SOx; NOx	Controle de processo/boas práticas
PELOTIZAÇÃO	Forno de Queima	MP; SOx; NOx	Precipitador Eletrostático
	Sistema de Peneiramento	MP	Precipitador Eletrostático e Filtros de Mangas

6. Premissas Orientadoras para Proposição dos Limites de Emissão para a Siderurgia

Coube ao Subgrupo Siderurgia coordenado pela FEAM/MG discutir e propor padrões de emissão de poluentes atmosféricos para a Indústria do Aço. Os representantes do setor siderúrgico nesse subgrupo elaboraram minuta de proposta baseados em premissas previamente acordadas pelo Grupo de Trabalho do Conama, as quais os subgrupos estão subordinados.

Essas premissas foram ressaltadas já na 1ª reunião desses GT, realizada em 25.09.08.

São elas:

- Definição de padrões nacionais de emissão condizentes com a defesa do meio ambiente e com os padrões de qualidade do ar, mas que leve em consideração a existência das diferenças regionais (sociais, econômicas e ambientais), cabendo aos órgãos ambientais dos estados, se necessário, estabelecerem padrões de emissão mais rigorosos em função da criticidade da qualidade do ar, ou seja:
 - Limites nacionais para fontes existentes devem ser base de referência e critério orientador para os órgãos ambientais estaduais e locais
 - A existência de limites nacionais para fontes existentes não impede a adoção de limites locais ou estaduais mais restritivos por parte dos órgãos licenciadores
- Seguindo a Resolução de fontes novas como referência principal, esta resolução para fontes existentes deve abranger as mesmas Unidades, Fontes e Poluentes (MP, SO₂ e NO_X) definidas na Resolução Conama 382/2006
- Na elaboração da norma, valores atualmente já medidos são fundamentais. Deverá o setor empresarial providenciar relatório sucinto, basicamente de dados, sobre as amostragens efetuadas nas fontes existentes, a abrangência das fontes monitoradas, os valores obtidos e uma análise estatística dos mesmos. (25/9/2008)

Outras Premissas consideradas pelo GT:

- Reconhecimento de que limite máximo de emissão é um dos instrumentos do PRONAR - Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, mas não o único, devendo estar integrado aos demais instrumentos previstos na Resolução CONAMA nº 5/1989

- Entendimento de que os padrões estabelecidos pela Resolução 382 são referências, entre outras, para o GT e não metas de alcance. Caso uma fonte já existente, por características próprias, não tenha condições de se adequar aos limites de fontes novas, deverão ser propostos limites diferenciados com base em rígida documentação. (Curitiba 22/06/2010)
- Fontes novas e fontes existentes são entidades diferentes em seus aspectos construtivos, de produção e de impacto ambiental (e como tal devem ser tratadas de formas diferentes)
- Limites de emissão para fontes existentes devem considerar a capacidade de suporte da atmosfera local
- Limites nacionais de emissão para fontes existentes devem levar em conta os custos de controle, disponibilidades técnicas e a capacidade de investimento dos diferentes setores
- O acesso a tecnologias de controle ambiental com economia de escala que permita sua aplicação, em condições técnicas e econômicas viáveis

7. Critérios que Fundamentaram a Proposição dos Limites de Emissão

A elaboração de padrões de emissão de poluentes do ar para fontes fixas existentes da siderurgia teve como base o levantamento do que está sendo praticado no Brasil, em termos de exigências dos órgãos de controle e também considerando as informações técnicas (avaliação técnica das bases tecnológicas de produção e sistemas de controle) e mensurações efetuadas no país, além da qualidade do ar no entorno das usinas.

a) Análise técnica da legislação nacional de interesse

- **Análise detalhada da Resolução 382 e de Resoluções correlatas**

A resolução 382 traz 12 “considerandos” abordando, dentre outros aspectos:

- A necessidade de compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;
- A necessidade de se estabelecer base de referência nacional sobre limites de emissão de poluentes atmosféricos,

- A necessidade de se estabelecer critérios orientadores para definição dos limites de emissão de poluentes atmosféricos e prover os órgãos ambientais de instrumentos adequados para licenciamento de empreendimentos;
- Que os estados possuem níveis diferenciados de industrialização e de poluição do ar, cabendo aos órgãos ambientais estaduais e locais estabelecerem, quando for o caso, limites de emissão mais restritivos;
- Que o atendimento aos limites de emissões objetiva minimizar os impactos sobre a qualidade do ar e, assim, proteger a saúde e o bem-estar da população;
- Que a determinação de limites nacionais de emissão atmosférica deve também levar em conta seu custo e o impacto deste nas economias regionais.

A Resolução Conama nº 382 fixou os seguintes critérios mínimos para fixação de limites de emissão:

“Art. 2º Para o estabelecimento dos limites de emissão de poluentes atmosféricos são considerados os seguintes critérios mínimos:

I - o uso do limite de emissões é um dos instrumentos de controle ambiental, cuja aplicação deve ser associada a critérios de capacidade de suporte do meio ambiente, ou seja, ao grau de saturação da região onde se encontra o empreendimento;

II - o estabelecimento de limites de emissão deve ter como base tecnologias ambientalmente adequadas, abrangendo todas as fases, desde a concepção, instalação, operação e manutenção das unidades bem como o uso de matérias primas e insumos;

III - adoção de tecnologias de controle de emissão de poluentes atmosféricos técnica e economicamente viáveis e acessíveis e já desenvolvidas em escala que permitam sua aplicação prática;

IV - possibilidade de diferenciação dos limites de emissão, em função do porte, localização e especificidades das fontes de emissão, bem como das características, carga e efeitos dos poluentes liberados; e

V - informações técnicas e mensurações de emissões efetuadas no País bem como o levantamento bibliográfico do que está sendo praticado no Brasil e no exterior em termos de fabricação e uso de equipamentos, assim como exigências dos órgãos ambientais licenciadores.”

Conceitos utilizados na concepção da resolução

- **Capacidade de suporte:** a capacidade da atmosfera de uma região receber os remanescentes das fontes emissoras de forma a serem atendidos os padrões ambientais e os diversos usos dos recursos naturais.
- **Prevenção à geração da poluição:** conceito que privilegia a atuação sobre o processo produtivo, de forma a minimizar a geração de poluição, eliminando ou reduzindo a necessidade do uso de equipamento de controle, também conhecido como as denominações de Prevenção à Poluição e Produção mais Limpa. (Art. 3º_definições)

I. Para fontes novas

Art. 6º. Esta Resolução se aplica às fontes fixas de poluentes atmosféricos cuja Licença de Instalação venha a ser solicitada aos órgãos licenciadores após a publicação desta Resolução. (Fontes Novas).

1º O órgão ambiental licenciador poderá, mediante decisão fundamentada, determinar limites de emissão mais restritivos que os aqui estabelecidos em áreas onde, a seu critério, o gerenciamento da qualidade do ar assim o exigir.

2º O órgão ambiental licenciador poderá, mediante decisão fundamentada, a seu critério, estabelecer limites de emissão menos restritivos que os estabelecidos nesta resolução para as fontes fixas de emissões atmosféricas, nas modificações passíveis de licenciamento em fontes já instaladas e regularizadas, que apresentem comprovados ganhos ambientais, tais como os resultantes da conversão de caldeiras para o uso de gás, que minimizam os impactos ambientais de fontes projetadas originalmente com outro(s) insumo(s), notadamente óleo combustível e carvão.

II. Para fontes existentes

Art. 7º. As fontes fixas existentes, por já estarem em funcionamento ou com a licença de instalação requerida antes da publicação desta Resolução, deverão ter seus limites de emissão fixados pelo órgão ambiental licenciador, a qualquer momento ou no processo de renovação de licença, mediante decisão fundamentada.

1º. O órgão ambiental licenciador poderá estabelecer valores menos restritivos que os limites máximos de emissão estabelecidos nesta Resolução, considerando as limitações tecnológicas e o impacto nas condições locais, de acordo com o disposto na Resolução CONAMA nº05, de 15 de junho de 1989.

2º. O órgão ambiental licenciador deverá estabelecer metas obrigatórias para os limites de emissão considerando o impacto das fontes existentes nas condições locais, mediante documento específico.

Outras Resoluções Consultadas

Resolução 18/86 e demais	PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
Resolução 5/89	PRONAR - Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
Resolução 03/90	Padrões de qualidade do ar
Resolução 08/90	Limites máximos de emissão de poluentes do ar, a nível nacional, para processo de combustão externa em fontes novas fixas de poluição.
Lei 6938/86	Política Nacional do Meio Ambiente

Legislação Internacional

A análise de limites máximos de emissão fixados não pode ser feita sem o conhecimento do contexto econômico, social e ambiental do local onde se localiza as atividades produtivas.

Tal consideração encontra paralelo, por exemplo, na Convenção-Quadro de Mudanças Climáticas e no Protocolo de Quioto. Nesse foro, composto por representantes da maioria dos países, foi feita uma distinção entre a situação dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Os primeiros têm obrigações de serem mais rigorosos na adoção de medidas que resultem na redução da emissão dos gases de efeito estufa. Já os países em desenvolvimento, que precisam crescer, não têm o mesmo nível de obrigações, não querendo tal situação significar que possam gerar emissões de forma indiscriminada ou se eximir de adotar medidas que possam contribuir para diminuir a emissão desses gases. O Brasil, inclusive, foi a autor da proposta que deu origem ao mecanismo de desenvolvimento limpo.

Dessa forma, não seria justo numa visão holística de desenvolvimento sustentado considerar que os limites de emissão estabelecidos em países ricos, principalmente aqueles que possuem valores excessivamente restritivos, sejam adotados no Brasil, sem avaliação

criterosa e acurada dos custos econômicos e sociais e dos potenciais ganhos ambientais, quando comparados a padrões não tão restritivos, mas ainda assim exigentes.

b) Fontes Novas x Fontes Existentes

Como já mencionado anteriormente fontes novas e fontes existentes apresentam características diferentes (ver **Figura 6**) e por esta razão ao se estabelecer os LME's estas diferenças devem ser consideradas.

Figura 6

Fontes Novas	<p>Projetadas em bases tecnológicas mais modernas, com maiores rendimentos de transformação material e energética e menores perdas;</p> <p>Aptas ao atendimento de requisitos mais elevados de qualidade, produtividade e meio ambiente;</p> <p>Construídas de forma planejada para ampliações;</p> <p>Sistemas de controle ambiental projetados para atendimento a limites de emissão mais restritivos</p>
Fontes Existentes	<p>Projetadas e construídas em base a tecnologias antigas, para atendimento a requisitos de qualidade, produtividade e de meio ambiente mais permissivos que os atuais;</p> <p>Construídas sob projetos menos flexíveis;</p> <p>Rendimentos de transformação diminuídos com o passar do tempo;</p> <p>Sistemas de controle ambiental projetados para requisitos menos exigentes e com reduzida capacidade de adaptação</p>

Ou seja:

- Fontes novas e existentes são gerenciadas sob condições diferenciadas.
- As fontes novas são licenciadas atendendo padrões mais rigorosos de desempenho, geralmente baseados na Melhor Tecnologia de Controle.
- Em função de localização e de condições de qualidade do ar, na renovação de licença podem ser formuladas exigências técnicas especiais para as fontes existentes mais antigas baseadas na Melhor Tecnologia Prática Disponível.
- É reconhecido pelos órgãos licenciadores que as fontes mais antigas encontram maiores dificuldades para se adaptarem às exigências de controle mais restritivas por várias questões: técnicas, de lay out, econômicas. Por esta razão para elas são desenvolvidos planos de metas.

c) Avaliação técnica das bases tecnológicas de produção

A elaboração de padrões de emissão de poluentes do ar para a siderurgia teve como base a avaliação técnica das bases tecnológicas de produção (Fontes Novas x Fontes Existentes).

Como pode ser observado na **Tabela 12 e 13** as siderúrgicas começaram a ser instaladas no país a partir dos anos 30-40 e, embora tenha havido grande esforço para modernização das usinas mais

antigas após o processo de privatização, não há como se obter dessas plantas o mesmo nível de desempenho, inclusive ambiental, que o alcançado pelas usinas mais novas ou das que estão em implantação.

Tabela 12

Idade das Plantas Siderúrgicas Integradas

Site	Ano de Fundação	Início da Operação	Capacidade de Produção (mil t/ano)
AM Inox	1944	1949	60
AM Monlevade	1935	1939	50
AM Tubarão	1976	1983	3000
Cosipa	1961	1963	250
CSN	1941	1946	270
Gerdau Açominas	1975	1985	2000
Usiminas	1956	1962	500
V&M do Brasil	1952	1954	600

Tabela 13

Idade das Plantas de Coque e Sinter

EMPRESA	PLANTAS SIDERÚRGICAS	IDADE DA PLANTA		SISTEMA DE CONTROLE
		COQUERIA	SINTERIZAÇÃO	SINTERIZAÇÃO
ARCELOR MITTAL LONGOS	Arcelor Mittal Monlevade	NÃO TEM	1978	PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO
ARCELOR MITTAL TUBARÃO	Arcelor Mittal Tubarão	1983	1983	PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO
CSN	CSN	Bateria 1 = 1941/1990 Bateria 4 = 1982 Bateria 5 = 1985	sinter 2 = 1956 sinter 3 = 1956 sinter 4 = 1980	PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO
GRUPO GERDAU	Gerdau Açominas	1984	1986	PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO / FILTRO DE MANGA
SISTEMA USIMINAS	Cosipa	Bateria 1,2 e 3 = 1965 Bateria 4 = 1976 Bateria 5 = 1983	Sinterização 2 = 1976 Sinterização 3 = 1982	PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO / FILTRO DE MANGA
SISTEMA USIMINAS	Usiminas	Coqueria 1:1962 Coqueria 2:1974	MS1: 1963 MS2: 1974 MS3: 1978	PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO / FILTRO DE MANGA

Em plantas existentes há dificuldades de layout e disponibilidade de espaço, bem como restrições de unidades de processo que afetam o desempenho dos equipamentos de controle das emissões atmosféricas. Ainda que sejam aplicadas as melhores tecnologias de controle disponíveis, dificilmente apresentarão o mesmo nível de eficiência alcançado em plantas industriais mais novas.

Pode-se fazer uma analogia com veículos antigos e novos. Não é possível, por exemplo, fazer com que carros com carburador tenham o mesmo nível de emissão de poluentes dos carros com injeção eletrônica e catalisador.

Vale ainda ressaltar que os sistemas de controle apresentam desempenho diferente em função da idade da planta e da tecnologia empregada dificultando e, em alguns casos, impossibilitando o atendimento aos padrões requeridos para fontes novas.

De modo semelhante deve-se observar sempre a premissa de que novos padrões de emissão não devem acarretar a desativação de unidades produtivas existentes.

d) As melhores tecnologias de controle das emissões de poluentes atmosféricos aplicáveis e em uso no Brasil

De acordo com decisão do CONAMA na proposição de limites de emissão para o Brasil será considerado sempre que possível a melhor tecnologia de controle, o que significa que as técnicas sejam acessíveis ao empreendedor e que estejam desenvolvidas numa escala que permita sua aplicação prática em condições econômicas e técnicas viáveis.

A seguir um exemplo do tipo de dificuldade técnica e de ordem econômica que uma empresa existente encontraria para se adaptar a um padrão mais restritivo.



- **Redução na carga de entrada:**

Redução na geração (alteração da base tecnológica de produção).

Instalação de um pré coletor.

- **Para Filtros**

Redução na relação ar:pano

Redução na velocidade de filtração.

Aumento da área do filtro.

Substituição do sistema de limpeza

Substituição dos elementos filtrantes e, praticamente, do filtro.

- **Instalação de um novo sistema**

Interferência no processo produtivo.

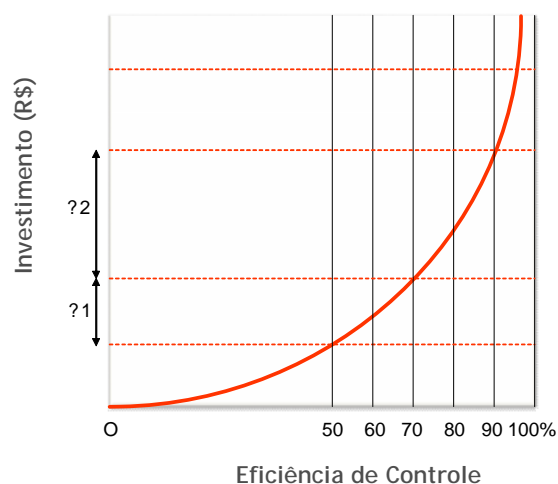
Requer modificação nas fontes.



A implantação de novos sistemas de controle dispendiosos sem ganho ambiental relevante não é justificável, principalmente se não houver impacto externo significativo. A Figura 7 apresentada a seguir mostra que quanto mais se caminha na busca da eficiência o investimento sobe substancialmente.

Figura 7

Curva Genérica de Custo x Eficiência de Coleta



e) Resultados disponíveis de medições realizadas em fontes de emissão de usinas siderúrgicas

Foi feito um levantamento dos limites de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas de diversas unidades de processo da siderurgia, conforme apresentado no [Anexo 1](#).

Como instrumento básico para a proposição de valores foi utilizada a análise estatística da série histórica de dados do parque siderúrgico brasileiro, obtidos nos últimos anos, a partir do monitoramento contínuo ou periódico praticado pelas indústrias.

Este conjunto de dados foi analisado com o emprego da estatística Percentil 95% que determina um valor de concentração abaixo do qual são encontradas 95% das observações (concentrações medidas) consideradas (ver maiores detalhes no [Anexo 1](#)).

Com esta estatística procurou-se encontrar um valor que, passível de atendimento pela grande maioria das fontes, seria estabelecido para limitar e adequar as emissões das restantes, considerando que as fontes fixas de emissão monitoradas dispõem de tecnologias de controle apropriadas - a maior parte delas filtros de mangas ou precipitadores eletrostáticos para material particulado ou controle de queima para gases.

f) Atendimento aos padrões de qualidade do ar no entorno de usinas siderúrgicas instaladas no Brasil

Considerando que uma referência bastante importante para fins de estabelecimento de limites de emissão mais ou menos restritivos é a qualidade do ar, foi feita uma análise dos dados das estações de monitoramento da qualidade do ar no entorno de usinas siderúrgicas em operação no país. Conforme apresentado no item 10 pode-se verificar que, mesmo com níveis de emissão mais altos que os limites apresentados na proposta do setor, os padrões de qualidade do ar têm sido atendidos para os poluentes atmosféricos objeto dessa proposta de Resolução do CONAMA.

Lembramos que vários padrões de emissão europeus são feitos para condições de dispersão e saturação atmosféricas diferentes das tropicais, encontradas no Brasil.

8. Desafios para as Fontes Existentes

Atualmente a indústria do aço já adota para grande parte de suas fontes fixas as melhores práticas e tecnologias de controle disponíveis no mercado para controle de suas emissões atmosféricas. Todavia, em alguns casos não é possível atender aos novos padrões para fontes existentes se estes se igualarem aos padrões para fontes novas estabelecidos na Resolução 382. A adaptação muitas vezes é difícil ou inviável por causa da idade das plantas e das tecnologias de controle implantadas ao longo dos anos.

A seguir apresentaremos a justificativa técnica para as fontes para as quais os padrões propostos são diferentes da Resolução 382.

8.1.1. Coqueria

a) Descrição do processo

Na coqueria obtém-se o coque metalúrgico, redutor e combustível necessário às operações do alto forno. Após a coqueificação - processo de destilação destrutiva do carvão mineral, em ausência de oxigênio - o coque incandescente é apagado por jatos de água sob pressão, sendo resfriado, britado e peneirado. A parcela fina do coque é consumida na sinterização e a parte grossa é enviada para o alto forno. Os gases liberados durante a coqueificação são recuperados e tratados, obtendo-se o gás de coqueria, com alto poder calorífico (PCI da ordem de 4.200 a 4500 kcal/m³) e produtos carboquímicos que são processados na unidade de recuperação de subprodutos.

O processo de coqueificação gera emissões atmosféricas que incluem: partículas, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio.

As melhores tecnologias / práticas de controle empregadas em coquearias são:

- Operação estável da bateria de coque
- Programa de manutenção preventiva (Solda cerâmica)
- Investimento substancial em recuperação de fornos (Reforma de cabeceira)
- Monitoramento de emissões
- Equipe bem treinada e motivada (inclusive sub contradas)

As boas práticas atuais, adotadas nacional e internacionalmente para controle de material particulado em câmaras de combustão consistem em bom programa de operação e manutenção de queimadores e vazamento nos fornos. Estas ações já são realizadas pelas siderúrgicas e garantem um valor de 60 mg/Nm³ nas chaminés da coqueria, conforme apresentado a seguir:

- *Controle de combustão através do uso de gás misto (COG+BFG)*
- *Manutenção refratária*

a) Aplicação de dry sealing em trincas menores

O objetivo é vedar juntas vazias e micro e pequenas trincas que dão passagem de particulados para as câmaras de combustão.

A aplicação é realizada com o forno vazio, a argamassa refratária é injetada a seco pela boca de carregamento, ficando em suspensão no interior do forno e posteriormente, depositando-se nas paredes do forno, nas regiões de juntas e trincas propiciando a vedação. Durante a aplicação é feito o monitoramento da pressão a cada 10 minutos.

b) Aplicação de solda cerâmica para trincas médias

O objetivo de uso de solda cerâmica é vedar juntas vazias e trincas, recuperar paredes com tijolos com desgaste acentuado, sem resistência aparente ou quebrados. A maior incidência ocorre nas extremidades das paredes dos fornos.

A aplicação consiste em uma abertura e limpeza na junção das paredes e soleira refratária com a estrutura metálica sendo realizado com auxílio de equipamentos apropriados. Após, é aplicado material refratário através de uma máquina apropriada, lança de aplicação e oxigênio.

- *Recuperação refratária total do forno para o caso de trincas profundas.*

Conforme mencionado acima, para minimizar a existência das “micro fissuras” aplica-se permanente solda cerâmica (dry sealing), porém não se consegue eliminá-las totalmente, chegando um momento em que torna-se necessário fazer a recuperação refratária total do forno ou substituição da coqueria.

b) Justificativa técnica

Câmaras de Combustão da Coqueria - Material Particulado

O aquecimento dos fornos é feito através de câmaras de combustão contíguas aos mesmos, e como as paredes dos fornos e câmaras são construídas com tijolos refratários com o passar dos anos ocorrem “micro fissuras” nessas paredes, acarretando a emissão de material particulado diretamente para as chaminés.

Importante destacar que a exaustão dos fornos não é forçada e que não são instalados equipamentos de controle ambiental anteriormente às chaminés.

Com a ocorrência de “micro fissuras” nas paredes dos fornos e pela dificuldade de controle do oxigênio, em função da vida útil das coquerias (a mais recente coqueria convencional do Brasil tem mais de 25 anos), é extremamente difícil atender ao Limite de Emissão para de 50 mg/Nm³ a 7 % de oxigênio, estabelecido na Resolução 382 para fontes novas.

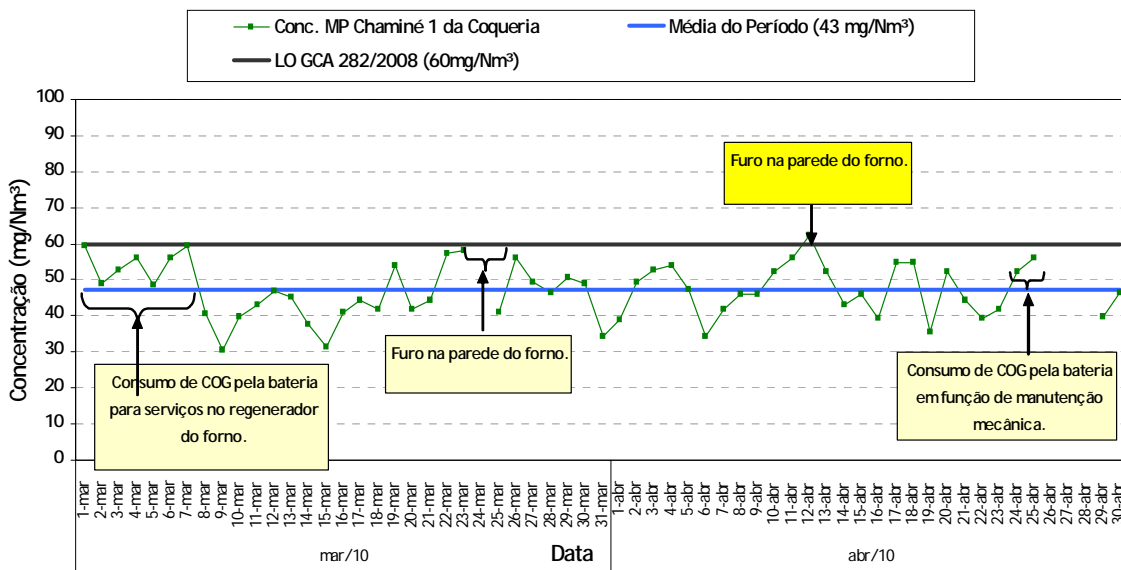
Devido à existência destas trincas nos fornos e outras situações que ocorrem durante a operação e que são consideradas comuns, tais como variações da composição do gás siderúrgico queimado na câmara de combustão justifica-se um padrão 20% maior que o limite de emissão de 50 mg/Nm³ (Resolução 382).

A seguir apresentam-se resultados do monitoramento contínuo de 2008 a 2010 das câmaras de combustão de empresa do setor siderúrgico que comprovam que há variações típicas de processo decorrentes de trincas, do uso de apenas gás de coqueria (COG), umidade do carvão, etc, que provocam o aumento das emissões.

Os gráficos apresentados nas Figuras 8 e 9 a seguir apresentam as variações das emissões em função das condições de processo, tais como: trincas e queima de, somente, COG.

Figuras 8

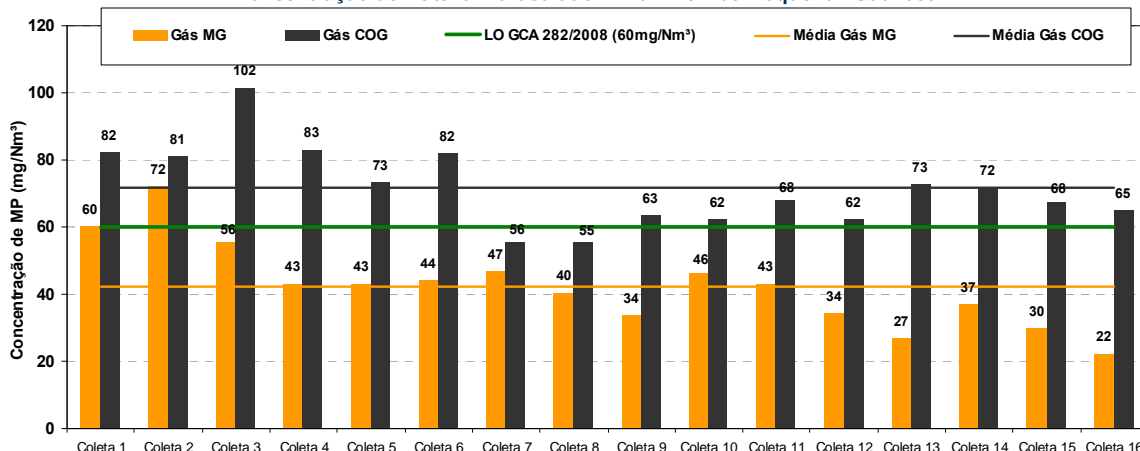
Concentração de Material Particulado - Chaminé 1 da Coqueria - Mar e Abr/2010



Fonte: AM Tubarão

Figuras 9

Concentração de Material Particulado - Chaminé 1 da Coqueria - Out/2009



BATERIA 1																
BFG (%)	90,68	90,69	91,86	91,70	91,62	91,62	91,62	92,78	92,92	92,96	92,96	92,96	91,67	91,65	91,68	91,67
COG (%)	9,32	9,31	8,14	8,30	8,38	8,38	8,38	7,22	7,08	7,04	7,04	7,04	8,33	8,35	8,32	8,33
BATERIA 2																
BFG (%)	90,48	90,34	91,94	91,85	91,84	91,73	91,59	90,01	89,86	89,58	89,58	89,52	90,15	90,60	90,54	90,65
COG (%)	9,52	9,66	8,06	8,15	8,16	8,27	8,41	9,99	10,14	10,42	10,42	10,48	9,85	9,40	9,46	9,35

Fonte: AM Tubarão

Como se observa, mesmo considerando uma planta com ótimo desempenho como a de Tubarão e mesmo com o uso exclusivo de gás de coqueria não se mostra possível o atendimento ao padrão de 50mg/Nm³ para fornos de combustão da coqueria.

Dessa forma, justifica-se que o padrão legal para esta fonte em unidades existentes seja 60 mg/Nm³.

Além das justificativas mencionadas anteriormente, a admissibilidade do padrão de 60 mg/Nm³ para fontes existentes não causará impactos sobre a qualidade do ar, conforme demonstrada adiante no item 10.

8.1.2. Sinterização

a) Descrição do processo

A sinterização consiste na aglomeração a quente de finos de minério de ferro com o objetivo de formar uma massa sólida (sinter) com características de porosidade, resistência mecânica e granulometrias adequadas a sua utilização nos altos fornos.

Na sinterização as emissões são constituídas principalmente por material particulado e produtos da combustão tais como: monóxido e dióxido de carbono; óxidos de enxofre e nitrogênio, cujas concentrações dependem das condições da queima e das características das matérias primas utilizadas. Estas emissões originam-se basicamente das operações de manuseio, preparação e transferência das matérias primas e do produto (sinter) e das reações de combustão que se processam na esteira ou máquina de sinterização.

As tecnologias de controle normalmente utilizadas para controle das emissões de material particulado em sinterização são lavador Venturi, precipitador eletrostático, filtro de mangas (quando possível).

b) Justificativa técnica

Sinterização / Sistema Principal - Material Particulado

As boas práticas atuais aplicadas à situação das empresas brasileiras, permitem uma emissão na faixa de 21-209 mg/Nm³ - através da instalação de precipitador eletrostático. A literatura européia indica que os precipitadores eletrostáticos atualmente em uso não garantem uma emissão inferior a 70 mg/Nm³.

Controles mais rigorosos através da adição aos precipitadores de filtros de mangas têm sido adotados na Europa, visando o controle de materiais particulados. Entretanto os filtros ainda apresentam problemas operacionais de entupimento e incêndio.

Sinterização / Sistema Secundário - Material Particulado

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 mangas em alguns casos onde se é exigido uma menor emissão.

A questão é a dificuldade de se adaptar estas tecnologias nas plantas existentes, especificadas e implantadas no período de 1970 a 1980.

Muitas delas não foram projetadas para emissões de material particulado abaixo de 100 mg/Nm^3 . Reduzir estas emissões envolve além de grandes investimentos, a substituição dos atuais precipitadores por outros de melhor tecnologia e geralmente maiores, o que em determinadas plantas se mostra inviável devido a inexistência de espaço e lay out e da grande necessidade de se fazer alterações nos processos, tais como: novas rotas de tubulação, novos exaustores e novas formas de queima de gases.

Ademais, não se identifica situação de qualidade do ar que justifique tal alteração.

- **Comparação das Sinterizações - Novas x Antigas**

Os gráficos apresentados (**Figura 10 e 11**) a seguir compara os dados de material particulado (MP) dos precipitadores primários e secundários de uma máquina de sinter de 1956 com o de outra de 1983, demonstrando a dificuldade de atendimento ao limite de 70 mg/Nm^3 por parte de equipamentos mais antigos.

Figura 10
Sinterização de 1956 x 1983

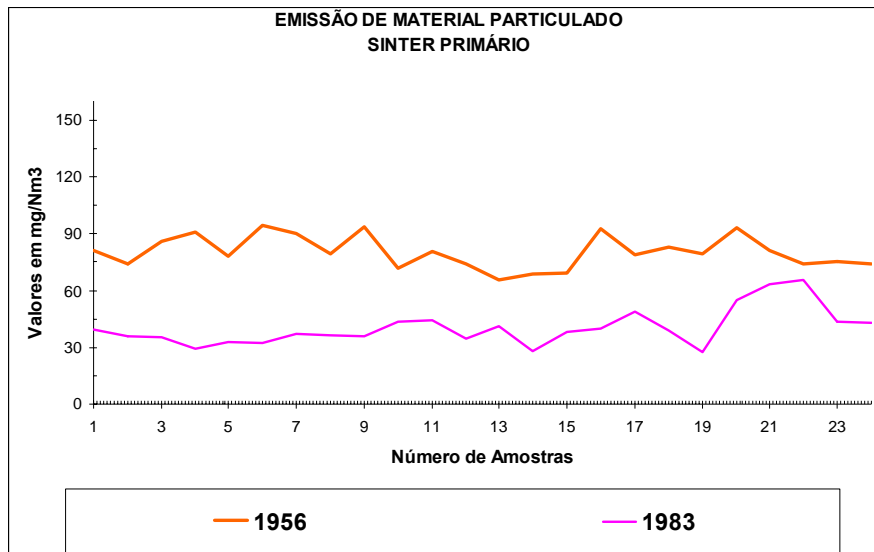
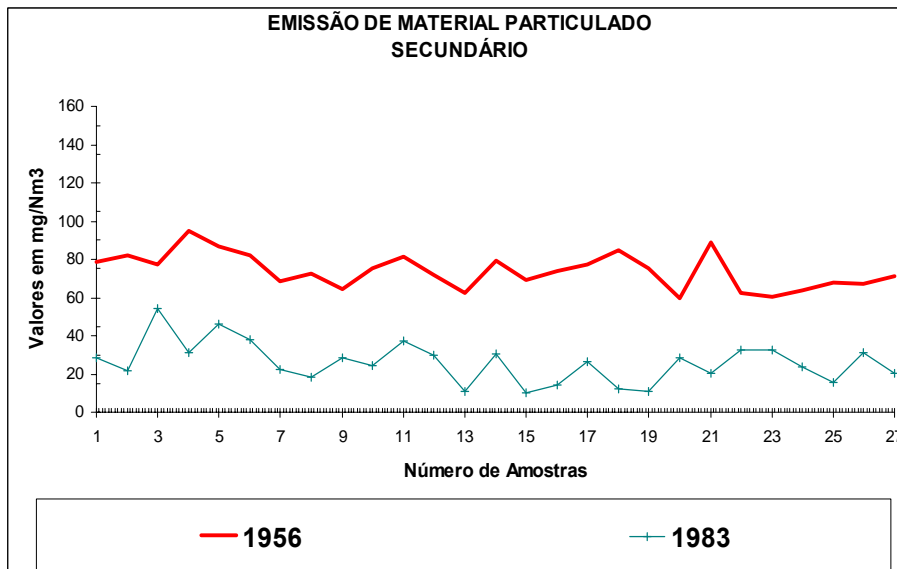


Figura 11



- **Alta Taxa de Reciclagem de Resíduos na Sinterização x Eficiência de Coleta dos Precipitadores**

Um outro fator que faz com os precipitadores eletrostáticos existentes não consigam atingir níveis de emissão abaixo de $70\text{mg}/\text{Nm}^3$ com regularidade é a presença significativa de finos provenientes da adição de resíduos na carga das matérias primas da sinterização.

Na sinterização de uma usina integrada de médio porte consome-se cerca de 40Kg resíduos gerados pelo processo industrial para cada tonelada de sinter produzido. Isto leva a uma reutilização mensal de cerca de 5.800 t/mês de resíduos.

Esta quantidade de resíduos reutilizados resulta numa redução de 4.000 t por mês de consumo de minério de ferro (recurso natural não renovável), além de reduzir significativamente a taxa de resíduos destinados para aterro industrial (60.000 t de resíduos em aterro / ano).

É importante destacar que a reciclagem dos resíduos na sinterização promove um importante ganho ambiental líquido.

Contribui também para reduzir a eficiência dos precipitadores o teor de sais resistivos (Na_2O e K_2O , Cl^- e F^-) nas matérias primas. Com a maior exploração das minas de minério de ferro (minas estão ficando mais velhas), o teor de sais resistivos (Na_2O e K_2O , Cl^- e F^-) nas matérias primas aumenta e isto leva a uma menor eficiência de coleta dos precipitadores.

Uma redução da eficiência de coleta de pó dos precipitadores é também provocada pela entrada de ar falso nas máquinas de sinterização. Estas máquinas por serem antigas possuem folgas nas vedações entre os seus módulos que permitem a entrada de ar falso reduzindo desta forma a temperatura do gás e conseqüentemente reduz a eficiência do precipitador.

8.1.3. Altos Fornos

a) Descrição do processo

Nos altos fornos são processadas várias reações entre os elementos de carga - minério de ferro granulado ou em forma de sinter e pelotas; fundentes e redutores - das quais resultam basicamente: a remoção do oxigênio dos óxidos de ferro e fusão do ferro impuro obtido (ferro gusa); a formação e fusão da escória e a geração de um considerável volume de gases, originados a partir da injeção de ar quente pelas ventaneiras do forno e subseqüentes reações de redução dos óxidos de ferro.

O poluente mais importante associado às operações dos altos fornos é o material particulado emitido tanto a partir dos processos de manuseio e transferência das matérias primas quanto no vazamento do gusa líquido.

As tecnologias de controle normalmente utilizadas para controle das emissões de material particulado em alto fornos são filtro de mangas.

b) Justificativa técnica

Alto Forno - Casa de Estocagem - Material Particulado

As boas práticas atuais brasileiras, permitem uma emissão na faixa de 16-138 mg/Nm³, através do uso de filtros de mangas.

A justificativa para o limite de emissão de 50 mg/Nm³, é de que os filtros de mangas mais antigos possuem tecnologia menos desenvolvida, como por exemplo, filtros com sistema de limpeza por *shaker*.

Da mesma forma, a questão da distribuição interna dos gases e o dimensionamento dos elementos filtrantes são limitantes tanto da vida útil como da performance em geral.

Melhorias dos materiais dos elementos dos filtros têm dado maior garantia e vida útil, menor desgaste por abrasão e maior permeabilidade com mesma eficiência, mas sozinhos não são capazes de diminuir as concentrações de projeto.

Para atender limites de emissão semelhantes aos da Resolução Conama 382, seriam necessários grandes complementos de área filtrante, e até mesmo a troca completa dos equipamentos. Neste caso, a indisponibilidade de espaço e os problemas potenciais de balanceamento de vazão seriam os limitantes de projeto.

A seguir apresentamos um exemplo das dificuldades técnicas e do alto valor a ser investido por uma usina siderúrgica para adequação do filtro de manga da casa de estocagem e carregamento do alto-forno para atender um valor de 40 mg/Nm³ conforme estabelecido pela Res. CONAMA N.º 382/2006 para fontes novas.

Exemplo:

Dois dos três filtros de mangas de uma empresa siderúrgica estão interligados na tubulação de saída dos exaustores, utilizando a mesma chaminé, que atendem ao sistema de peneiramento e aos silos de carregamento de minério e coque do Alto-Forno. Ressalta-se que como o sistema é antigo para atendimento ao limite de 40 mg/Nm³ (Resolução 382) demandaria um investimento de 7,92 milhões de dólares para troca dos 3 sistemas por único com capacidade de atender toda a demanda gerada nas peneiras, estocagem e transporte para carregamento do alto forno.

Ganho Ambiental

Fontes de emissão	Vazão dos Gases	Carga Proposta (50 mg/Nm ³)	Carga Resolução 382 (40 mg/Nm ³)
Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem-AF I	221.811,06 (Nm ³ /h)	266 (kg/dia)	213 (kg/dia)

Tendo em vista o investimento necessário de 7,92 milhões de dólares para redução de apenas 10 mg/Nm³ e conseqüentemente uma diferença de carga de 53 kg/dia (US792.000/mg reduzida ou US149.500/kg reduzida), não se justifica tamanho esforço visto que esta fonte possui baixa carga se comparada a outras fontes do processo Siderúrgico, tais como: aciaria e sinterização.

Os custos para adequação desta fonte foram considerados excessivos quando comparados com o benefício ambiental a ser alcançado. Como as empresas do setor já estarão comprometidas com altos investimentos para melhoria de outras fontes de maior relevância para o controle das emissões atmosféricas avaliou-se que neste caso a relação custo x benefício é desfavorável não se justificando desta forma a realização deste investimento.

Cabe ainda informar que a quantidade emitida é bem pequena equivalente a apenas um saco de cimento por dia. Uma redução equivalente a esta poderia ser obtida com mais eficácia em outros pontos da planta com um investimento muito menor.

8.1.4. Laminação

a) Descrição do processo

O aquecimento dos produtos a serem laminados tem como objetivo reduzir os esforços de compressão dos laminadores. Assim sendo, a principal função dos fornos de reaquecimento é a de fornecer calor para elevar a temperatura dos produtos semi acabados - tarugos ou placas - a fim de conferi-lhes suficiente plasticidade para facilitar a laminação, permitindo a redução econômica da peça até a seção desejada.

As emissões incluem os poluentes convencionais gerados pelo processo de combustão (material particulado, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio).

As emissões atmosféricas do forno de reaquecimento dependem do tipo de combustível empregado para a geração de calor. Existe um predomínio da utilização dos gases siderúrgicos, complementado ou não pelo aporte de gás natural.

Não são utilizados sistemas de controle além das boas práticas operacionais.

b) Justificativa técnica

Laminação / Forno de Reaquecimento de Placas - Material Particulado

Os fornos de reaquecimento de placas não possuem equipamentos de controle ambiental para controle de material particulado, sendo então de fundamental importância o controle de combustão do processo e as boas práticas operacionais.

Como o gás mais utilizado nestas unidades é o Gás de Coqueria, que possui maior teor de material particulado em sua composição, o controle de combustão fica dificultado.

Por tratar-se de caso análogo ao da combustão de gases de coqueria foi proposto o mesmo limite de emissão (60 mg/Nm³).

Laminação / Forno de Reaquecimento de Placas - Dióxido de Enxofre - SO₂

Geralmente em uma usina integrada, o calor necessário aos fornos de reaquecimento é suprido pela queima de gases siderúrgicos (gases de alto forno, aciaria e coqueria).

Utilizando como combustíveis os próprios gases siderúrgicos gerados internamente nas coquerias, altos fornos e aciarias, reduz os impactos ambientais através de reaproveitamento de combustíveis e maior eficiência energética.

A emissão de dióxido de enxofre na chaminé do forno de reaquecimento de placas é influenciada, diretamente, pelo teor de enxofre do gás de coqueria (que provém do carvão mineral) e pela proporção utilizada com outros gases siderúrgicos (COG/BFG/LDG) ou óleo combustível.

Como a aquisição de carvão depende do que está disponível no mercado, não é possível o uso somente de carvões com baixo teor de enxofre, ocorrendo assim uma conseqüente variação na emissão de dióxido de enxofre nos processos que consomem COG.

Ressalta-se ainda a tendência de aumento do teor de enxofre no carvão, devido ao esgotamento das reservas atuais de carvão com melhor qualidade.

Como normalmente o gás de coqueria (COG) não é dessulfurado, as emissões de SO₂ nos fornos de reaquecimento de placas são atualmente maiores que o limite de emissão estabelecido na Resolução 382 (para novas fontes). Ressalta-se que o controle das emissões através da dessulfuração do gás de coqueria somente é recomendado, mesmo a nível internacional, quando há problemas de violação aos padrões de qualidade do ar, o que não se aplica ao Brasil como evidenciado nos gráficos de qualidade do ar adiante apresentados no item 10.

Outra solução é a utilização de gás natural em substituição ao gás de coqueria para redução das emissões de SO₂. Entretanto nem todas as plantas siderúrgicas possuem acesso a este gás, além de existir problemas no fornecimento do mesmo.

Cabe ressaltar que, mesmo com o consumo de gás natural nestes fornos, o gás de coqueria (COG) continuará a ser gerado. Caso não utilizado nos fornos, o COG será queimado nos flares sem controle ambiental e sem recuperação do poder energético deste gás, emitindo o mesmo SO₂ contido na emissão dos fornos.

- **Estequiometria**

Uma das formas de avaliar as emissões de SO₂, além de monitoramento das fontes, é através de balanço de massa considerando o teor de enxofre nos combustíveis usados.

Os cálculos abaixo mostram a previsão de emissões de SO₂ considerando o uso, nos fornos de reaquecimento, de um mix de gases siderúrgicos (COG/BFG/LDG) e óleo:

Premissas:

Teor de H₂S no gás de coqueria: 5,1 mg/m³ (aproximadamente 0,3%)

Consumo de gases no forno:

- COG - 6.675,2 Nm³/h
- BFG - 868,0 Nm³/h
- Óleo combustível 2A - 2,73 t/h

Este mix de combustível médio consumido nos fornos resulta em uma emissão estequiométrica de 1.338,6 mg/Nm³ de SO₂.

Considerando os erros e variações neste cálculo e os esforços para reduzir as emissões propõe-se padrão de 1.200 mg/Nm³ de SO₂ a 7% de oxigênio de referência para os fornos de reaquecimento de placas - Fonte: software ACOMB (IPT).

- **Carga de emissões**

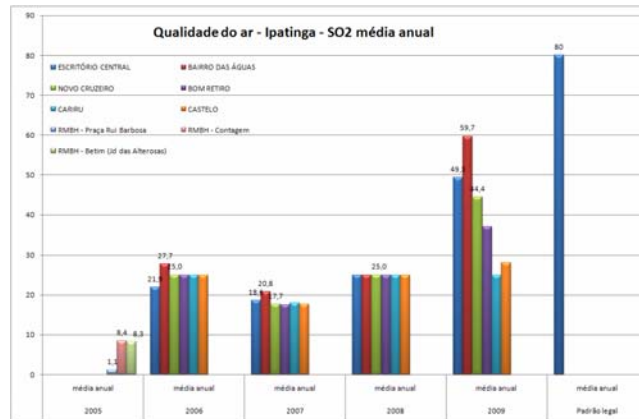
Finalmente, comparando os padrões legais atualmente vigentes para emissões de SO₂ com a proposta do IABr, a redução de padrão legal de 2.500 mg/Nm³ para 1.200 mg/Nm³ representa um potencial de redução de 52% na carga de emissões de SO₂ nos fornos de reaquecimento de placas.

- **Qualidade do Ar - SO₂**

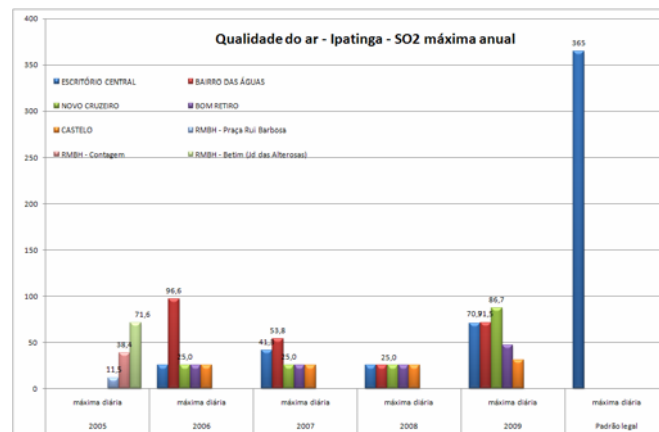
Os resultados de monitoramento de qualidade do ar para o parâmetro SO₂ são bastante baixos quando comparados aos padrões legais vigentes. Os gráficos apresentados nas **Figuras 12 e 13** abaixo mostram as médias e os máximos obtidos no monitoramento da qualidade do ar desde 2006 na cidade de Ipatinga, com uma comparação com os valores obtidos na RMBH em 2005. Os gráficos mostram que mesmo nos níveis

atuais de emissão de SO₂ nos processos, a qualidade do ar em relação a este poluente está abaixo dos limites estabelecidos na legislação vigente.

Figuras 12



Figuras 13



8.1.5. Centrais Termelétricas

a) Descrição do processo

O potencial energético e o volume considerável de gases gerados na coqueria, alto forno e aciarias, impõem seu aproveitamento para suprir grande parte das demandas térmicas das diversas unidades produtivas das siderúrgicas integradas.

Ultimamente, as siderúrgicas têm investido na instalação de centrais termelétricas para geração própria de energia elétrica, utilizando como combustíveis os excedentes de gases e óleos gerados nas usinas que, geralmente complementados por gás natural, são queimadas em caldeiras projetadas para esta finalidade.

O aproveitamento dos gases siderúrgicos pressupõe seu tratamento para remoção parcial de componentes indesejáveis, capazes de promover entupimentos nas tubulações de distribuição ou ataques às partes metálicas com as quais entram em contato.

Apesar disso, os gases provenientes da coqueria, alto forno e aciaria ainda agregam material particulado e compostos de enxofre remanescentes do tratamento. As emissões são semelhantes às emissões provenientes da câmara de combustão da coqueria.

A exemplo do que ocorre em outras unidades produtivas e aplicações, não são utilizados equipamentos para tratamento dos efluentes atmosféricos das caldeiras das centrais termelétricas, sendo suas emissões controladas atuando-se no processo de combustão.

b) Justificativa técnica

Central Termelétrica - Material Particulado

Por tratar-se de caso análogo aos anteriores (combustão de gases de coqueria e fornos de reaquecimento da laminação), e em função da inexistência de padrões estaduais e internacionais, foi admitida a conveniência da utilização de padrão próximo ao da proposta da coqueria e fornos de reaquecimento (60 mg/Nm³).

A implantação de centrais termoelétricas que aproveitam os gases gerados no processo produtivo proporcionou aumento da capacidade de geração própria de energia elétrica pelas empresas. Atualmente a geração própria de energia elétrica representa 36% do total consumido pelo setor. A não utilização destes gases implicaria na queima em flare sem o seu reaproveitamento energético (ver [Figuras 14, 15 e 16](#)).

As emissões dependem do mix de combustíveis a ser utilizado, que por sua vez depende das condições operacionais da usina e disponibilidade de combustíveis (COG, BFG, LDG, Óleo, Alcatrão, Gás Natural) em função inclusive de manutenções em outras unidades.

Esta é uma fonte sem controle de emissão, o controle é realizado apenas através da relação ar / combustível.

Desde os anos 50 que a tecnologia do processo não sofreu alterações significativas. Não existem inovações simples que permita uma redução dessas emissões. As alterações de processo de caldeiras antigas não são suficientes para reduzir as emissões de modo apreciável.

Figura 14

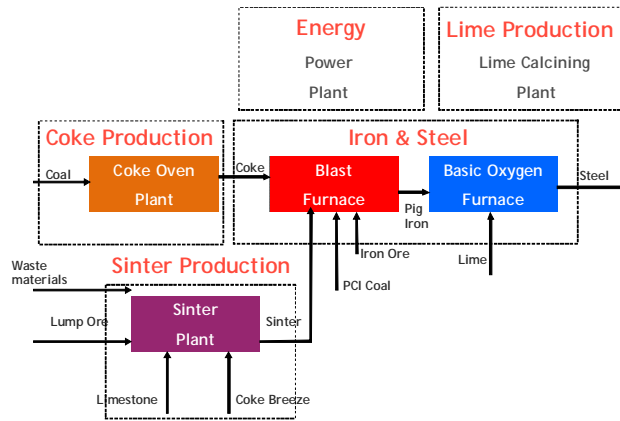


Figura 15

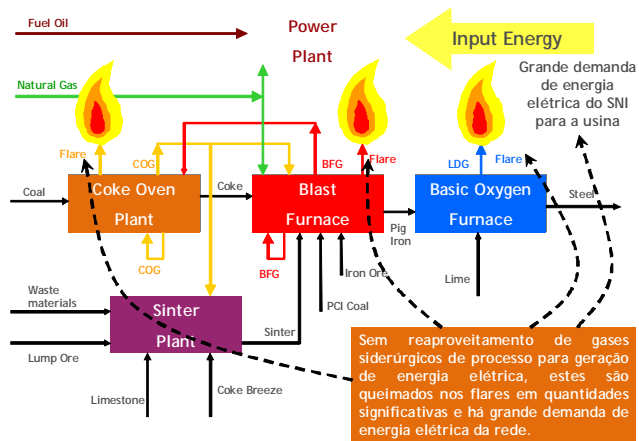
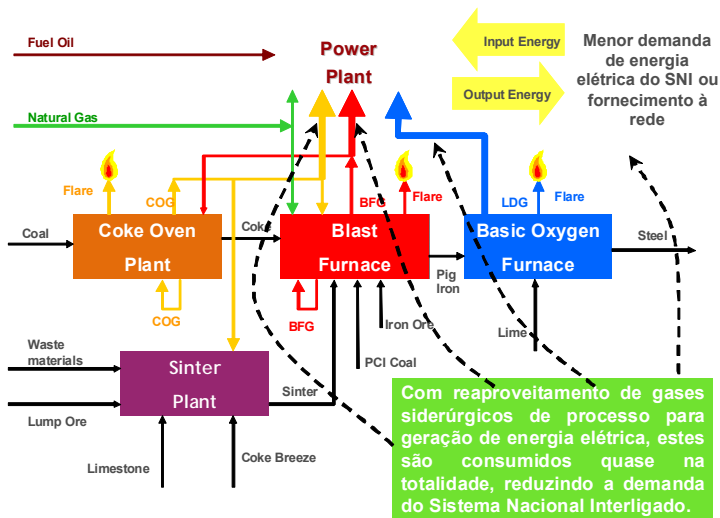


Figura 16



9. Custos de Controle das Emissões e Monitoramento

9.1. Investimentos já realizados

Os investimentos do setor siderúrgico em meio ambiente tem se mantido numa tendência crescente nos últimos 15 anos. Nesse período, o investimento realizado acumulado chega a R\$ 5,1 bilhões para a quase totalidade da produção de aço brasileira.

Neste período estas empresas investiram em melhoria ambiental de processos relacionados à produção e operação. Esse investimento foi feito em ações de modernização e manutenção de sistemas de controle e tratamento ambiental dos processos produtivos, como sistemas de desempoeiramento, monitores para chaminés e gestão de resíduos, efluentes e emissões, entre outros.

Além do valor investido em ações relacionadas à produção e operação, as empresas do setor destinaram, no ano de 2009, mais R\$ 389,4 milhões para ações externas voltadas ao meio ambiente, como programas de educação ambiental, gestão de áreas verdes e preservação e recuperação ambiental de áreas externas.

9.2. Investimentos a realizar

Encontra-se a seguir os valores a serem investidos para adequação do parque siderúrgico para atendimento aos novos padrões para fontes existentes.

	DESCRIÇÃO	INVESTIMENTO (R\$)
1. Alto-forno a Coque: Casa de Estocagem e Ala de corrida		
H	Adequação do Despoeiramento da Área de Corridas (FM) dos Altos Fornos n.º 1, 2 e 3	39.000.000
	Adequação do Sistema de Envio de Minérios e Pelotas para os Altos Fornos	45.000.000
	Adequação do Sistema de Envio de Coque para os Altos Fornos	25.000.000
	Adequação do Sistema de Envio de Sinter para os Altos Fornos	30.000.000
	Adequação do Despoeiramento do Sistema de Envio de Coque para os Altos Fornos	55.000.000
	Adequação do Despoeiramento do Sistema de Envio de Sinter para os Altos Fornos	45.000.000
E	Alto Forno I Casa de Estocagem (Filtro de Mangas)	13.860.000
2. Sinterização: Sistema de Despoeiramento (1o e 2o)		
G	Adequação do Precipitador Eletrostático da Máquina de Sinter 1 (aumento do PE e pulse-coromax)	35.000.000
	Adequação do Precipitador Eletrostático da Máquina de Sinter 3 (Pulse-coromax)	8.000.000
E	Sinter I Primário-(Precipitador Elestrostático)	27.475.000
	Sinter I Secundário-(Filtro de Mangas)	46.200.700
D	Substituicao do Precipitador Eletrostático secundário da Máquina de Sinter 4	30.000.000
A	Substituição de placas no Precipitador Eletrostático primário da Máquina de Sinter	1.500.000
C	Reforma nos Precipitadores Eletrostáticos da Máquina de Sinter	52.500.000
4. Coqueria: Câmara de Combustão dos Fornos de Coque		
H	Reforma a Frio do Corpo da Coqueria 2	473.000.000
C	Reforma Coqueria (manutenção refratária)	17.500.000
D	Reconstrucao de coqueria 4 A/B e 5	950.000.000
5. Central Termelétrica: Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos		
D	Substituição de queimadores e outras intervenções	25.000
6. Laminação: Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos		
H	Introdução do consumo de gás natural	11.000.000
7. Aciaria: Sistema de Despoeiramento (1o e 2o)		
G	Adequação do sistema de Despoeiramento da Aciaria 2	60.000.000
	Adequação do sistema de Despoeiramento da Aciaria 1	50.000.000
TOTAL SETOR (R\$)		2.015.060.700
TOTAL SETOR (US\$ - 1:1,75)		1.151.463.257

Investimentos já realizados x a realizar

O investimento previsto para adequação de fontes fixas existentes representa 39% do montante já investido pelo setor nos últimos 15 anos.

10. Nível de Atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar no Entorno das Usinas Siderúrgicas

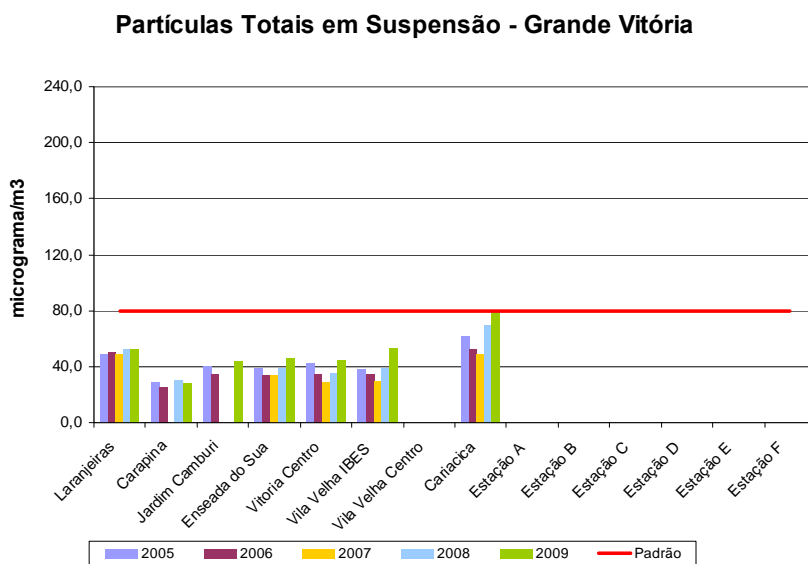
Atualmente, atende-se ao padrão legal de qualidade do ar em todas as localidades onde há uma usina siderúrgica em operação.

Cabe ressaltar que a qualidade do ar no entorno das plantas é muitas vezes melhor do que os resultados de qualidade do ar de grandes centros, tais como: Brasília, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, onde mora 75% da população brasileira.

Limites de emissão mais restritivos para a siderurgia acarretarão custo econômico elevado sem que se obtenha benefício ambiental correspondente. Os esforços para melhoria da qualidade do ar, principalmente nas regiões metropolitanas, na ótica da melhor relação benefício - custos devem estar voltados a outras fontes, como por exemplo, as emissões originadas pelos meios de transporte.

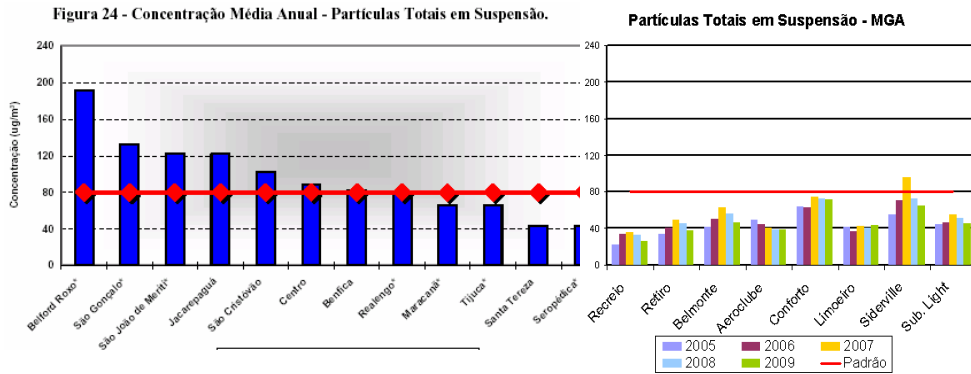
Estas premissas colocadas estão em conformidade com os princípios de sustentabilidade, que buscam o equilíbrio entre as vertentes social, ambiental e econômica.

Qualidade do Ar - Grande Vitória



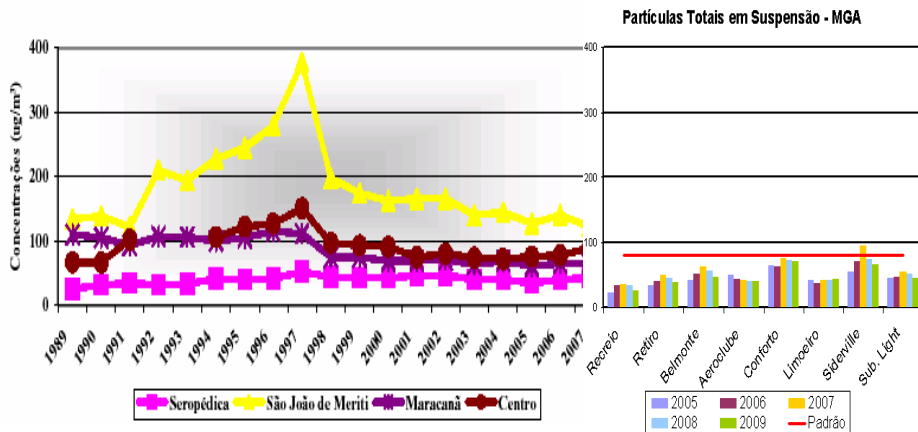
Qualidade do Ar - Volta Redonda x Rio de Janeiro (PTS)

RMRJ -2007

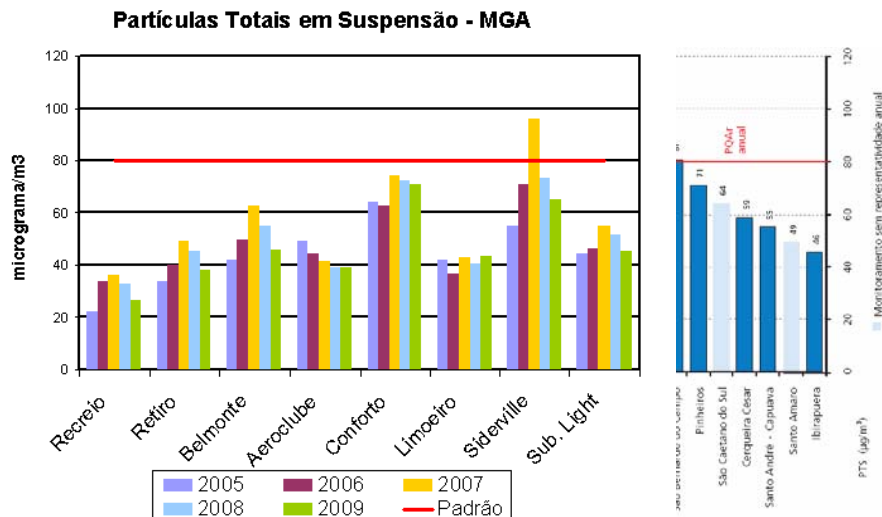


Qualidade do Ar - Volta Redonda x Rio de Janeiro (PTS)

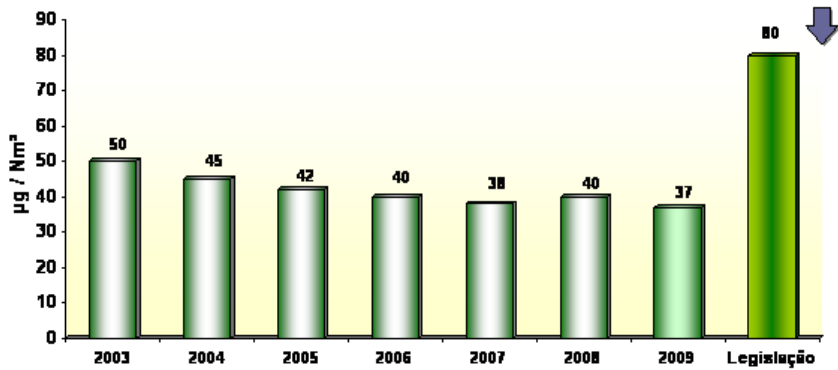
Figura 25 - Evolução média anual de PTS em áreas da RMRJ



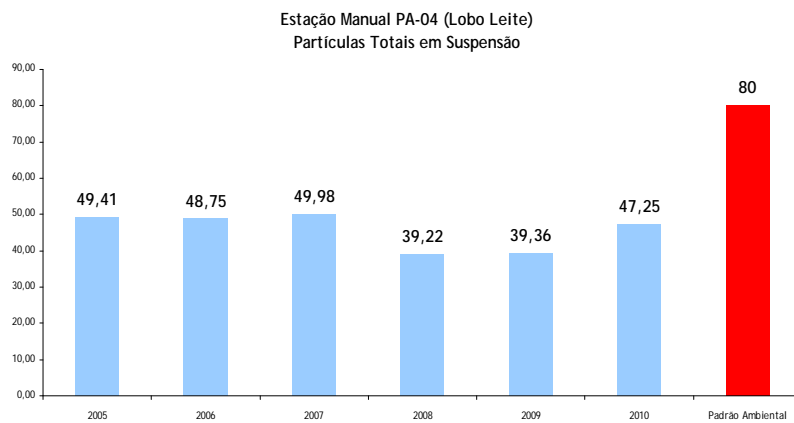
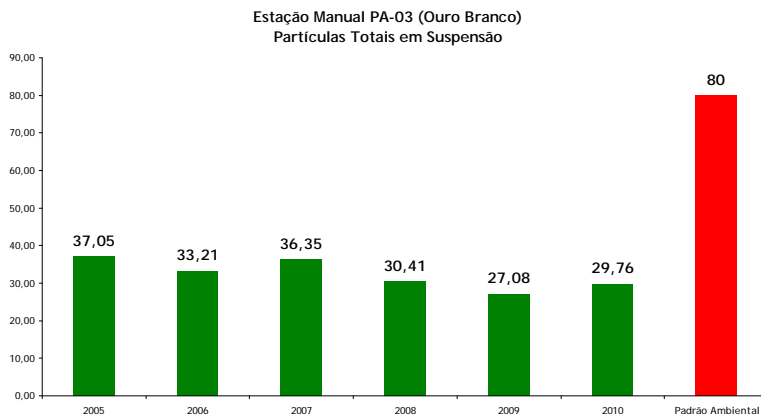
Qualidade do Ar - Volta Redonda x São Paulo (PTS -MGA)



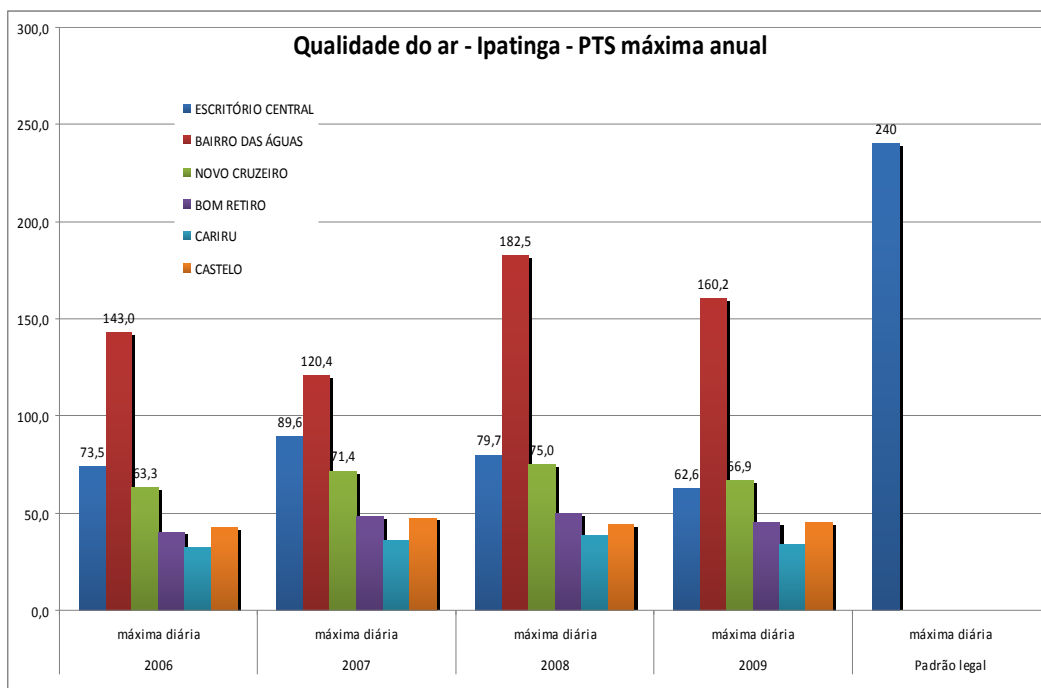
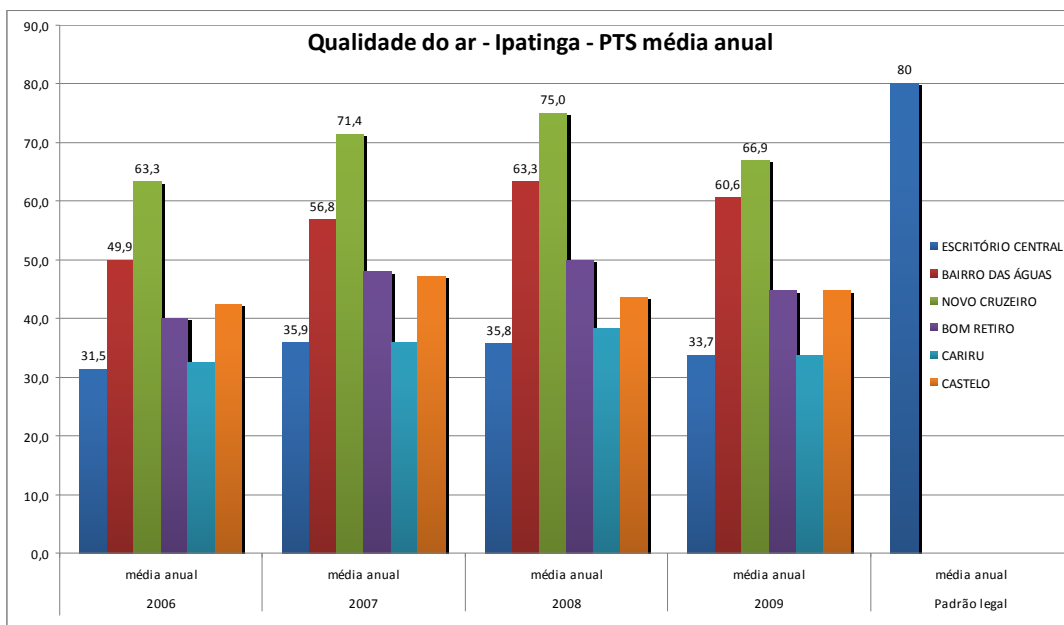
Qualidade do Ar - Monlevade - MG



Qualidade do Ar - Ouro Branco (MG)

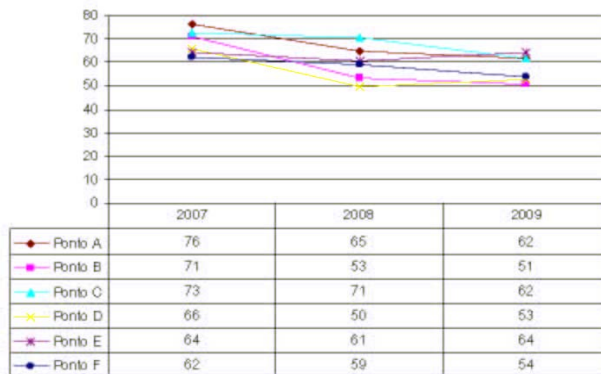


Qualidade do Ar - Ipatinga (MG)

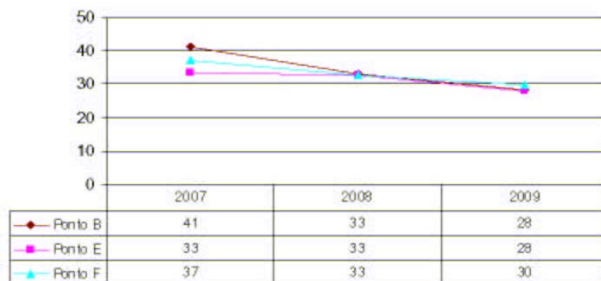


Gráficos de Média Geométrica Anual – MGA (PTS) e Média Aritmética Anual – MAA (PI) (2007/2008/2009)

Qualidade do ar – PTS



Qualidade do ar - PI



11. Proposta de Padrões de Emissões para Fontes Existentes da Indústria do Aço

O sub-grupo Siderurgia propõe os seguintes limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de produção de aço em plantas existentes, considerando os critérios mínimos:


- Que os limites de emissão para fontes existentes são de caráter nacional
- O papel da legislação federal de guia para os órgãos de proteção ambiental estaduais na formulação de suas políticas de controle
- A atuação firme dos órgãos estaduais de controle, com exigências para médio e curto prazo já formuladas
- A alta relação custo / benefícios quando da utilização de controle de emissões baseado apenas em sistemas end of pipe
- Que os processos produtivos mais antigos (fontes) serão inevitavelmente substituídos ou modernizados para atendimento das novas demandas de mercado

A indústria não é reativa a mudanças ou melhorias. Por força de mercado mudanças com implicações na produção devem ser planejadas e executadas dentro de parâmetros de sustentabilidade da empresa (tempo, investimento, resultados).

O setor siderúrgico traz uma reformulação da proposta para limites nacionais de emissão para fontes existentes na área da siderurgia baseada em metas, com valores cada vez mais restritivos, caminhando para os limites de fontes novas estabelecidos na Resolução CONAMA 382/2006.

**PROPOSTA DE PADRÕES DE EMISSÃO, ACORDADA PELO SUBGRUPO, SEM
DEFINIÇÃO DE PRAZO DE ADEQUAÇÃO (JUNHO/2010)**

UNIDADE DE PRODUÇÃO	FONTE DE EMISSÃO PONTUAL	PROPOSTA CONSENSADA NO SUBGRUPO SIDERÚRGIA 26.11.10			
		MP	SO2	NOX	% O2
Coqueria	Exaustão de Gases da Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	50	800	700	7
	Sistema de Despoeiramento do Desenformamento da Coqueria	40			
Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento (Principal)	70	600	700	
	Sistema Secundário de Despoeiramento	70			
Alto Forno a Coque	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	40			
	Sistema de Despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	40			
Alto Forno a Carvão Vegetal	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	50			
	Sistema de Despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	50			
Aciaria LD	Sistema Primário de Despoeiramento	80			
	Sistema Secundário de Despoeiramento	40			
Dessulfuração do Gusa	Sistema de Despoeiramento do Dessulfuração do Gusa	40			
Calcinação	Sistema Despoeiramento dos Fornos de Cal	100		470	8
Aciaria Elétrica	Sistema Primário e Secundário de Despoeiramento	50 40			
Laminação a Quente	Fornos de Reaquecimento de Placas c/ queima de gases siderúrgicos	60	1000	700	7
Centrais Termelétricas	Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos	60	600	350	5
Pelotização	Chaminés de exaustão do forno	70	700	700	

 = Padrões de emissão que diferem dos padrões da Resolução Conama 382/2006

PROPOSTA ACORDADA PARA PRAZOS (26.11.10)

PRAZOS PARA ENQUADRAMENTO				
UNIDADE DE PRODUÇÃO	FONTE DE EMISSÃO PONTUAL	Parâmetros		
		MP	SO2	NOX
Coqueria	Exaustão de Gases da Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	7	3	3
	Sistema de Despoeiramento do Desenformamento da Coqueria	5		
Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento (Principal)	7	3	3
	Sistema Secundário de Despoeiramento	7		
Alto Forno a Coque	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	7		
	Sistema de Despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	5		
Alto Forno a Carvão Vegetal	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	3		
	Sistema de Despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	3		
Aciaria LD	Sistema Primário de Despoeiramento	3		
	Sistema Secundário de Despoeiramento	5		
Dessulfuração do Gusa	Sistema de Despoeiramento do Dessulfuração do Gusa	5		
Calcinação	Sistema Despoeiramento dos Fornos de Cal	3		3
Aciaria Elétrica	Sistema Primário e Secundário de Despoeiramento	3		
Laminação a Quente	Fornos de Reaquecimento de Placas c/ queima de gases siderúrgicos	5	7	3
Centrais Termelétricas	Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos	5	3	3
Pelotização	Chaminés de exaustão do forno	3	3	3

12. Ganho Ambiental

Segundo as premissas que serviram de orientação para os trabalhos nos vários sub-grupos de Fontes Fixas do Conama, os LME's estabelecidos pela Resolução Conama 382 deverão ser os valores máximos a serem atingidos apenas se possível, pois esta resolução só é aplicável para fonte NOVA. Caso contrário, os limites deverão ser consensados buscando sempre que possível algum ganho ambiental.

No caso de limites de emissão para fontes existentes, considera-se que haverá ganho ambiental se os novos padrões a serem estabelecidos para estas fontes forem mais restritivos que aqueles atualmente vigentes.

Neste contexto, foram elaboradas tabelas que permitem a comparação entre a proposta IABr e as legislações estaduais vigentes (Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais) para fontes fixas, evidenciando-se ganho ambiental de cerca de 50% para quase todas as fontes existentes na indústria siderúrgica.

No balanço global há ganho ambiental.

Ganho Ambiental - M. Gerais

UNIDADE DE PRODUÇÃO	FONTE DE EMISSÃO PONTUAL	DN COPAM n.º 11/86				PROPOSTA IABr - Meta 3				GANHO AMBIENTAL			
		MP	SO2	NOX	% O2	MP	SO2	NOX	% O2	MP	SO2	NOX	% O2
Coqueria	Sistema de Despeiramento do Desenformamento da Coqueria (*)	100				40				60%			
	Exaustão de Gases da Câmara de Combustão dos Fornos de Coque (**)	150	2500	---		50	800	700	7	67%	68%		
Sinterização	Sistema Primário de Despeiramento (Principal)	100	2500	---		70	600	700		30%	76%		
	Sistema Secundário de Despeiramento	100				70				30%			
Alto Forno a Coque	Sistema de Despeiramento da Casa de Estocagem	100				50				50%			
	Sistema de Despeiramento da Casa ou Ala de Corrida	100				40				60%			
Alto Forno a Carvão Vegetal	Sistema de Despeiramento da Casa de Estocagem					50							
	Sistema de Despeiramento da Casa ou Ala de Corrida					50							
Aciaria LD	Sistema Primário de Despeiramento					80							
	Sistema Secundário de Despeiramento					40							
Dessulfuração do Gusa	Sistema de Despeiramento do Dessulfuração do Gusa (*)	100				40				60%			
Calcinação	Sistema Despeiramento dos Fornos de Cal	150		---		100		470	8	33%			
Aciaria Elétrica	Sistema Primário e Secundário de Despeiramento	50				50/40				---			
Laminação a Quente	Fornos de Reaquecimento de Placas c/ queima de gases siderurgicos (**)	150	2500	---		60	1000	700	7	60%	60%		
Centrais Termelétricas	Caldeira com Queima de Gases Siderurgicos	100	2500	---		60	600	350	5	40%	76%		

(*) Valores de 2500 para fontes diversas - DN 11/86

Ganho Ambiental - Rio de Janeiro

UNIDADE DE PRODUÇÃO	FONTE DE EMISSÃO PONTUAL	Normas Téc.INEA				PROPOSTA IABr - Meta 3				Ganho ambiental			
		MP	SO2	NOX	% O2	MP	SO2	NOX	% O2	MP	SO2	NOX	% O2
Coqueria	Sistema de Despeiramento do Desenformamento da Coqueria (*)	100				40				60%			
	Exaustão de Gases da Câmara de Combustão dos Fornos de Coque (**)	70	---	---		50	800	700	7	29%			
Sinterização	Sistema Primário de Despeiramento (Principal)	100	---	---		70	600	700		30%			
	Sistema Secundário de Despeiramento	100				70				30%			
Alto Forno a Coque	Sistema de Despeiramento da Casa de Estocagem	50				50				0%			
	Sistema de Despeiramento da Casa ou Ala de Corrida	50				40				20%			
Alto Forno a Carvão Vegetal	Sistema de Despeiramento da Casa de Estocagem					50							
	Sistema de Despeiramento da Casa ou Ala de Corrida					50							
Aciaria LD	Sistema Primário de Despeiramento	50				80							
	Sistema Secundário de Despeiramento	50				40							
Aciaria Elétrica	Sistema de Despeiramento	50				50							
Dessulfuração do Gusa	Sistema de Despeiramento do Dessulfuração do Gusa (*)	50				40				20%			
Calcinção	Sistema Despeiramento dos Fornos de Cal	80		---		100		470	8	-25%			
Aciaria Elétrica	Sistema Primário e Secundário de Desempoeiramento	50				50/40				---			
Laminação a Quente	Fornos de Reaquecimento de Placas c/ queima de gases siderúrgicos (**)	---	---	---		60	1200	700	7	---	---		
Centrais Termelétricas	Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos	---	---	---		60	600	350	5	---			

Ganho Ambiental - Espírito Santo

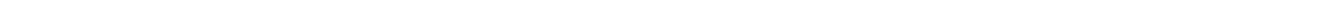
UNIDADE DE PRODUÇÃO	FONTE DE EMISSÃO PONTUAL	AMT - LO GCA 282 2008				PROPOSTA IABr - Meta 3				GANHO AMBIENTAL			
		MP	SO2	NOX	% O2	MP	SO2	NOX	% O2	MP	SO2	NOX	% O2
Coqueria	Sistema de Despeiramento do Desenformamento da Coqueria	50	-	-	-	40	-	-	-	20%	-	-	-
	Exaustão de Gases da Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	60	800	700	7%	50	800	700	7%	17%	0%	0%	0%
Sinterização	Sistema Primário de Despeiramento (Principal)	50	600	700	-	70	600	700	-	-40%	#REF!	#REF!	-
	Sistema Secundário de Despeiramento	50	-	-	-	70	-	-	-	-40%	-	-	-
Alto Forno a Coque	Sistema de Despeiramento da Casa de Estocagem	50	-	-	-	50	-	-	-	0%	-	-	-
	Sistema de Despeiramento da Casa ou Ala de Corrida	40	-	-	-	40	-	-	-	0%	-	-	-
Alto Forno a Carvão Vegetal	Sistema de Despeiramento da Casa de Estocagem	-	-	-	-	50	-	-	-	0%	-	-	-
	Sistema de Despeiramento da Casa ou Ala de Corrida	-	-	-	-	50	-	-	-	0%	-	-	-
Aciaria LD	Sistema Primário de Despeiramento	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-
	Sistema Secundário de Despeiramento	50	-	-	-	40	-	-	-	20%	-	-	-
Dessulfuração do Gusa	Sistema de Despeiramento do Dessulfuração do Gusa	40	-	-	-	40	-	-	-	0%	-	-	-
Caldearia	Sistema Despeiramento dos Fornos de Cal	40	-	470	8	100	-	470	8%	-150%	-	#REF!	-
Adaria Elétrica	Sistema Primário e Secundário de Despeiramento	-	-	-	-	50	-	-	-	--	-	-	-
Laminação a Quente	Fornos de Reaquecimento de Placas c/ queima de gases siderurgicos	60	1000	700	7	60	1200	700	7	0%	-20%	0%	0%
Centrais Termelétricas	Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos	60	600	350	5	60	600	350	-	0%	0%	0%	-

13. Referência Bibliográfica - Estudos

1. Compilation of Air Pollution Emission Factors, U.S.Environmental Protection Agency, Washington, DC. - Coque Production, Iron and Steel and Taconite.
 2. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 382 de 2 janeiro de 2007. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.
 3. Emission Estimation Technique Manual - Iron and Steel Production - National Pollutant Inventory - Austrália.
 4. EPA - Fabric Filter Operation Review - Self-Instructional Manual for APTI Course SI: 412A - Second edition
 5. Deliberação Normativa COPAM nº 11, de 16 de dezembro de 1986. Estabelece normas e padrões para emissões de poluentes na atmosfera e dá outras providências.
 6. Figueiredo, D.V. - Poluição na Indústria Siderúrgica: Processo, Poluentes e Controle das Emissões. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1985.
 7. Guidance for the Hot Rolling of Ferrous- Metals and Associated Activities Sector- Sector Guidance Note_IPPC S2.04 - Environment Agency , ISBN 0- Environment Agency-UK- 2004.
 8. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Guidance for the Production of Coke, Iron and Steel IPPC S2.01, Environment Agency , ISBN 0- Environment Agency-UK, 2004.
 9. National Emission Standards for Coke Oven Batteries, Code of Federal Regulations, Title 40, Volume 8, Part 63, sub-part L, U.S. Government Printing Office.
 10. National Emission Standards for Benzene Emissions from Coke By-Product Recovery Plants - Code of Federal Regulations , Title 40, Volume 8, Part 63, sub-part L, U.S. Government Printing Office.
 11. Overview of Air Regulations Affecting the Iron and Steel Industry,Iron and Steel Stakeholder Meeting, Chicago,IL, January 1999.
 12. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná - Resolução SEMA 041/02.
 13. Steel Industry and the Environment: Technical and Management Issues. Technical Report N° 38. International Iron and Steel Institute (IISI) and United Nations Environment Programme.(UNEP). 1997.
 14. Grauer, Andréas. Padrões de Emissão Atmosférica da Alemanha - TA Luft 2002.
 15. Instituto Aço Brasil. <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/index.asp>. Acesso em junho 2010.
 16. MINAS GERAIS. Conselho de Política Ambiental. Deliberação normativa nº 01, de 24 de fevereiro de 1992. Estabelece normas e padrões para emissões de poluentes na atmosfera e dá outras providências. In: FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Licenciamento ambiental: coletânea da legislação. 3 ed. Belo Horizonte: FEAM, 2002.
 17. SOARES, José Francisco; SIQUEIRA, Arminda Lúcia. Introdução à estatística médica. Belo Horizonte: UFMG, 1999. Departamento de Estatística - UFMG.
-

18. UNEP - International Iron and Steel Institute and United Nations Environment Programme - Industry and Environment. Technical Report n° 38; Steel Industry and Environment. Technical and Management Issues. 1997.
 19. USEPA - Office of Air Quality Planning and Standards Research - EPA - 453/R-01-005. January 2001. Final Report. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants (NESHAP) for Integrated Iron and Steel Plants Background Information for Proposed Standards.
-

ANEXO 1



A seguir é apresentada a análise estatística e gráficos dos dados de emissão dos poluentes: Material Particulado (MP) e SO₂, corrigido o teor de oxigênio, em função das unidades e fontes de emissão citados abaixo.

1. Alto-forno a coque - despoeiramento casa de estocagem;
 2. Sinterização - despoeiramento primário;
 3. Sinterização - despoeiramento secundário;
 4. Coqueria - combustão dos fornos de coque;
 5. Laminação - fornos de reaquecimento de placas para material particulado e
 6. Laminação - fornos de reaquecimento de placas para dióxido de enxofre.
 7. Central termelétrica - caldeira com queima de gases siderúrgicos;
-

ANEXO 1 – Alto-Forno a Coque – Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem - MP

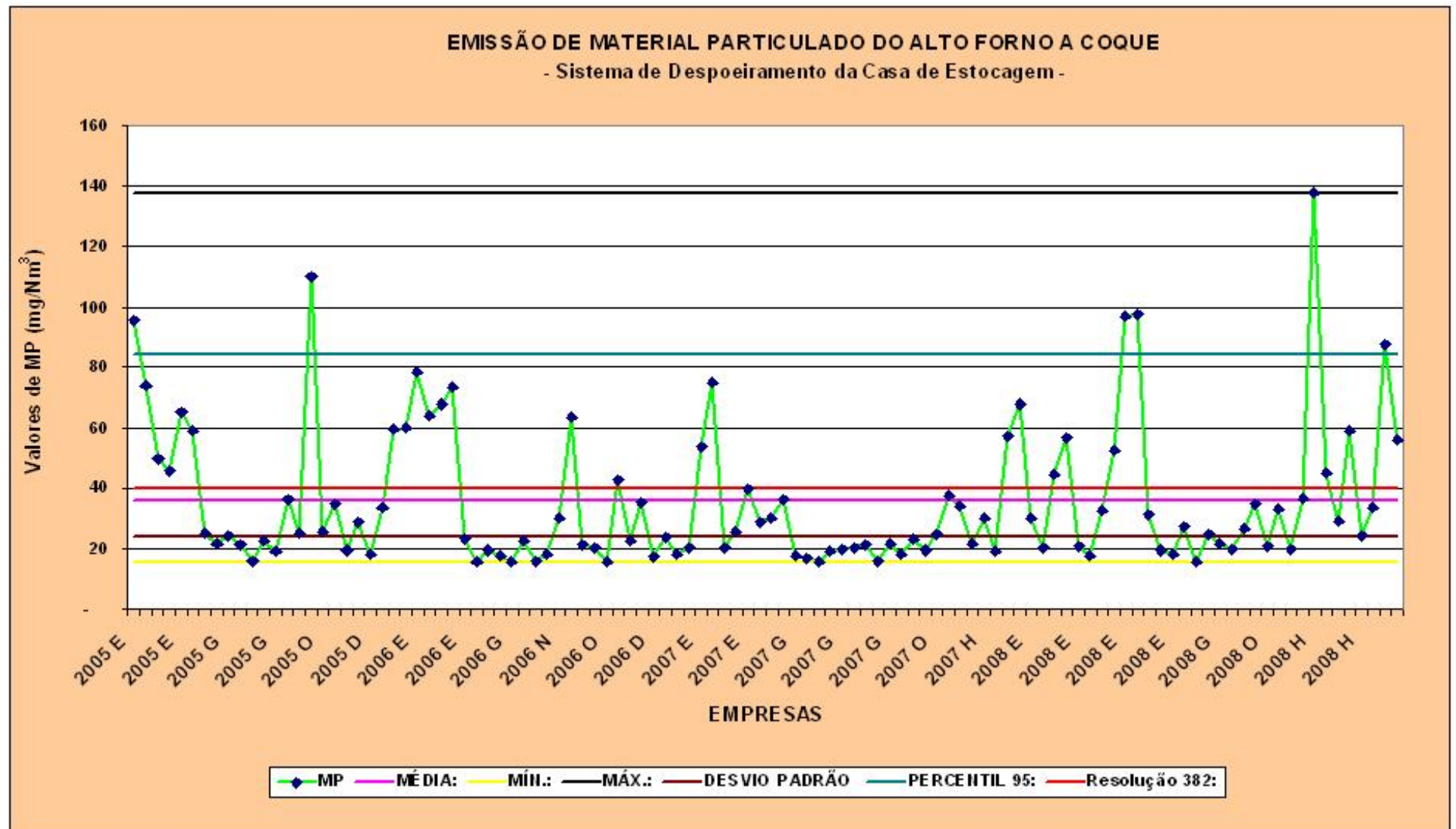


Figura 1 – Gráfico valores de emissão de MP sistema de despoeiramento do alto-forno a coque das empresas “D”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”

1.1 – Análise de todas as empresas

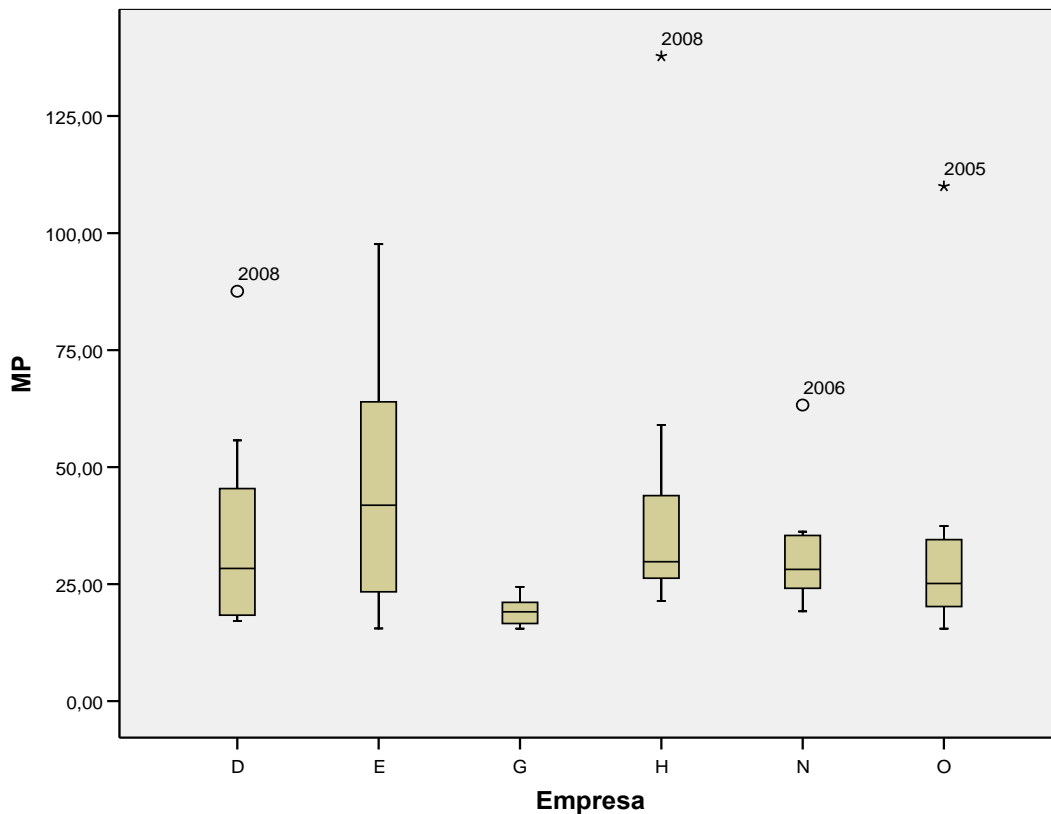


Figura 2 – Gráfico em caixa de emissão de MP do sist. Desp. Casa de estocagem alto-forno a coque das empresas “D”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”

1.2 - Frequência $\leq 80 \text{ mg/Nm}^3$ – MP alto-forno a coque – Casa de estocagem

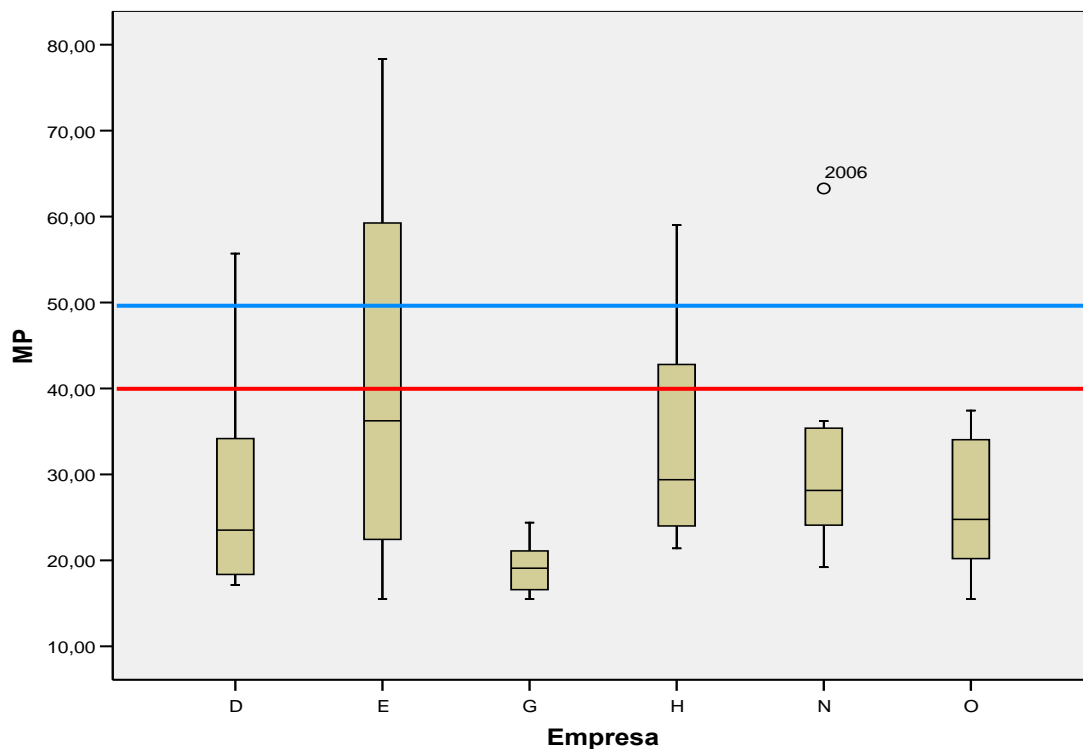


Figura 3 – Gráfico em caixa emissão MP sist. Desp. Casa de estocagem alto-forno a coque das empresas “D”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”, frequência conc. $\leq 80 \text{ mg/Nm}^3$ e sem outliers das empresas “D”, “H” e “O”.

Observando os gráficos das figuras 2 e 3, obtidos da análise estatística, verifica-se que as empresas “E” e “H” são as que apresentam os maiores níveis dentro da distribuição de dados e que as empresas “D”, “G”, “N” e “O” estão próximas ao padrão de referência da resolução CONAMA 382/2006.

Como o sistema usual de controle desta fonte de emissão é o filtro de manga, o fator limitante é a característica de abrasividade do material particulado, que pode comprometer a efetividade de retenção dos filtros de manga empregados no controle desta fonte. Por isso, foi proposto o valor de 50 mg/Nm^3 (linha azul no gráfico da figura 4), que está 25% acima do valor de referência, que é de 40 mg/Nm^3 (linha vermelha no gráfico da figura 3).

ANEXO 2 – Sinterização – Sistema Primário de Despoeiramento – MP

2.1 – Análise de todas as empresas

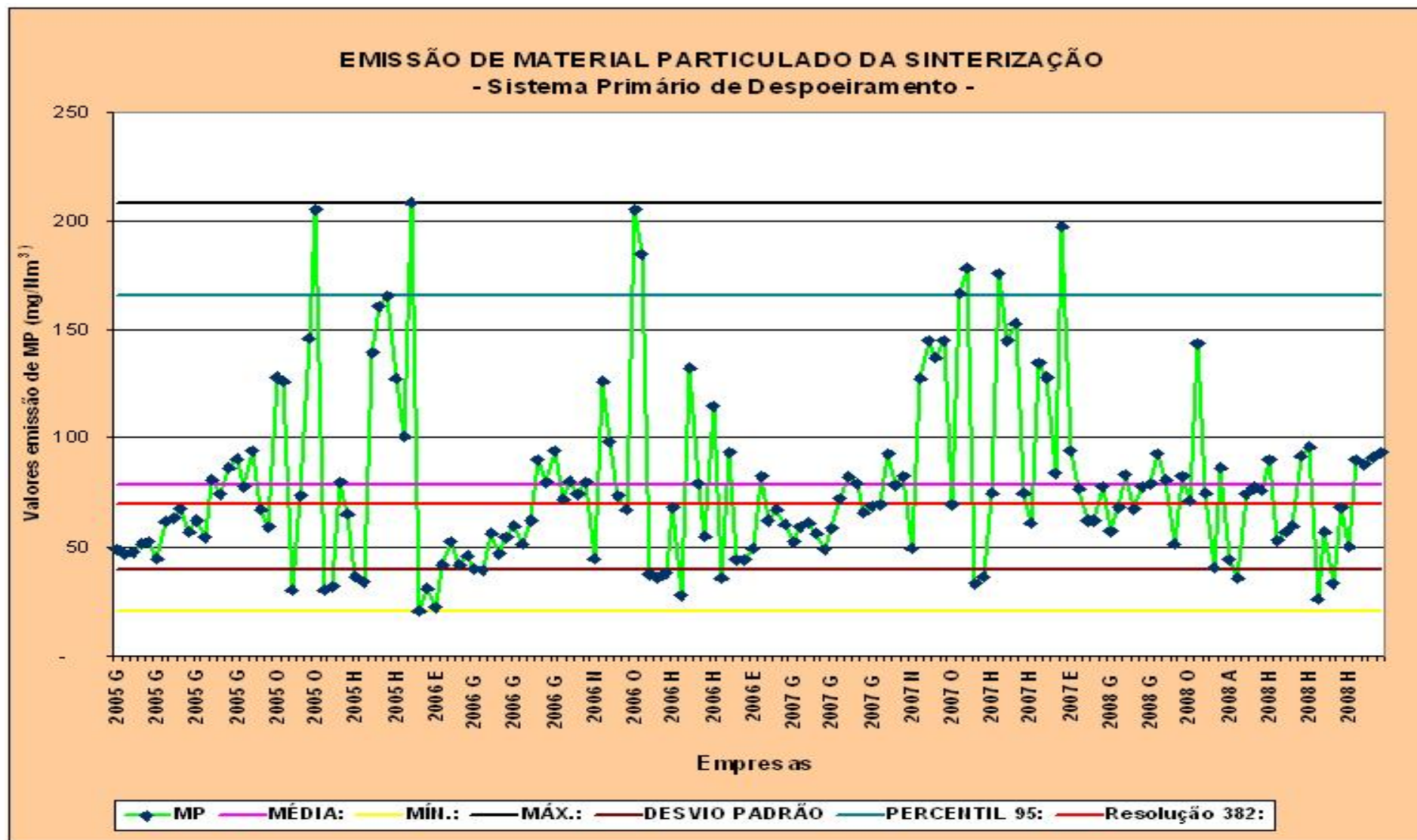


Figura 4 - Gráfico dos valores emissão de MP sistema primário de despoeiramento sinterização das empresas “A”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”

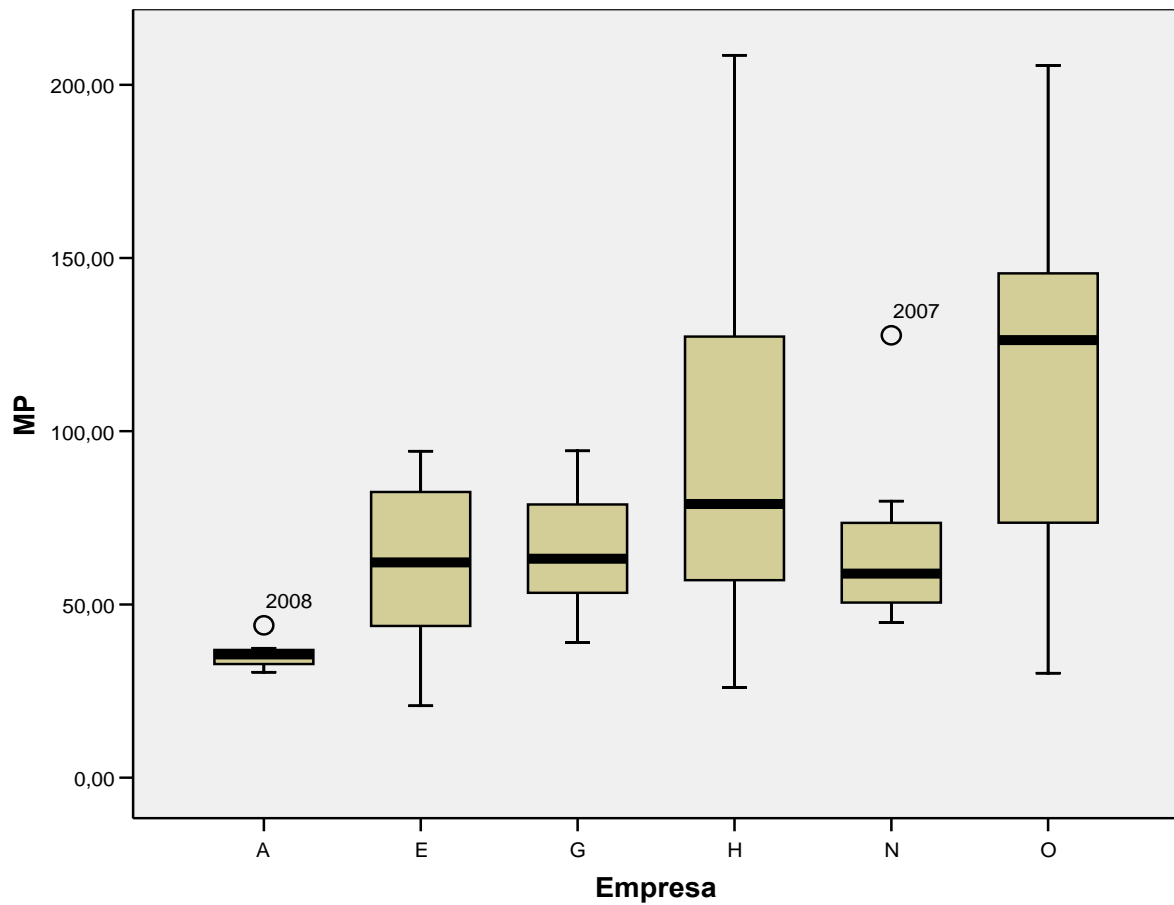


Figura 5 – Gráfico em caixa emissão MP da sinterização primária das empresas “A”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”

2.2 - Análise após retirada da empresa “O” (24 observações)

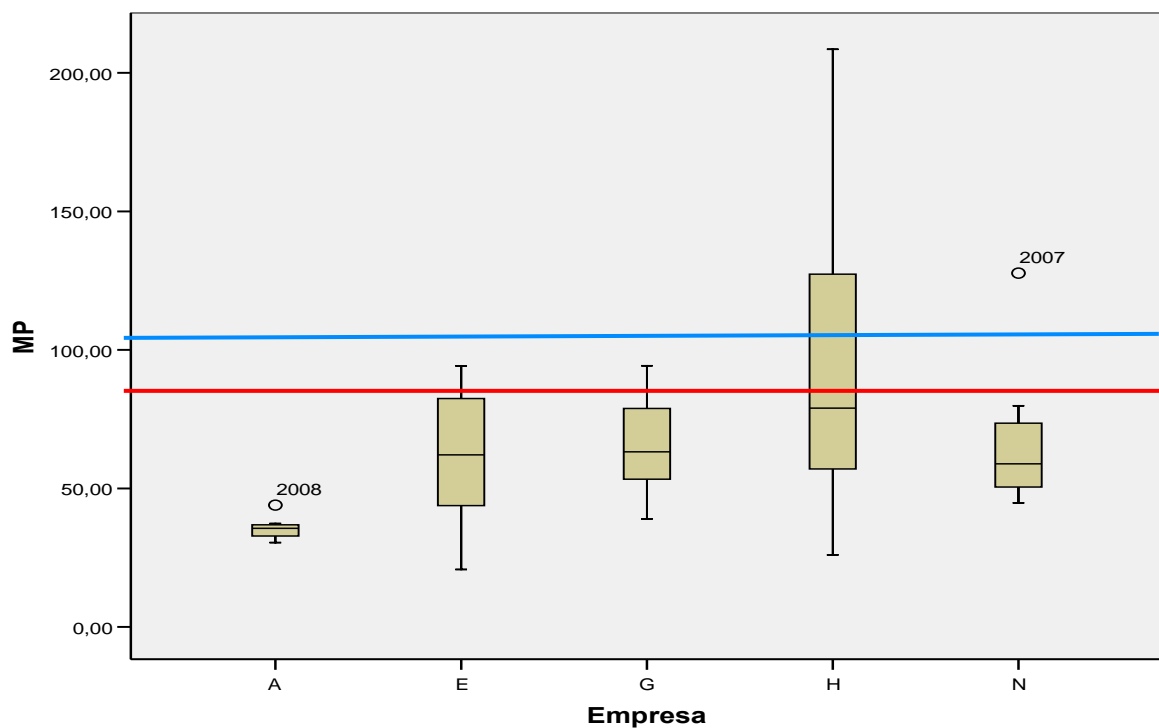


Figura 6 – Gráfico em caixa de emissão MP da sinterização primária, exceto a empresa “O”

Observando-se as figuras 4 e 5, destacam-se as empresas “H” e “O” por apresentarem os maiores níveis. Quando se exclui os dados da empresa “O” os valores aproximam-se do valor proposto, 90 mg/Nm³ (linha azul no gráfico da figura 6). Entretanto, se houver a exclusão também dos dados da empresa “H” tem-se uma aproximação do padrão de referência da Resolução CONAMA 382/2006, 70 mg/Nm³ (linha vermelha da figura 6).

Foi acordado o valor de 90 mg/Nm³ por apresentar-se aquém do Percentil 95 obtido pela análise estatística e pelo ganho ambiental indireto resultante da reutilização de resíduos. Logo, justifica-se a proposição de um padrão aproximadamente 30% maior que o limite de referência.

ANEXO 3 – Sinterização – Sistema Secundário de Despoeiramento – MP

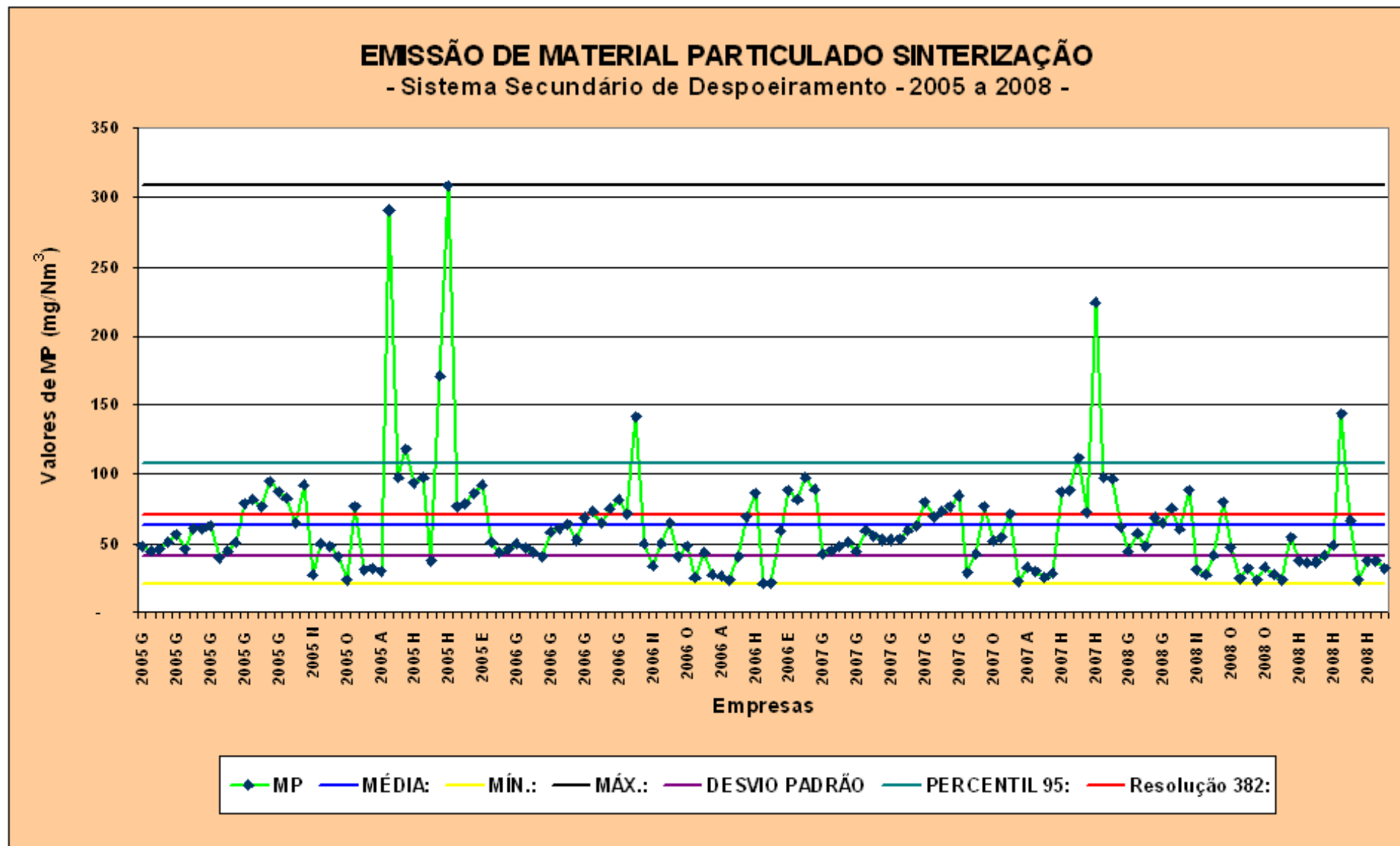
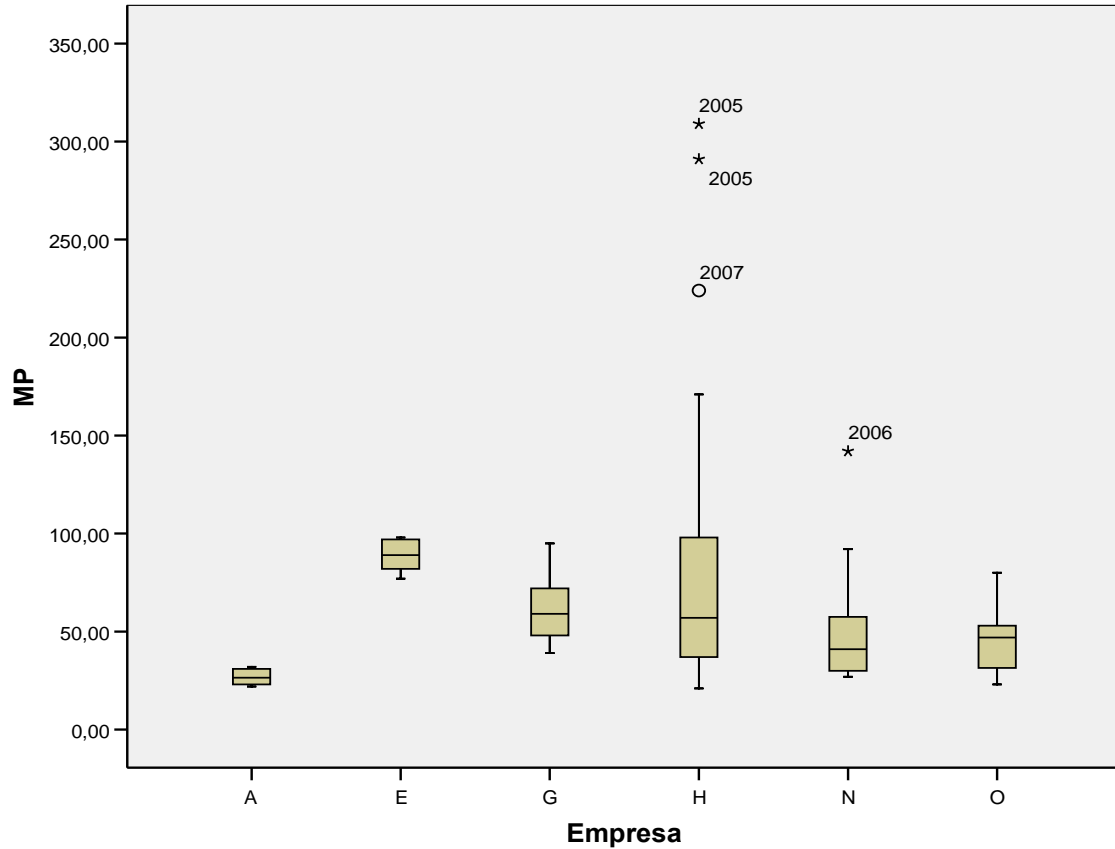


Figura 7 - Gráfico dos valores de emissão de MP sistema secundário de despoeiramento sinterização das empresas "A", "E", "G", "H", "N" e "O"

3.1 – Análise de todas as empresas



3.2 –

Figura 8 – Gráfico em caixa de emissão MP sist.sec. Desp. Sinter. empresas “A”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”

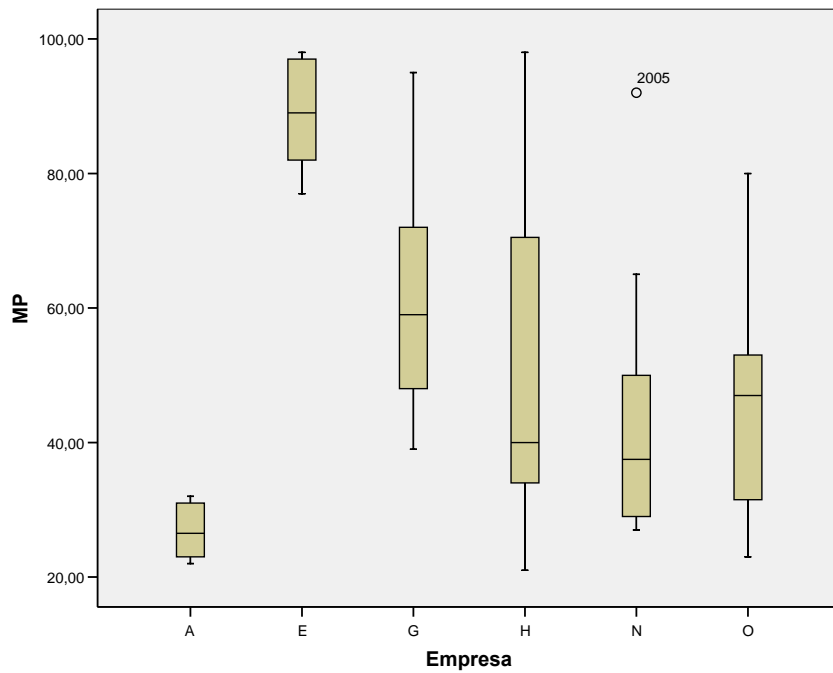


Figura 9 – Gráfico em caixa emissão MP sist. sec. Desp. Sinter. empresas “A”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O” (freq. ≤ 100)

3.3 – Análise de todas as empresas, freq. conc. $\leq 100 \text{ mg/Nm}^3$, sem a empresa “E”

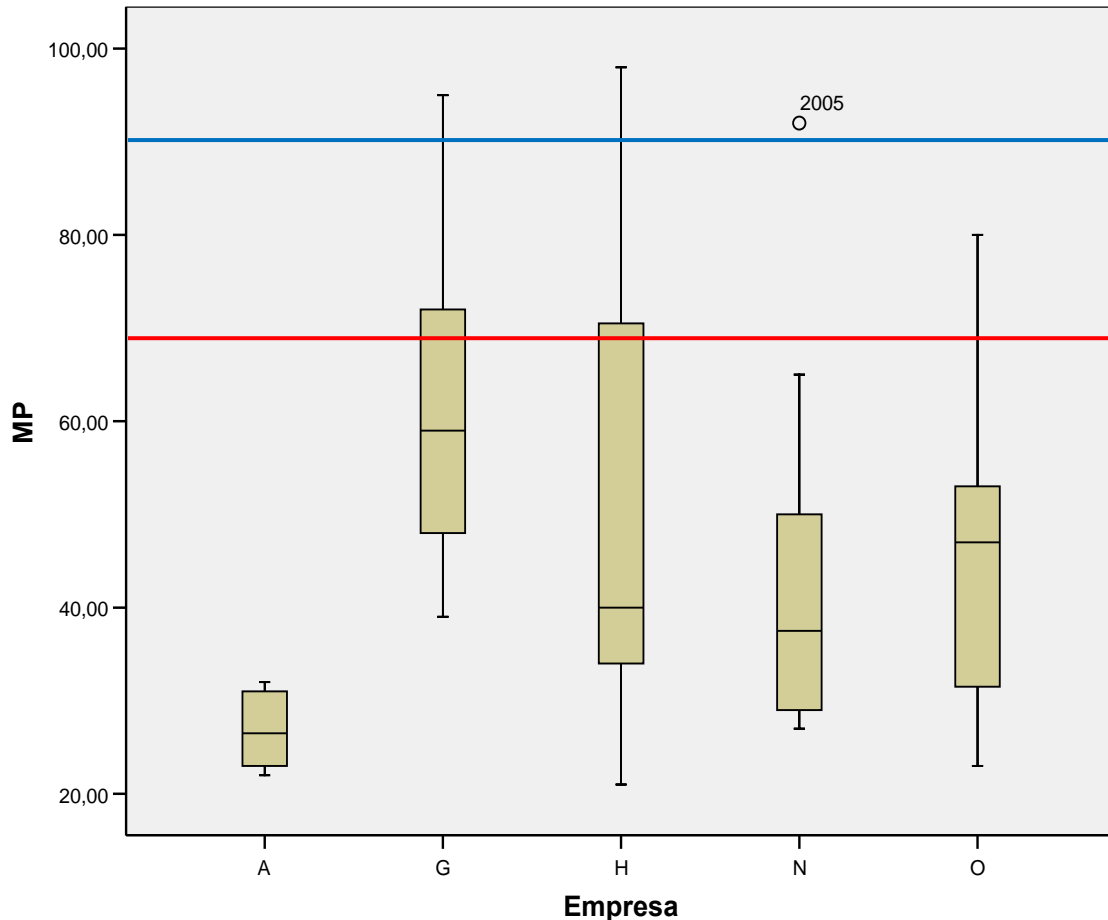


Figura 10– Gráfico em caixa emissão MP sist. sec. Desp. Sinter. empresas “A”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O” – freq. ≤ 125

Observa-se no gráfico da figura 8 a presença de *outliers* referente às empresas “H” e “N”. Após análise estatística, o percentil 95 de todas as empresas valores menores ou iguais a 100 apresentou um valor de 87,8. Na figura 9, nota-se que a empresa “E” destaca-se do conjunto dos dados apresentando os valores mais altos. Por último, a figura 10 mostra uma distribuição mais próxima do padrão de referência da resolução CONAMA 382/2006 (linha vermelha), após retirada da empresa “E”, sem 2 observações da empresa “H” e com a retirada de classes vazias no histograma.

Foi então proposto como limite máximo de emissão para material particulado proveniente da sinterização, 90 mg/Nm^3 (linha azul no gráfico da figura 10).

ANEXO 4 – Coqueria – Sistema de combustão dos Fornos de Coque – MP

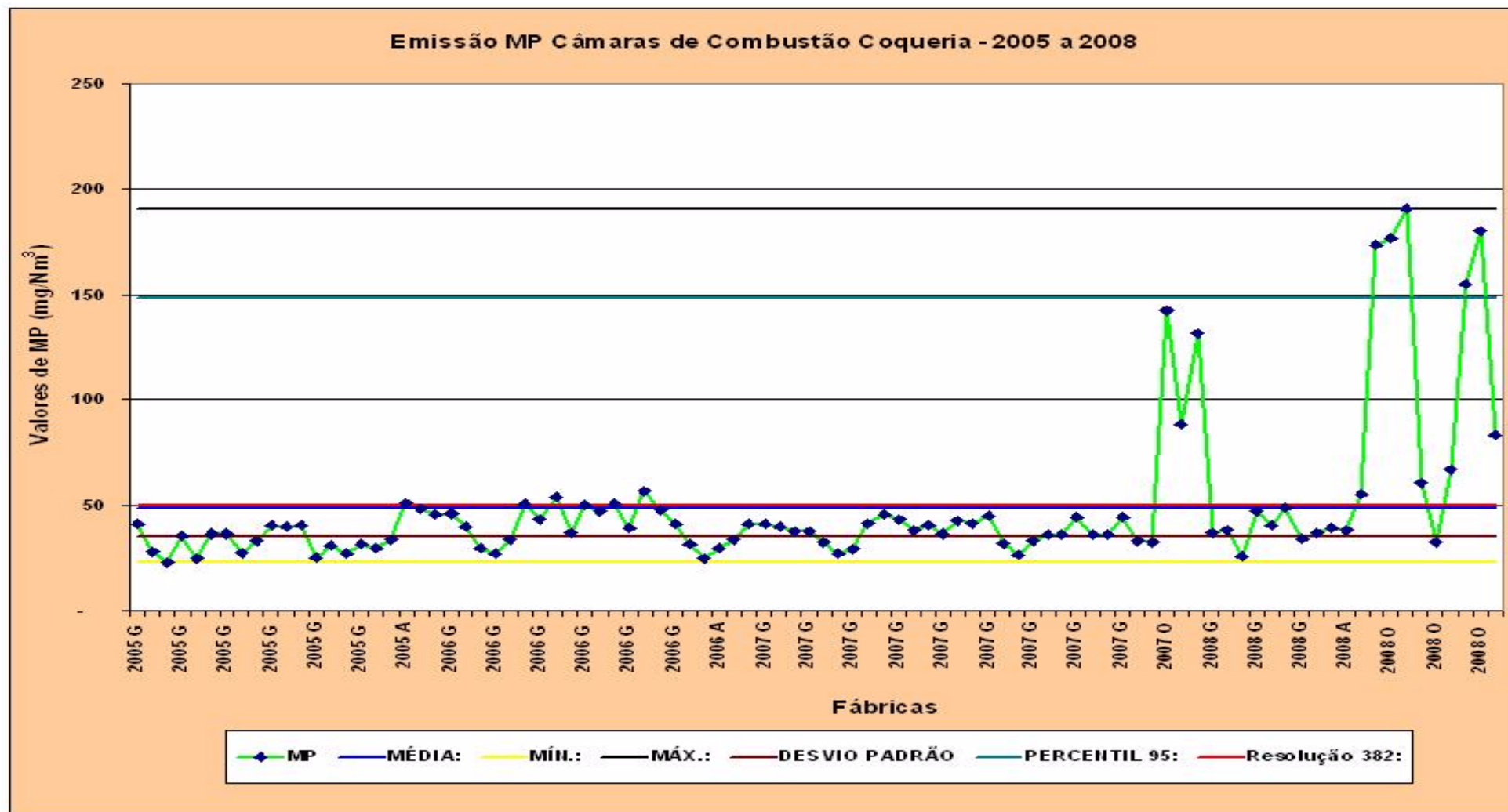


Figura 11 - Gráfico dos valores de emissão de MP do sistema combustão dos fornos a coque da coqueria das empresas "A", "G", "N" e "O"

3.4.1 – Análise de todas as empresas

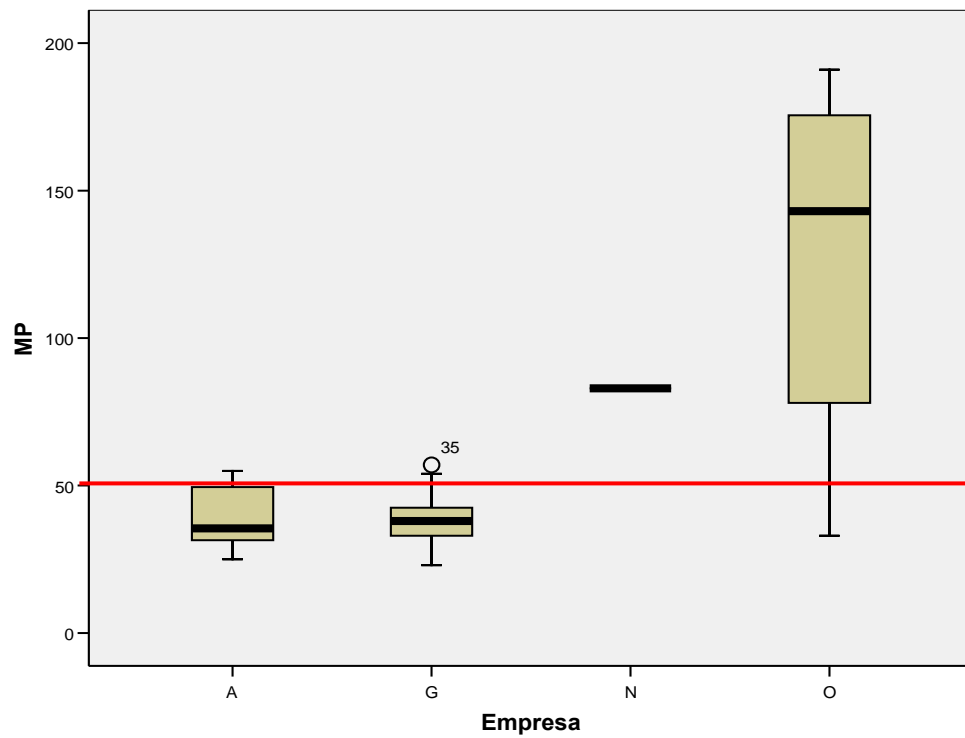


Figura 12 – Gráfico em caixa de emissão MP dos fornos a coque das empresas “A”, “G”, “N” e “O”

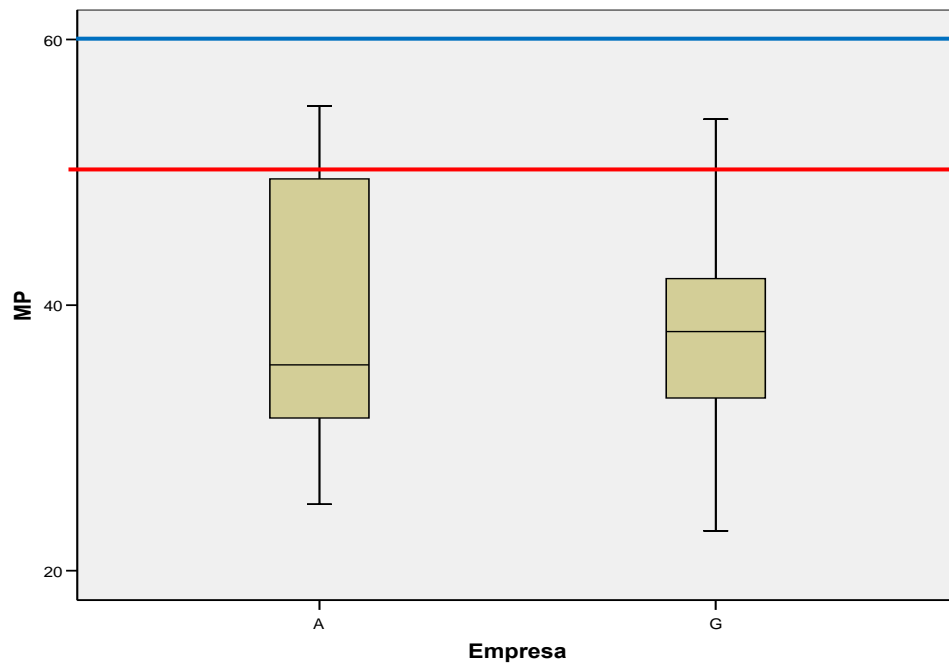


Figura 13 – Gráfico em caixa de emissão MP dos fornos a coque das empresas “A” e “G”.

3.4.2 – Análise sem as empresas “N” e “O”.

Analisando as Figuras 11, 12 e 13, verifica-se que as empresas “N” e “O” apresentam características distintas das empresas “A” e “G”. Conquanto a análise estatística, após retirada dos dados das empresas “N” e “O”, apresente o percentil 95 das demais empresas com um valor de 50 mg/Nm^3 , que é o mesmo valor do padrão de referência (linha vermelha nos gráficos das figuras 12 e 13) e conquanto se saiba que na Alemanha já alcançaram o padrão de 10 mg/Nm^3 , conforme TA Luft [6], foi acordado o valor de 60 mg/Nm^3 (linha azul no gráfico da figura 13).

ANEXO 5 – Laminação – Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos – MP

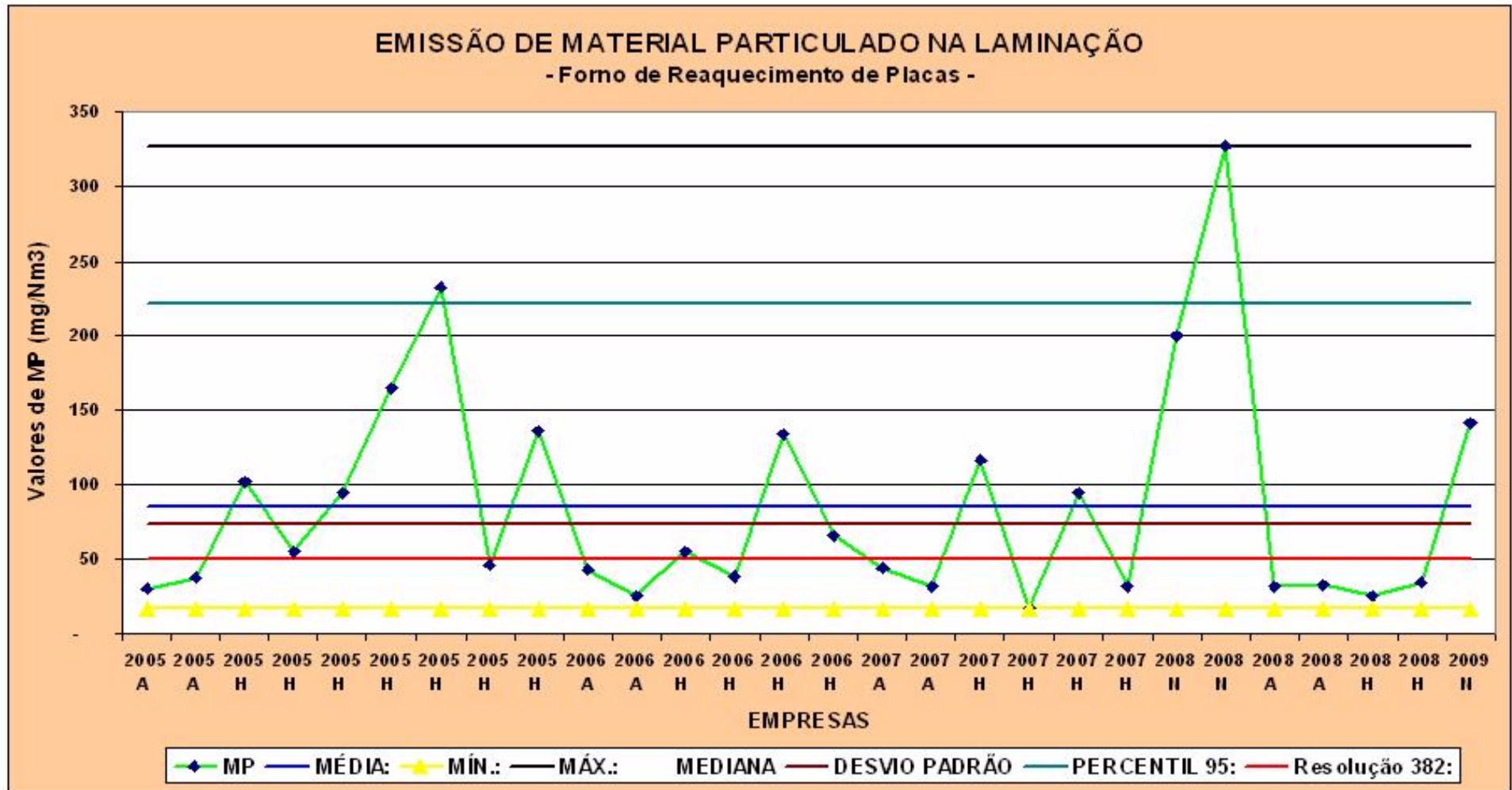


Figura 14 – Gráfico dos valores de emissão de MP dos fornos de reaquecimento de placas da laminação das empresas “A” e “H”

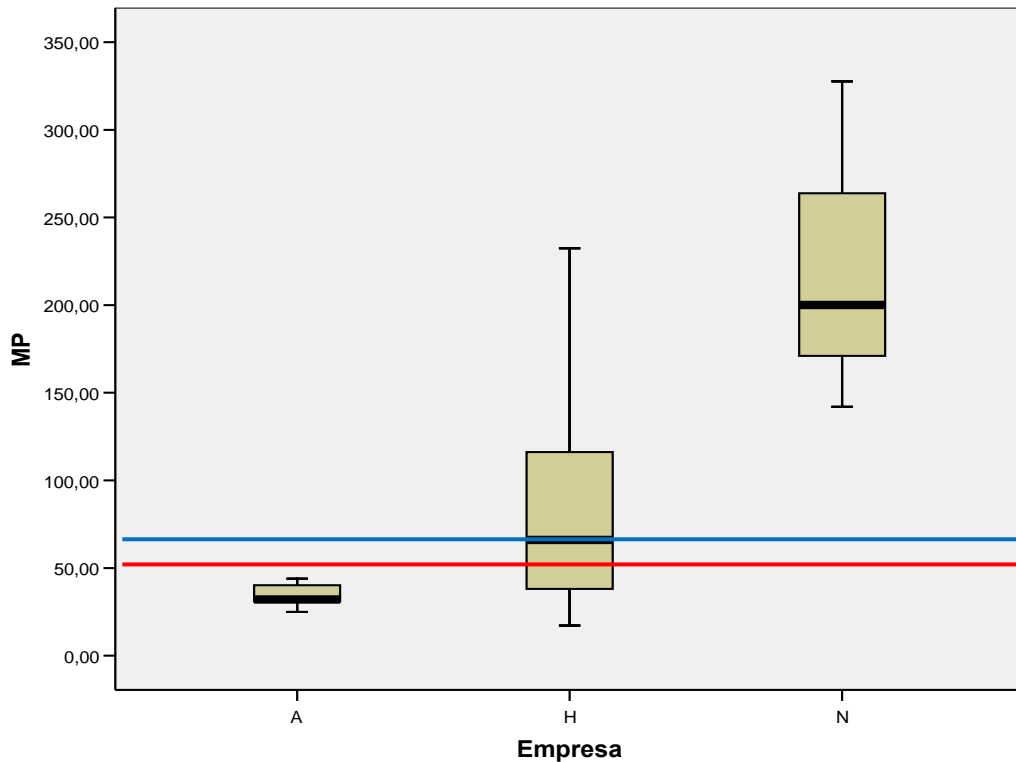


Figura 15 – Gráfico em caixa emissão MP – laminação

Nota-se nos gráficos das figuras 14 e 15 que a empresa “N” apresenta os maiores valores na distribuição, seguida da empresa “H”. De acordo com essa distribuição, apenas a empresa “A” atende ao padrão da resolução CONAMA 382/2006, que é de 50 mg/Nm³ (linha vermelha da figura 15), referente às medições de material particulado na laminação.

A mediana referente às observações da empresa “N” está fora do intervalo inter-quartil das observações referentes às empresas “A” e “H”, portanto, as três observações da empresa N não foram consideradas na análise.

A rigor não há sistema de controle na exaustão da chaminé da unidade de laminação. As emissões são controladas mediante controle do processo de combustão e boas práticas operacionais. Portanto, o valor proposto foi de 60 mg/Nm³ com concentração corrigida a 7% de O₂ (linha azul no gráfico da figura 15).

ANEXO 6 – Laminação – Fornos de Reaquecimento de Placas com Queima de Gases Siderúrgicos – SO₂

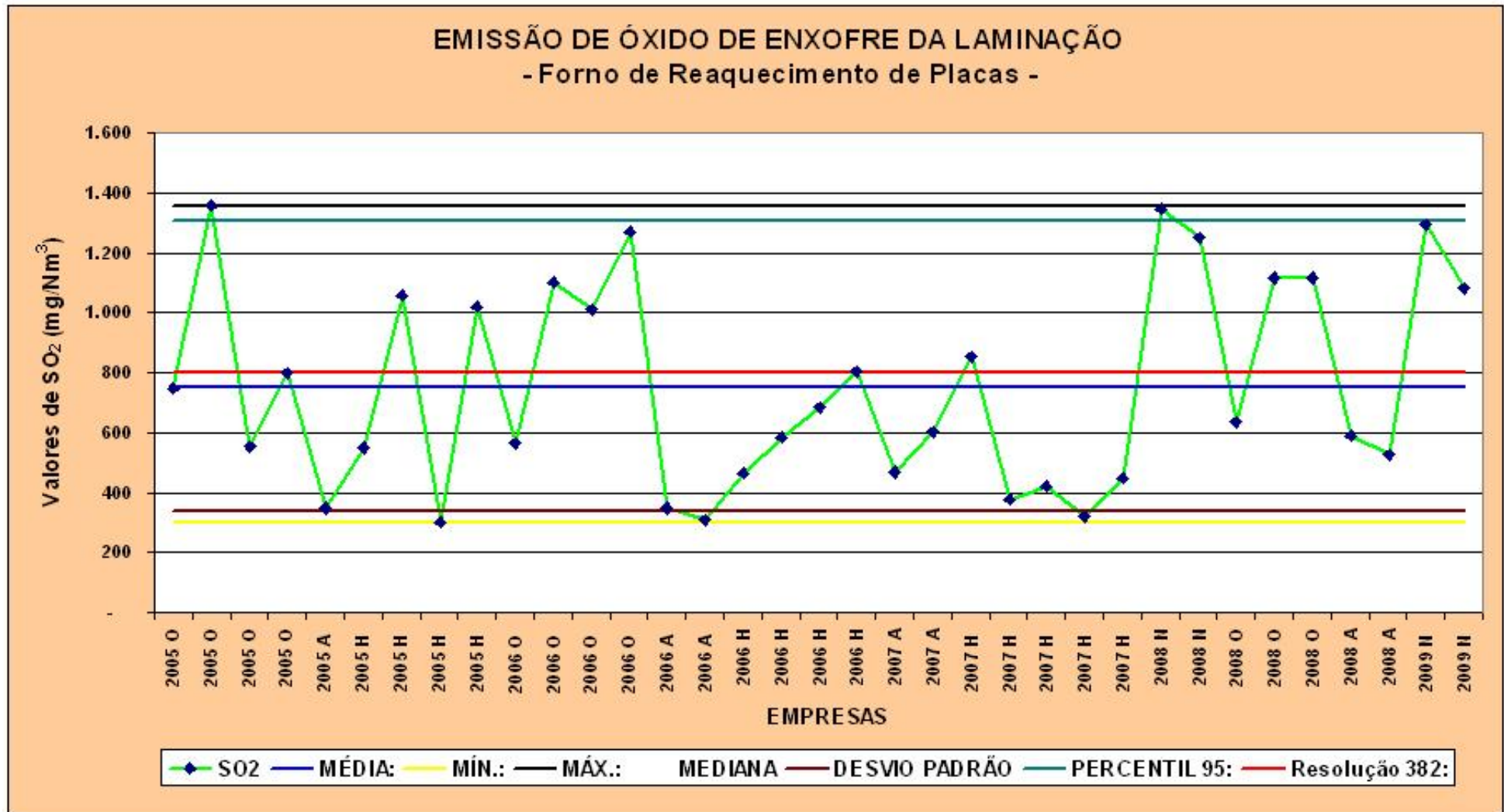


Figura 16 – Gráfico valores de emissão de SO₂ da unidade de laminação das empresas “A”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”

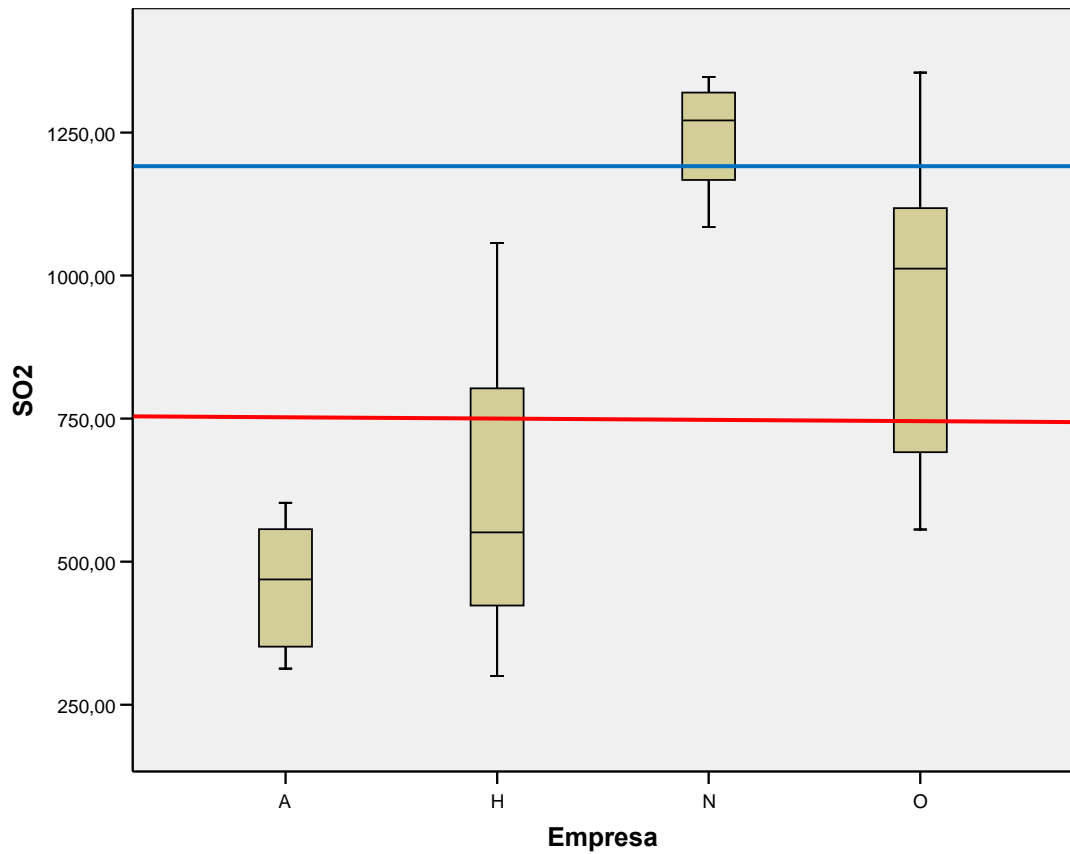


Figura 17 – Gráfico em caixa - emissão de SO_2 - unidade de laminação das empresas “A”, “H”, “N” e “O”

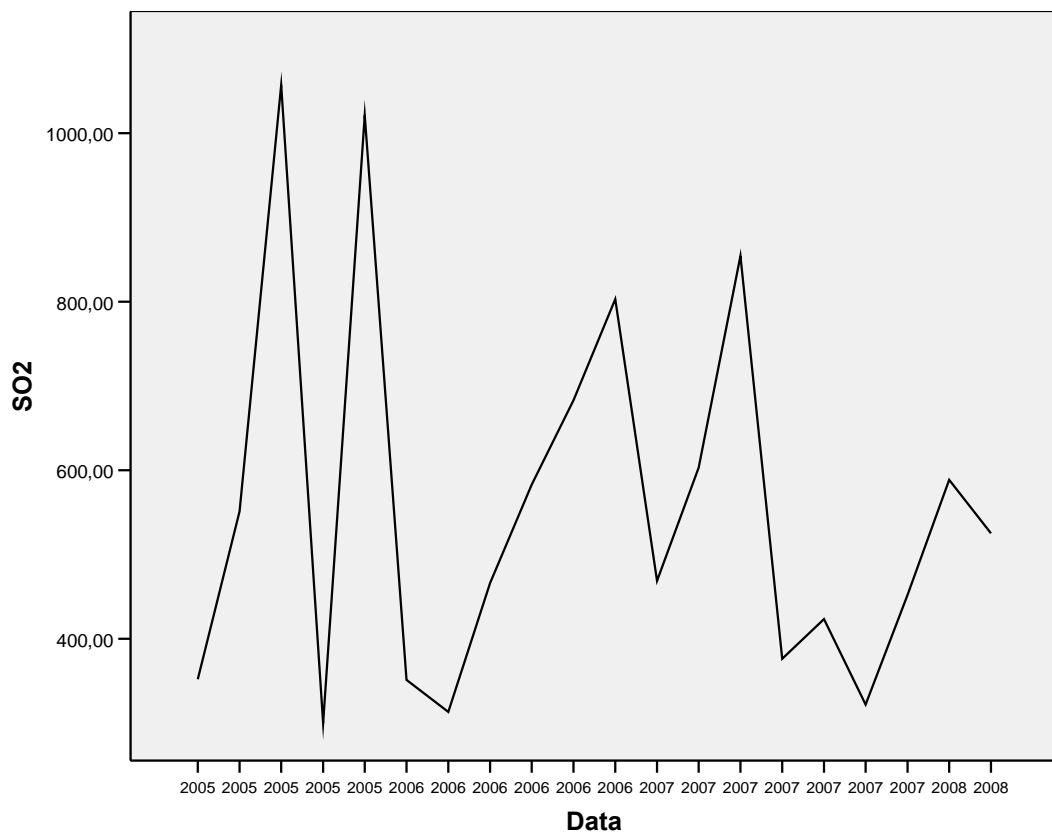


Figura 18 – Gráfico de sequência temporal - emissão SO_2 da unidade de laminação das empresas A e H.

Pode-se observar nas figuras 16 e 17 que as empresas “N” e “O” apresentaram os maiores níveis de emissão e que as empresas “A” e “H” apresentam a maior porcentagem de seus valores atendendo a resolução CONAMA 382/2006.

Apesar da mediana das observações da empresa “N” estar acima do intervalo interquartil das observações da empresa “O”, os dados das duas empresas foram reunidas numa só devido ao número pequeno de observações (4) da empresa N. Ressalta-se ainda, com base na observação do gráfico da figura 18, que os dados de emissão das empresas, exceto a “N”, oscilam em torno de 1000 mg/Nm³. Para estabelecer o padrão de emissão foram utilizados os dados das empresas “A” e “H”, cujo percentil 95 correspondeu a 1021 mg/Nm³, considerando 20 observações e a metodologia acordada.

Ao analisar o histograma da figura 19, verifica-se que o mesmo apresenta classes vazias, pois quatro observações (todas da empresa “H”), situaram-se distante das demais. Caso essas observações sejam retiradas da análise, o percentil 95 passa a corresponder a 809 mg/Nm³, ou seja, um padrão próximo ao padrão de referência (linha vermelha no gráfico da figura 17).

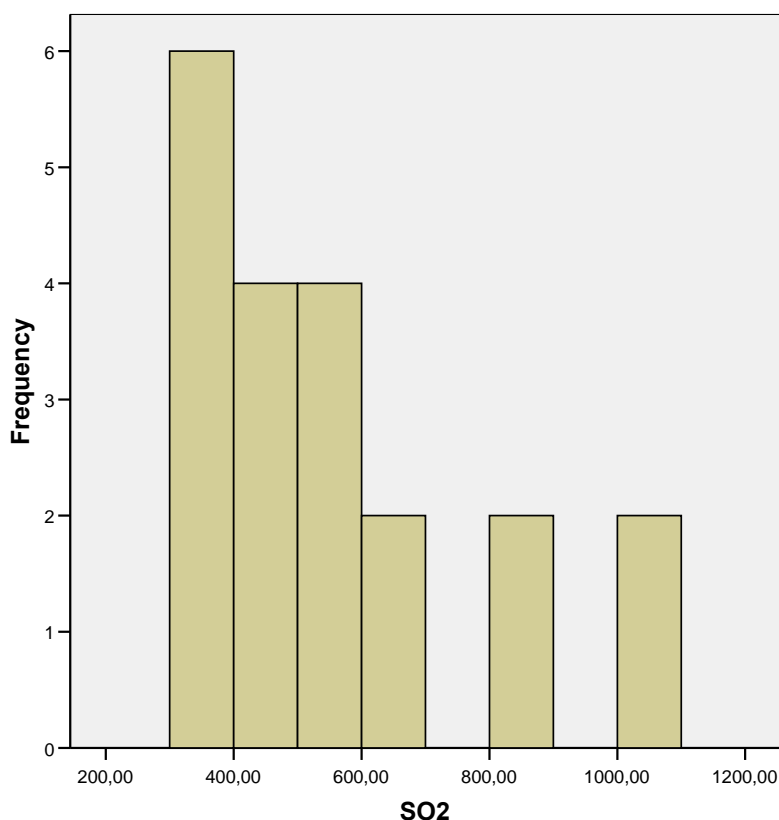


Figura 19 – Gráfico em histograma das emissões de SO₂ da unidade de laminação das empresas “A”, “H” e “O”.

ANEXO 7 – Central Termelétrica – Caldeira com Queima de Gases Siderúrgicos – MP

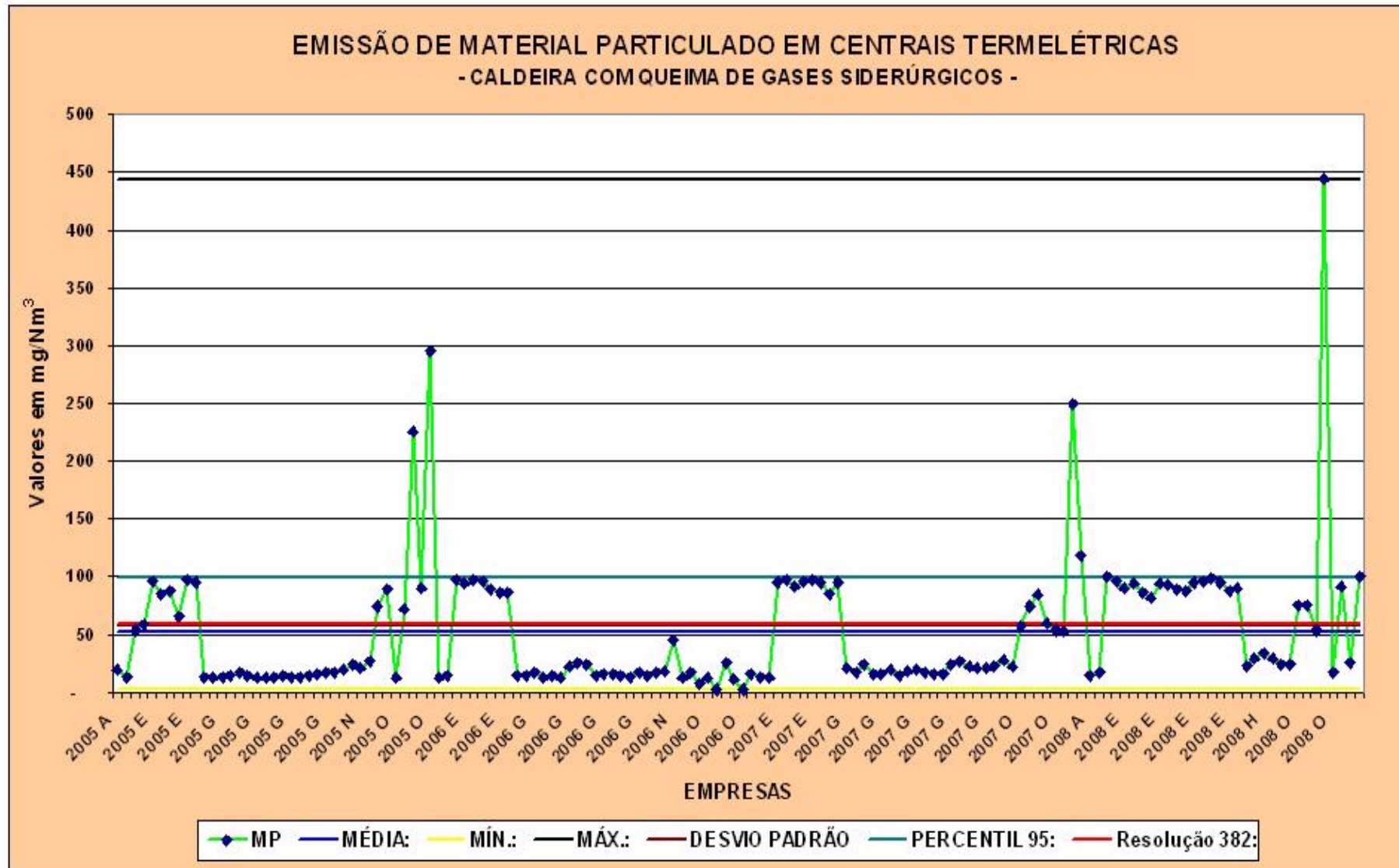


Figura 20 – Gráfico dos valores de emissão de MP da caldeira com queima de gases siderúrgicos das empresas “A”, “E”, “G”, “N” e “O”

7.1 – Com outliers maiores que 200 de todas as empresas

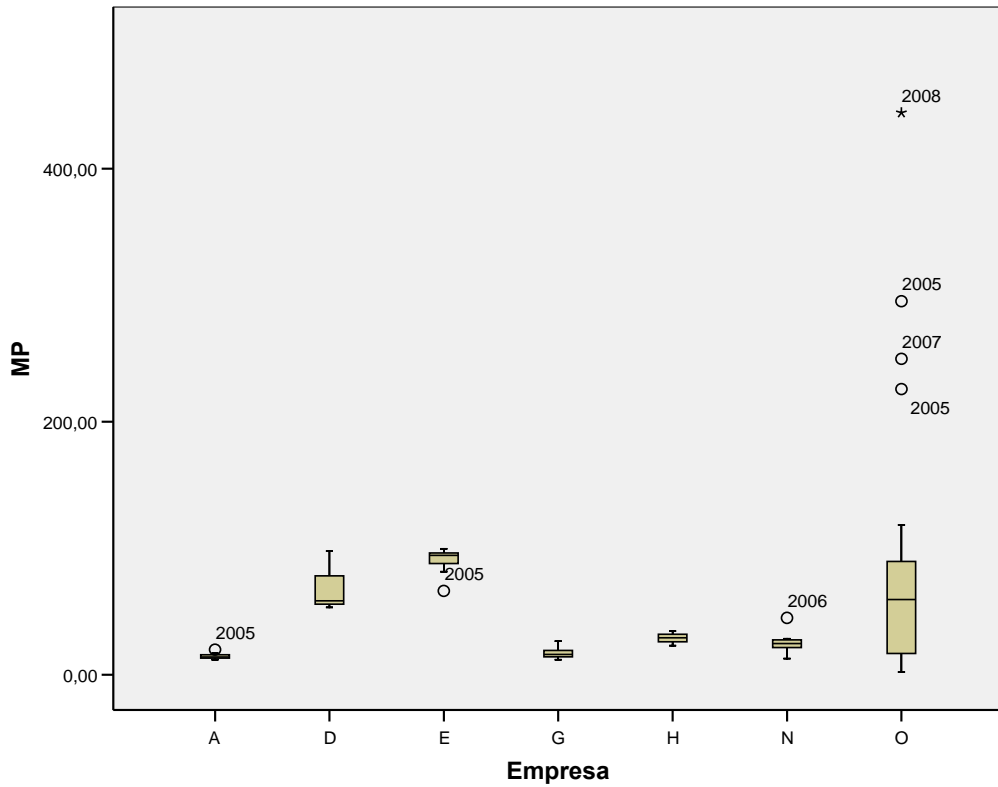


Figura 21 – Gráfico em caixa emissão MP caldeira centrais termelétricas das empresas “A”, “D”, “E”, “G”, “H”, “N” e “O”

7.2 – MP centrais termelétricas <= 200 das empresas, exceto a “E”

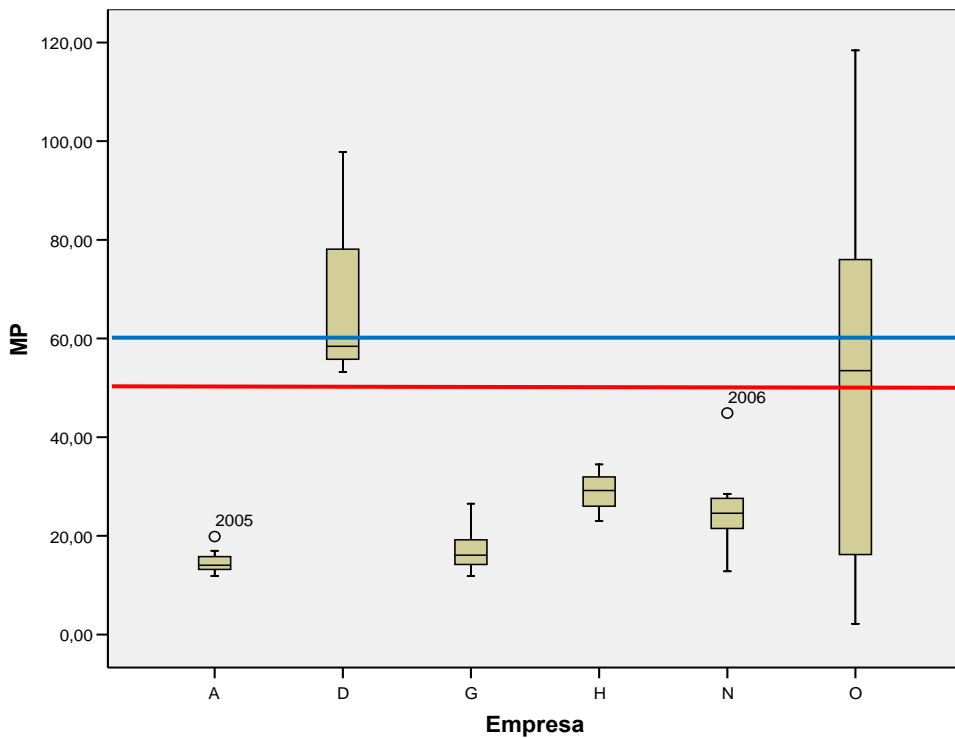


Figura 22 – Gráfico em caixa emissão MP caldeiras centrais termelétricas das empresas, exceto a “E”.

A figura 21 mostra que as empresas “D”, “E” e “O” apresentaram os maiores níveis de emissão.

A empresa “E” apresentou os maiores níveis em 36 medições, com média, 91,9 e desvio padrão de 6,44. As demais empresas (104 medições) tiveram média de 28,3 e desvio padrão de 24,41. A empresa “O” apresentou a maior variação para as observações de material particulado. O percentil 95 das empresas, exceto a “E” foi de 88,4.

Por tratar-se de caso análogo aos fornos de combustão de gases de coqueria e aos fornos de reaquecimento da laminação, o potencial energético e o volume considerável de gases gerados na coqueria, alto forno e aciarias, são queimados nas centrais termelétricas, objetivando suprir grande parte das demandas térmicas das diversas unidades produtivas das siderúrgicas integradas, justifica-se, portanto um limite máximo de emissão 20% acima do padrão de referência (linha vermelha no gráfico da figura 22). Além disso, não há equipamento de controle de emissão para essa fonte.

Por isso, admitiu-se a conveniência da utilização do mesmo limite máximo de emissão proposto para coqueria e fornos de reaquecimento, ou seja, 60 mg/Nm³ (linha azul no gráfico da figura 22).



Av. Rio Branco, 181 - 28º Andar - Centro
Rio de Janeiro - RJ - CEP 20040-007
Telefone: (55-21) 3445-6300 | Fax: (55-21) 2262-2234
E-mail: acobrasil@acobrasil.org.br

www.acobrasil.org.br