

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

### 1. INTRODUÇÃO

Este documento define a melhor tecnologia prática disponível (MTPD) para o diagnóstico das fontes de emissão de poluentes atmosféricos de indústrias siderúrgicas e metalúrgicas integrantes do Plano de Redução de Emissões de Fontes Estacionárias (PREFE) aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P, de 08/10/2014.

O presente guia abrange as seguintes instalações:

- Siderurgia integrada;
- Siderurgia semi-integrada;
- Laminação;
- Trefilagem, e
- Fundição de peças metálicas.

O presente guia não abrange os equipamentos listados abaixo e instalados em plantas cuja atividade principal é siderurgia ou metalurgia e que utilizem combustíveis convencionais (gás natural, GLP, óleo diesel, óleo combustível ou biomassa). Para estes equipamentos deverão ser utilizadas as orientações da Guia de Melhor Tecnologia Prática Disponível – Fontes de Combustão:

- Caldeiras;
- Aquecedores de fluido térmico;
- Secadores sem contato direto da chama com o produto, e
- Fornos sem contato direto da chama com o produto.

### 2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para este guia, melhor tecnologia prática disponível (MTPD) é o mais efetivo e avançado estágio tecnológico no desenvolvimento da atividade e seus métodos de operação, para atendimento ao limite de emissão estabelecido para prevenir ou, se não for praticável a prevenção, reduzir as emissões e o impacto ao meio ambiente.

Utilizaram-se como referência para a pesquisa, os dados da Comunidade Européia (CE) e da Agência Ambiental Americana (EPA).

O guia engloba as fontes pontuais de emissão de poluentes (chaminé) e demais fontes dentro do processo de siderurgia e metalurgia.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

Este guia considera como MTPD não só equipamentos de controle de emissões, mas também melhorias no processo produtivo que:

- Utilizem técnicas de processo que produzam menos emissões atmosféricas de poluentes e
- Diminuem o consumo de combustíveis (eficiência energética).

Com o objetivo de facilitar a aplicação deste guia, ele será dividido por unidade produtiva, contemplando os poluentes material particulado (MP), óxidos de enxofre (SOx), óxidos de nitrogênio (NOx) e compostos orgânicos voláteis (COV) que, para este guia, será expresso como Hidrocarbonetos Totais Não Metano (HCTNM).

### 3. DESCRIÇÃO RESUMIDA DO PROCESSO PRODUTIVO

Metalurgia é o conjunto de técnicas que permitem extrair e manipular metais e gerar ligas metálicas. É nessa atividade econômica que ocorre a conversão de minérios ferrosos e não-ferrosos em produtos metalúrgicos e produtos intermediários do processo.

A indústria siderúrgica é o ramo da metalurgia que se dedica à fabricação e tratamento de aços, em forma de semi-acabados, laminados, relaminados, trefilados e tarugos (objetos sólidos utilizados como matéria-prima na laminação)

#### 3.1 Siderurgia

A siderurgia é dividida em:

- usinas siderúrgicas integradas: usinas siderúrgicas que utilizam o processo de redução do minério de ferro, a partir de uma carga constituída por minério de ferro granulado e/ou de aglomerados de finos de minério de ferro, em forma de sinter ou pelotas, e de um agente redutor (coque ou carvão vegetal) para a obtenção do ferro gusa líquido, que, juntamente com pequenas quantidades de sucata, é submetido ao processo de refino para a produção do aço em aciaria;
- usinas siderúrgicas semi-integradas: usinas siderúrgicas que, para obtenção do aço, a partir de uma carga constituída por sucata e/ou ferro esponja e/ou ferro gusa, utilizam, o processo de refino em fornos elétricos a arco.

##### 3.1.1 Siderurgia integrada

A produção de aço em uma usina siderúrgica integrada é realizada usando vários processos inter-relacionados. As principais operações são:

- Produção de coque,
- Produção de sinter,
- Produção de ferro,
- Preparação de ferro

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

- Produção de aço,
- Preparação do produto semiacabado (refino),
- Preparação do produto acabado (laminação)
- Geração de calor e eletricidade, e
- Movimentação e o transporte de matéria-prima, materiais intermediários e resíduos.

**Tabela 01 – Principais fontes de emissões de poluentes no processo de siderurgia integrada**

Unidade		Poluente			
		MP	SOx	NOx	COV
Coqueria	Sistema de Despoeiramento	*	-	-	-
	Fornos de coque	*	*	*	*
Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento	*	*	*	*
	Sistema Secundário de Despoeiramento	*	-	-	-
Alto-Forno	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	*	-	-	-
	Sistema de Despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	*	-	-	-
Aciaria	Sistema de Despoeiramento	*	-	-	-
	Forno	*	*	*	*
Laminação	Fornos de reaquecimento	*	*	*	*
Pelotização	Fornos de pelletização	*	*	*	*
Central termoeletrica	Caldeiras ou turbinas com queima de gases siderúrgicos	*	*	*	*
Armazenamento e transporte de matéria-prima, materiais intermediários e resíduos.		*	-	-	-

(\*) poluente a ser considerado

O processo de sinterização converte matérias-primas muito finas, incluindo minério de ferro, coque, calcário, carepa e escória de aciaria, em um produto aglomerado, conhecido como sinter, de tamanho adequado para ser carregado no alto-forno.

As matérias-primas são, por vezes, misturadas com água, para proporcionar um sinter mais coeso, e, em seguida, são colocadas sobre uma grelha contínua chamada linha de sinterização.

Antes de serem levados ao alto-forno, o minério e o carvão são previamente preparados para melhoria do rendimento e economia do processo. O minério é transformado em pelotas e o carvão é destilado, para obtenção do coque subprodutos carboquímicos.

O ferro é produzido em altos-fornos pela redução de materiais contendo ferro, como o sinter, coque e cal, e em contato com um gás quente. O ar pré-aquecido a uma temperatura de 1300°C é soprado pela parte de baixo do alto-forno. O coque, em contato com o oxigênio, produz calor que funde a carga metálica e dá início ao processo de redução do minério de ferro, transformando-o em um metal líquido, o ferro-gusa. O gusa é uma liga de ferro e carbono com um teor de carbono elevado.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

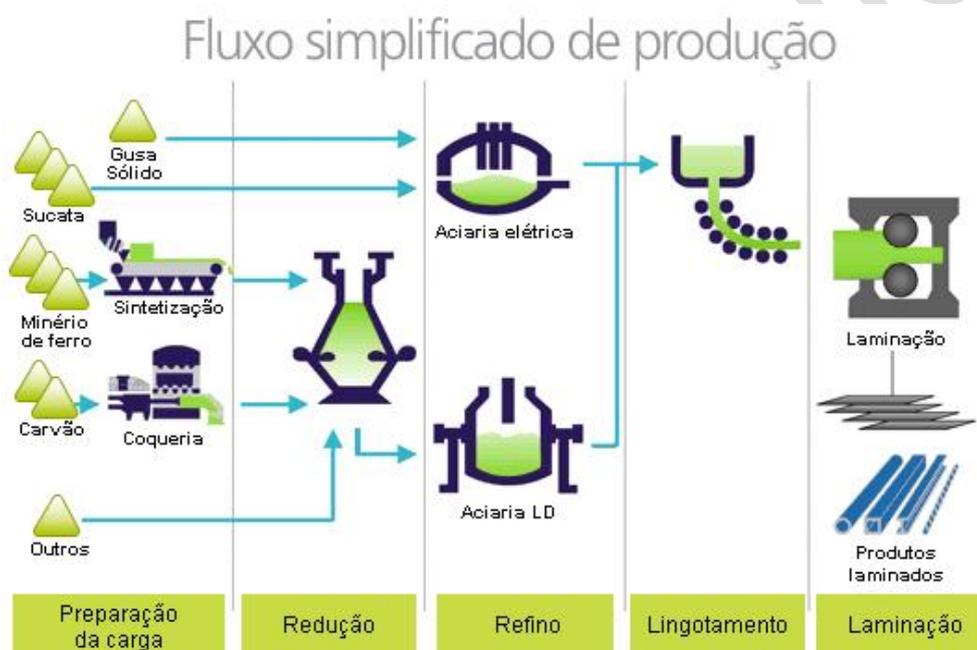
### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

No processo de redução, o ferro se liquefaz e é chamado de ferro-gusa ou ferro de primeira fusão. Impurezas como calcário, sílica, etc. formam a escória, que é matéria-prima para a fabricação de cimento.

Nas aciarias, os fornos, a oxigênio ou elétricos, são utilizados para transformar o gusa (líquido ou sólido), a sucata de ferro e aço em aço líquido. Nessa etapa, parte do carbono contido no gusa é removida juntamente com impurezas.

A maior parte do aço líquido é solidificada em equipamentos de lingotamento, contínuo ou não, para produzir aço, semiacabado, em lingotes e/ou blocos.

O aço semiacabado, em lingotes e blocos, é processado por equipamentos chamados laminadores e transformados em uma grande variedade de produtos siderúrgicos cuja nomenclatura depende de sua forma e/ou composição química.



Fonte: Instituto Aço Brasil

#### 3.1.2 – Siderúrgicas Semi-integradas

São instalações que operam somente as fases de aciaria e laminação. Essas usinas partem de ferro gusa, ferro esponja ou sucata metálica, adquiridas de terceiros, e os transformam em aço.

Além disso, em função dos produtos que preponderam em suas linhas de produção, as usinas também podem ser assim classificadas:

- De semiacabados (placas, blocos e tarugos)
- De aços carbono planos (chapas e bobinas)
- De aços especiais planos /ligados (chapas e bobinas)

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

- De longos aços carbono planos (barras, perfis, fio máquina, vergalhões, arames e tubos sem costura)
- De aços especiais longos ligados (barras, fio-máquina, arames e tubos sem costura)

Existem ainda unidades produtoras chamadas de não integradas, que operam apenas uma fase do processo como laminação, trefilamento ou redução.

**Tabela 02 – Principais fontes de emissões de poluentes no processo de siderurgia semi-integrada**

Fonte		Poluente			
		MP	SOx	NOx	COV
Aciaria	Sistema de Despoeiramento	*	-	-	-
	Forno	*	*	*	*
	Fornos panelas		-	-	-
Laminação	Fornos de reaquecimento	*	*	*	*
Central termoeletrica	Caldeiras ou turbinas com queima de gases siderúrgicos	*	*	*	*
Armazenamento e transporte de matéria-prima, materiais intermediários e resíduos		*	-	-	-

### 3.2 – Laminação

A atividade de enformação a quente e a frio, que é parte integrante do setor de processamento de metais ferrosos, compreende diferentes processos de produção, tais como a laminação a quente, a laminação a frio e o estiramento do aço. É utilizada na fabricação de uma grande variedade de produtos semiacabados e de produtos acabados em diferentes linhas de produção, como chapas, tubos e fio.

#### 3.2.1 Laminação a quente

Na laminação a quente, a dimensão, a forma e as propriedades metalúrgicas do aço são modificadas por compressão repetida do metal quente (a temperatura pode ir de 1050 a 1300°C) entre cilindros de laminação. O aço que entra no processo de laminação a quente varia em forma e perfil (lingotes vazados, brames, blumes, biletas, perfis estampados) em função do produto que se pretende fabricar. Os produtos obtidos por laminação a quente classificam-se normalmente em dois tipos básicos, em função da sua forma: produtos planos e produtos longos.

A laminação a quente compreende normalmente os seguintes passos de processamento:

- condicionamento do material que entra no processo (chanfragem, retificação);
- aquecimento à temperatura de laminação;
- remoção de calamina (minerais de zinco);
- desbaste, incluindo redução da largura (laminação até serem atingidas a dimensão e as propriedades definitivas), e
- acabamento (rebarbagem, corte longitudinal, corte).

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

As principais questões ambientais suscitadas pela laminação a quente são as emissões para a atmosfera, em especial de NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>, as emissões fugitivas de material particulado provenientes do manuseio dos produtos, da laminação ou do tratamento mecânico de superfícies.

Relativamente às emissões de NO<sub>x</sub> geradas pelos fornos de reaquecimento e de tratamento térmico, dados de literatura internacional mostram concentrações desse poluente na faixa de 200 a 700 mg/Nm<sup>3</sup>. A legislação vigente, item 5 deste guia, estabelece limites de emissão de MP, SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> para essas fontes, quando utilizam gás de siderurgia como combustível.

Quanto às emissões de MP provenientes do manuseio dos produtos, da laminação ou do tratamento mecânico de superfícies, são citados os seguintes os valores de emissão, em literatura internacional:

- Chanfragem: 5 a 115 mg/Nm<sup>3</sup>
- Retificação: < 30 a 100 mg/ Nm<sup>3</sup>
- Caixas dos trens de laminação: 2 a 50 mg/Nm<sup>3</sup>, e
- Manuseio de bobinas: aproximadamente 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

#### 3.2.2 Laminação a frio

Na laminação a frio, as propriedades dos produtos, como espessura e as características mecânicas e tecnológicas, são alteradas por compressão entre cilindros de laminação sem um aquecimento prévio do material que entra no processo. O material que entra no processo é obtido na forma de bobinas.

As fases de processamento e a sequência do processamento de laminação a frio dependem da qualidade do aço tratado. São utilizadas as seguintes fases de processamento para os aços de baixa liga e os aços ligados (aços-carbono): decapagem química; laminação para redução da espessura; recozimento ou tratamento térmico para regenerar a estrutura cristalina; laminação de encruamento superficial (passe de têmpera) ou laminação superficial a frio das bandas recozidas para lhes conferir as propriedades mecânicas, forma e rugosidade de superfície desejada, e acabamento final.

O processo utilizado para os aços de alta liga (aços inoxidáveis) compreende mais fases do que o processo para os aços-carbono. São as seguintes as principais fases: recozimento de bandas laminadas a quente e decapagem química; laminação a frio; recozimento final e decapagem química (ou recozimento brilhante); laminação superficial a frio e acabamento final.

Os produtos laminados a frio são constituídos principalmente por bandas e chapas finas (a espessura típica vai de 0,16 a 3 mm), possuindo um acabamento superficial de alta qualidade e propriedades metalúrgicas rigorosas com vistas à sua utilização em produtos sujeitos a elevadas especificações.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

As principais emissões atmosféricas associadas à laminação a frio são as emissões de fumos provenientes dos sistemas de desengorduramento, emissões ácidas e de névoa de óleo para a atmosfera; poeiras provenientes, por exemplo, da remoção de calamina e do desenrolamento de bobinas; NO<sub>x</sub> proveniente da decapagem com misturas de ácidos e gases de combustão resultantes do aquecimento dos fornos.

Os valores referidos relativamente à remoção mecânica de calamina variam entre 10 e 20 g/t para as emissões específicas e a concentração varia de < 1 a 25 mg/m<sup>3</sup>.

### 3.3 Trefilagem

A trefilagem é um processo pelo qual o fio-máquina/fio metálico é redimensionado ao ser estirado através de aberturas cónicas, de menor secção transversal, chamadas de matrizes (fieiras). O material que entra no processo é geralmente constituído por fio-máquina com diâmetros que vão de 5,5 a 16 mm, obtido a partir da laminação a quente sob a forma de bobinas.

Uma instalação típica de trefilagem compreende as seguintes linhas de processamento:

- Pré-tratamento do fio-máquina (remoção mecânica de calamina, decapagem química)
- Trefilagem por via seca ou úmida (geralmente em várias passagens, utilizando fieiras com dimensões cada vez menores)
- Tratamento térmico (recozimento contínuo/descontínuo, patentagem, têmpera em óleo)
- Acabamento

Os principais aspectos ambientais associados à trefilagem são:

- Emissões resultantes da decapagem;
- Poeiras fugitivas (trefilagem por via seca);
- Gases de combustão provenientes dos fornos, e
- Emissões e resíduos contendo chumbo resultantes dos banhos de chumbo.

### 3.4 Fundição de Peças Metálicas

As fundições fundem metais ferrosos e não-ferrosos, transformando-os, por alteração de forma, em produtos de forma definitiva ou quase definitiva, mediante o vazamento do metal ou liga em fusão numa cavidade de moldação, e sua posterior solidificação. Para a fundição de peças metálicas, normalmente é necessária a elaboração de ligas metálicas. Essas ligas são compostas por vários metais fundidos conjuntamente em pequenos fornos.

A indústria de fundição é diversificada e abrange uma vasta gama de instalações com as mais variadas dimensões; cada instalação utiliza uma combinação de tecnologias e de operações unitárias adequada às matérias-primas utilizadas, à dimensão das séries e aos tipos de produtos produzidos.

Algumas das matérias-primas utilizadas pelas fundições de aço são de ferro e sucata de aço, retornos de fundição, aparas de metal, ligas, aditivos de carbono, fluxos (calcário, carbonato de sódio, fluorita, cálcio carboneto), areia, aditivos e aglutinantes.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

O processo de fundição varia em função do tipo de metal, da dimensão das peças e do tipo de produto. De um modo geral, a principal divisão no setor baseia-se no tipo de metal (ferroso ou não-ferroso) e no tipo de moldagem utilizados.

Para cada uma dessas opções básicas de processo estão disponíveis várias técnicas, dependendo do tipo de forno, do sistema de moldagem e preparação de machos (areia verde ou diversos ligantes químicos), do sistema de vazamento e das técnicas de acabamento utilizados. Cada uma dessas técnicas apresenta especificidades, vantagens e desvantagens, nos planos técnico, económico e ambiental.

Em processos de fundições de aço ou outro tipo de metal, as principais operações de processamento de uma fundição são a movimentação de matérias-primas, fusão do metal, produção de moldes, a fundição e o acabamento. As operações do processo de fusão do metal são:

- Operações de movimentação de matérias-primas, que incluem o recebimento, descarga, armazenagem, transporte e todas as matérias-materiais para a fundição;
- Preparação de sucata;
- O carregamento da fornalha, operação em que o metal, a sucata, ligas de carbono e outras matérias-primas são adicionados ao forno. O tipo de forno varia de acordo com o tipo de material processado, sendo comum, para metais ferrosos, o uso de fornos de indução, eléctrico a arco ou rotativo e para metais não ferrosos, os fornos tipo indução, cuba, cadinho ou revérbero.
- Fase de fusão, durante o qual o forno permanece fechado;
- Backcharging, quando é adicionado mais metal e, possivelmente, ligas;
- Refino simples (oxidante) ou duplo (oxidação e redução);
- Vazamento do metal fundido no interior de um forno panela ou diretamente em moldes. O vazamento pode ser por gravidade, basculamento, a baixa pressão, a alta pressão, centrífugo ou contínuo;
- Resfriamento e desmolde da peça, que pode ser manual ou automática;
- Limpeza e acabamento do contorno da peça de fundição, podendo ser limadas, lixadas e/ou tratadas com granalha ou passar por um novo tratamento térmico.

Os moldes são formas utilizadas para moldar uma peça fundida. Os moldes podem ser feitos de areia com ligantes orgânicos, moldado num núcleo e cozida em um forno, sendo que as areias usadas nas operações de fundição de desmoldagem são normalmente reutilizadas. Os chamados moldes definitivos podem ser de ligas metálicas, carbono, madeira ou plásticos.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

As emissões para a atmosfera constituem a principal preocupação ambiental. O processo de fundição gera poeiras que contêm minerais e metais, originando também substâncias ácidas, produtos de combustão incompleta e compostos orgânicos voláteis. As emissões mais comuns nesse tipo de empreendimento são as emissões fugitivas, dado que são produzidas, em todas as fases do processo (fusão do metal, moldagem em areia, vazamento e acabamento).

A utilização de coque, óleo ou gás como combustível dos fornos com pode originar a emissão de produtos de combustão, tais como  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_2$ . Além disso, a combinação do coque com as impurezas presentes na sucata (por exemplo, óleos, tintas e vernizes) pode originar produtos de combustão incompleta ou de recombinação, tais como dioxinas e furanos.

O processo de preparação dos moldes utiliza diversos aditivos para ligar a areia. As etapas de preparação de areia e de vazamento do metal geram produtos de reação e de decomposição, que incluem compostos inorgânicos e orgânicos (nomeadamente aminas e COV).

A geração de odor pode ocorrer nesta fase devido à formação de produtos de decomposição (principalmente COV) e prossegue durante as operações de resfriamento e abate/desmoldação.

No processo de fundição, as emissões para a atmosfera não se limitam, em geral, a um (ou vários) ponto(s) fixo(s) de emissão. O processo apresenta várias fontes de emissão (e.g., a partir das peças quentes, da areia, do metal quente). Um aspecto essencial na redução das emissões consiste em proceder não apenas ao tratamento dos gases de exaustão, mas também à sua captação.

**Tabela 03 – Principais fontes de emissões de poluentes no processo de Fundição**

Fonte		Poluente			
		MP	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	COV
Fusão	Sistema de Despoeiramento	x			
	Fornos	x	x	x	x
	Fornos painelas	x			x
Moldes	Preparação	x			
	Unidades de regeneração	x		x	x
	Moldagem das peças	x			x
Vazamento		x			x
Acabamento das peças		x			
Acabamento das peças com processo térmico		x	x	x	x
Armazenamento e transporte de matéria-prima, materiais intermediários e resíduos		x			

#### 4. MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL (MTPD)

Para melhorar o desempenho ambiental global das instalações de siderurgia e de metalurgia, constitui MTPD necessária, mas não suficiente, a implementação e a adesão a um sistema de gestão ambiental (SGA), visando à melhoria contínua das instalações e de processo.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

Todas as fontes de emissão de poluentes atmosféricos obrigatoriamente devem atender aos seguintes requisitos:

- O lançamento de efluentes gasosos na atmosfera deve ser realizado através de chaminés, cujo projeto deve levar em consideração as edificações do entorno da fonte poluidora e os padrões de qualidade do ar estabelecidos, e
- Deve haver medidor de consumo de combustível de forma individualizada para cada fonte de combustão.

A seguir, serão enfocadas as MTPD por fonte e/ou atividade. A exigibilidade de implantação de uma ou outra tecnologia ocorrerá em função da necessidade de enquadramento das emissões das fontes aos limites de emissão estabelecidos em legislação ou em licenças ambientais, devendo ser atendidos sempre os valores mais restritos.

Medidas adicionais de controle de emissões serão abordadas e, se necessárias, solicitadas após o diagnóstico final previsto pelo PREFE 2014.

Após o levantamento previsto no PREFE, serão definidas as exigências técnicas, como MTPD ou medidas adicionais, a serem atendidas para cada empreendimento elencado no PREFE. Cabe ressaltar que o prazo de atendimento à exigência poderá ou não coincidir com a renovação da LO.

#### **4.1 Armazenamento, Manuseio e Transporte de matéria-prima e produtos.**

As siderúrgicas integradas, semi-integradas e demais instalações metalúrgicas devem evitar ou reduzir as emissões difusas de partículas provenientes do armazenamento, do manuseio e do transporte de materiais utilizando uma das técnicas a seguir indicadas ou várias em combinação:

- Instalação de barreiras para proteção contra o vento ou utilização de barreiras naturais como abrigo;
- Controle do teor de umidade do material;
- Atenção redobrada aos procedimentos para evitar o manuseio desnecessário dos materiais e descargas longas de materiais em locais desabrigados;
- Confinamento adequado em transportadores e tremonhas, etc.;
- Utilização, quando apropriado, de pulverização de água, com aditivos como látex, para evitar as poeiras;
- Rigorosos padrões de manutenção dos equipamentos;
- Exaustão de poeiras e utilização de um sistema de despoeiramento com filtros de mangas para reduzir as fontes de emissão significativa de partículas;
- Aplicação de veículos de limpeza com baixas emissões para proceder à limpeza de rotina dos acessos pavimentados, preferencialmente, a utilização de equipamento móvel e estacionário de limpeza a vácuo;
- Isolamento total das tremonhas de descarga num edifício equipado com exaustão de ar e filtração de partículas, ou aplicação de defletores e grelhas de descarga na tremonha, em conjunto com um sistema de exaustão e limpeza de partículas;

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

- Limitação da altura de queda de materiais a um máximo de 0,5 m, se possível;
- Utilização de pulverização com água (de preferência reciclada) para suprimir poeiras;
- Aplicação de silos de armazenamento com filtros para controlar material particulado;
- Utilização de dispositivos totalmente fechados para retirar o material dos silos;
- Armazenamento de sucata em áreas cobertas, com piso pavimentado, para reduzir o risco de contaminação do solo;
- Minimização da interferência nas pilhas de materiais;
- Restrição da altura e controle do formato das pilhas de materiais;
- Utilização de armazenamento dentro de edifícios ou silos, em vez de armazenamento ao ar livre, se a escala de armazenamento for adequada;
- Cobertura da superfície com encerados ou revestimento das pilhas de materiais (por exemplo, látex);
- Aplicação de armazenamento com paredes de retenção para reduzir a superfície exposta;
- Manter úmidas as pilhas de granulado de escórias para o manuseio e o processamento das escórias;
- Utilização de equipamentos fechados para trituração de escórias, equipados com exaustão eficiente e filtros de mangas para reduzir as emissões de poeiras;
- Armazenamento de sucata em locais cobertos e/ou sobre pisos de concreto, para minimizar o levantamento de poeiras provocado pelo deslocamento de veículos, e
- Remoção das partículas nos pontos de transferência entre equipamentos transportadores.

Se as matérias-primas e o combustível forem fornecidos por mar e as emissões de partículas forem ser significativas, algumas técnicas incluem:

- Utilização de navios autodescarregadores ou outros sistemas de descarga contínua fechada. Caso contrário, a poeira gerada pelos sistemas de descarga com garras deve ser minimizada por meio de um conjunto de medidas, garantindo o teor de umidade adequado do material entregue, minimizando a altura de queda de material e utilizando pulverização de água e sistemas de atomização de água na saída da tremonha de descarga de material;
- Evitar a utilização de água salgada para a aspersão de minérios ou fundentes, pois essa medida resulta na deposição de cloreto de sódio nos precipitadores eletrostáticos da instalação de sinterização. O acréscimo de cloro nas matérias-primas pode também provocar o aumento das emissões (por exemplo, de dibenzodioxinas/dibenzofuranos policlorados (PCDD/F) e impedir a recirculação das partículas dos filtros;
- Armazenar carvão, cal e carbonato de cálcio em pó em silos fechados e transportá-los através de sistemas pneumáticos ou armazená-los e transferi-los em sacos fechados.

Para a descarga de trens e caminhões, devido à formação de emissões de partículas, utilização de equipamento de descarga dedicado, com *design* essencialmente fechado.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

Para os materiais muito finos que possam provocar uma emissão significativa de partículas, algumas técnicas incluem:

- Utilização de pontos de transferência, peneiras vibratórias, trituradores, tremonhas e outros equipamentos idênticos, que possam ser totalmente fechados com exaustão para filtros de mangas;
- Utilização de sistemas de limpeza central ou local por vácuo, em vez de lavagem para remover derrames, uma vez que os efeitos se restringem a um meio e a reciclagem do material derramado é simplificada.

As técnicas a serem consideradas durante o transporte de materiais incluem:

- Minimização dos pontos de acesso a partir de vias públicas;
- Utilização de equipamento de limpeza das rodas para evitar a transferência de lamas e partículas para as vias públicas;
- Aplicação de superfícies duras nas vias de acesso do transporte (concreto ou asfalto) para minimizar a geração de nuvens de poeira durante o transporte de materiais e a limpeza das vias;
- Restrição dos veículos às rotas designadas;
- Umedecimento de vias empoeiradas por meio de pulverização com água reciclada;
- Garantia de que os veículos de transporte não se encontram sobrecarregados, para evitar derrames;
- Garantia de que os veículos de transporte dispõem de cobertura para tapar o material transportado;
- Minimização do número de transferências;
- Utilização de transportadores fechados ou em recintos fechados;
- Utilização de sistemas de transporte enclausurados, sempre que possível, para minimizar as perdas de material que normalmente ocorrem devido a mudanças de direção entre diferentes locais como a descarga de materiais de uma esteira para outra, e
- Remoção das partículas nos pontos de transferência entre equipamentos transportadores.

#### 4.2 MTPD para Instalações de Sinterização

Constituí-se MTPD para as instalações de sinterização:

- Evitar as emissões difusas de partículas provenientes das atividades de dosagem/mistura ou reduzidas, aglomerando os materiais finos mediante o ajuste do teor de umidade.
- Para as emissões primárias provenientes de instalações de sinterização, reduzir as emissões de partículas provenientes dos gases residuais da linha de sinterização por meio de filtro de mangas ou um precipitador eletrostático avançado, sempre que os filtros de mangas não sejam aplicáveis.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

Para as emissões primárias provenientes de linhas de sinterização consiste em MTPD para as emissões de óxido de enxofre (SOx) utilizar uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Diminuição da entrada de enxofre no processo utilizando pó de coque com baixo teor de enxofre;
- Diminuição da entrada de enxofre no processo por meio da minimização do consumo de pó de coque;
- Diminuição da entrada de enxofre no processo utilizando minério de ferro com baixo teor de enxofre;
- Injeção de agentes de adsorção adequados nos gases residuais da linha de sinterização antes do despoeiramento por filtro de manga;
- Processo de dessulfuração úmida ou de carvão ativado regenerado (CAR).

O valor de emissão associado às MTPD para os óxidos de enxofre (SOx) utilizando matérias-primas com baixo teor de enxofre fica entre 350 a 500 mg/Nm<sup>3</sup>, expressos como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e determinados como valor médio diário, estando o valor mais baixo associado à injeção de agentes de adsorção.

O valor de emissão associado a implantação de processo de dessulfuração é de aproximadamente 100 mg/Nm<sup>3</sup>, expressos como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e determinados como valor médio diário.

A MTPD para as emissões das linhas de sinterização consiste em reduzir as emissões totais de óxido de nitrogênio (NOx) utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Recirculação de gases residuais;
- Utilização de queimadores com baixas emissões de NOx para ignição;
- Processo de carvão ativado regenerado (CAR);
- Redução catalítica seletiva (SCR).

O valor de emissão associado às MTPD para os óxidos de nitrogênio (NOx) utilizando medidas integradas nos processos é aproximadamente 500 mg/Nm<sup>3</sup>, expressos como dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e determinados como valor médio diário.

O valor de emissão associado às MTPD para os óxidos de nitrogênio (NOx) utilizando o sistema CAR é de 250 mg/Nm<sup>3</sup> e utilizando o sistema SCR é de 120 mg/Nm<sup>3</sup>, expressos como dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), para um teor de oxigênio de 15 % e determinados como valor médio diário.

A MTPD para as emissões secundárias provenientes da descarga da linha de sinterização, da trituração, do arrefecimento, da seleção e dos pontos de transferência de sinter consiste em evitar as emissões de partículas e/ou alcançar uma exaustão eficiente e, conseqüentemente, reduzir as emissões de partículas utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Cobertura e/ou isolamento
- Precipitador eletrostático ou filtro de mangas.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

O valor de emissão associado às MTPD para as partículas é de 10 mg/Nm<sup>3</sup> para o filtro de mangas e de 30 mg/Nm<sup>3</sup> para o precipitador eletrostático, ambos determinados como valor médio diário.

Em relação às emissões de compostos orgânicos voláteis (COV), que, para este guia, serão expressos como Hidrocarbonetos Totais (HCT), a MTPD consiste em diminuir o teor de hidrocarbonetos na produção de sinter por meio de uma seleção apropriada e do pré-tratamento dos resíduos do processo reciclados. Em qualquer dos casos, o teor de óleo nos resíduos do processo reciclados deve ser < 0,5 % e o teor na produção de sinter < 0,1 %.

A utilização de hidrocarbonetos pode ser minimizada, sobretudo pela redução da admissão de óleo. O óleo entra na produção de sinter principalmente por meio da adição de escamas de laminação. O teor de óleo das escamas de laminação pode variar significativamente, dependendo da origem do material utilizado.

#### 4.3 MTPD para Instalações de Peletização

Consiste MTPD reduzir as emissões de material particulado (MP) nos gases residuais provenientes dos processos de pré-tratamento das matérias-primas, secagem, trituração, umedecimento, mistura e aglomeração, linha de endurecimento, manuseio e seleção dos peletes, utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Precipitador eletrostático;
- Filtro de manga;
- Lavador de gases.

O valor de emissão associado às MTPD para MP é < 20 mg/Nm<sup>3</sup> para a trituração, a moagem e a secagem, e de 10 a 15 mg/Nm<sup>3</sup> para os restantes passos do processo ou em casos em que todos os gases residuais sejam tratados em conjunto, sendo todos os valores determinados como valores médios diários.

Para as emissões de óxidos de enxofre (SOx) provenientes dos gases residuais da linha de endurecimento consiste em MTPD utilizar uma das seguintes técnicas:

- Lavador de gases;
- Absorção semi-seca com subsequente sistema de despoeiramento.

Os valores de emissão associados às MTPD, determinados como valores médios diários para óxidos de enxofre (SOx), expressos como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), variam entre 30 a 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

No que se refere as emissões de NOx provenientes dos gases residuais da seção de secagem e trituração e da linha de endurecimento, considera-se MTPD aplicar técnicas integradas nos processos. A concepção da instalação deve ser otimizada de modo a obter baixas emissões de óxidos de nitrogênio (NOx) provenientes de todas as fontes de combustão. A redução da formação de NOx térmico pode ser obtida baixando a temperatura (máxima) nos queimadores e reduzindo o oxigênio em excesso no ar de combustão. Adicionalmente, podem ser obtidas emissões mais baixas de NOx combinando uma baixa utilização de energia e um baixo teor de nitrogênio no combustível (carvão e petróleo).

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

Para as emissões de NO<sub>x</sub> provenientes dos gases residuais da seção de secagem e trituração e da linha de endurecimento, consistiu-se MTPD implantar Redução Catalítica Seletiva (SCR) como técnica de fim-de-linha ou qualquer outra técnica com eficácia de redução de NO<sub>x</sub> com eficiência de pelo menos 80%.

Nas instalações com sistemas de grelha contínua ou com forno de grelha, é difícil obter as condições de operação necessárias adequadas a um reator de SCR, devido aos elevados custos. Essa técnica de fim-de-linha só deve ser considerada em circunstâncias em que os padrões de qualidade ambiental sejam difíceis de atingir recorrendo à aplicação de outras técnicas.

#### 4.4 MTPD para COQUERIA

Para as instalações de preparação do carvão, incluindo trituração, moagem, pulverização e seleção, consiste MTPD evitar ou reduzir as emissões de material particulado (MP) utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Edificação e/ou isolamento dos dispositivos (tritador, pulverizador, crivos);
- Exaustão e utilização eficazes de sistemas subsequentes de despoejamento a seco.

O valor de emissão associado às MTPD para as partículas é de 10 a 20 mg/Nm<sup>3</sup>, como valor médio ao longo do período de amostragem (medição descontínua).

A MTPD para o armazenamento e o manuseio de carvão pulverizado consiste em evitar ou reduzir as emissões difusas de MP utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Armazenamento dos materiais pulverizados em silos e armazéns;
- Utilização de transportadores fechados ou de transportadores em recinto fechado;
- Minimização da altura de queda dos materiais, dependendo das dimensões e da construção da instalação;
- Redução das emissões provenientes do carregamento da torre de carvão e do vagão de carga.

Consiste MTPD carregar as câmaras do forno de coque com sistemas de carga de emissões reduzidas. O carregamento “sem fumo” ou o carregamento sequencial com colunas montantes duplas ou tubos bifurcados são os tipos preferíveis, porque todos os gases e partículas são tratados como parte integrante do tratamento dos gases de coqueria.

Se, no entanto, os gases forem captados e tratados fora do forno de coque, o carregamento com um tratamento, no terreno, dos gases captados é o método preferível. O tratamento deve consistir numa exaustão eficaz das emissões e subsequente combustão, para reduzir os compostos orgânicos, bem como na utilização de um filtro de mangas para reduzir as emissões de partículas.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

A MTPD para a coqueificação consiste em extrair o gás de coqueria durante a coqueificação, na medida do possível.

Para as coquerias, consiste MTPD reduzir as emissões mediante uma produção de coque contínua e sem perturbações, utilizando as seguintes técnicas:

- Fazer uma manutenção extensiva das câmaras do forno, das portas do forno e das juntas da estrutura, das colunas montantes, dos orifícios de carregamento e de outros equipamentos (deve ser realizado um programa sistemático por pessoal treinado especialmente para proceder à detecção e à manutenção);
- Evitar flutuações acentuadas da temperatura;
- Observar e monitorizar cuidadosamente o forno de coque;
- Limpar portas, juntas da estrutura, orifícios de carregamento, tampas e colunas montantes após o manuseio (aplicável em novas instalações e, em alguns casos, em instalações existentes);
- Manter um fluxo livre dos gases nos fornos de coque;
- Regular uma pressão adequada durante a coqueificação e aplicar portas munidas de juntas de vedação flexíveis, armadas com molas ou portas com cutelo de vedação (no caso dos fornos com  $\leq 5$  m de altura e em bom estado de funcionamento);
- Utilizar colunas montantes estanques, seladas com água, a fim de reduzir as emissões visíveis provenientes do aparelho que faz a passagem da bateria de fornos de coque para o coletor, o tubo de subida e os tubos bifurcados estacionários;
- Vedar os orifícios de carregamento com uma suspensão de argila (ou outro material de vedação apropriado), a fim de reduzir as emissões visíveis provenientes de todos os orifícios;
- Garantir uma coqueificação completa (evitando o desenformamento de coque mal cozido), mediante a aplicação de técnicas adequadas;
- Instalar câmaras de maiores dimensões nos fornos de coque (aplicável em novas instalações ou, em alguns casos de substituição integral da instalação, nas fundações antigas);
- Utilizar a regulação variável da pressão nas câmaras do forno durante a coqueificação (a possibilidade de instalar esta técnica em instalações existentes deve ser examinada criteriosamente e está sujeita à situação individual de cada instalação).

A MTPD para a instalação de tratamento de gases consiste em minimizar a fuga de emissões gasosas utilizando as seguintes técnicas:

- Minimizar o número de flanges;
- Utilizar vedações apropriadas para as flanges e válvulas;
- Utilizar bombas estanques (por exemplo, bombas magnéticas);
- Evitar as emissões das válvulas de pressão nos tanques de armazenamento, das seguintes formas: — ligando a saída da válvula ao coletor de gás de coqueria ou — recolhendo e, subsequentemente, queimando os gases.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

A MTPD consiste em reduzir o teor de enxofre do gás de coqueria utilizando uma das seguintes técnicas:

- Dessulfuração por sistemas de absorção;
- Dessulfuração oxidativa por via úmida.

A MTPD para o aquecimento do forno de coque consiste em reduzir as emissões utilizando as seguintes técnicas:

- Prevenção de fugas entre a câmara do forno e a câmara de aquecimento por meio da operação regular do forno de coque;
- Reparação das fugas entre a câmara do forno e a câmara de aquecimento;
- Incorporação de técnicas com baixas emissões de óxidos de nitrogênio (NOx);
- Utilização de gases de processo dessulfurados do gás de coqueria.

Para o desenformamento de coque consiste MTPD reduzir as emissões de material particulado utilizando as seguintes técnicas:

- Exaustão através de uma máquina de transferência de coque integrada equipada com uma cobertura;
- Utilização de tratamento do gás captado, com um filtro de mangas ou outro sistema de redução;

A MTPD para a extinção do coque consiste em reduzir as emissões de material particulado utilizando as seguintes técnicas:

- Utilização da extinção a seco do coque com recuperação do calor sensível e remoção das partículas provenientes das operações de carregamento, manuseio e seleção através de um filtro de mangas;
- Utilização da técnica convencional de extinção úmida do coque com emissões reduzidas;
- Utilização da extinção por estabilização do coque.

As torres de extinção existentes podem ser equipadas com defletores para redução das emissões. É necessário que a torre tenha pelo menos 30 m de altura para garantir as condições de tiragem suficientes.

Para o manuseio do coque consiste MTPD evitar ou reduzir as emissões de partículas utilizando as seguintes técnicas em combinação:

- Utilização de isolamento dos equipamentos;
- Exaustão eficaz e subsequente despoeiramento a seco.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

#### 4.5 MTPD PARA ALTO-FORNO

Consiste em MTPD, no que se refere a material particulado, para o ar deslocado durante o carregamento da unidade de injeção de carvão a partir dos silos de armazenamento, capturar as emissões de partículas e realizar o despoejamento a seco. O valor de emissão associado à MTPD é de 20 mg/Nm<sup>3</sup>, determinado como valor médio ao longo do período de amostragem (medição descontínua).

Para a preparação (mistura, dosagem) e transporte da carga consiste em MTPD minimizar as emissões de partículas e proceder à exaustão com subsequente despoejamento por meio de um precipitador eletrostático ou filtro de mangas.

A MTPD para a nave de vazamento (furos de sangria, canais de vazamento, pontos de carregamento da panela torpedo, sifões) consiste em evitar ou reduzir as emissões difusas de MP utilizando as seguintes técnicas:

- Cobertura dos canais de vazamento;
- Otimização da eficácia de captura de emissões difusas de partículas e de fumos com a subsequente limpeza dos efluentes gasosos por meio de um precipitador eletrostático ou filtro de mangas;
- Supressão de fumos com injeção de nitrogênio durante o vazamento, se aplicável e se não tiver sido instalado um sistema de captura e despoejamento das emissões provenientes do vazamento.

A MTPD consiste em utilizar revestimentos isentos de alcatrão no canal de vazamento.

Consiste em MTPD minimizar a emissão de gases do alto-forno durante o carregamento utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Bocal sem campânula com condicionamento primário e secundário;
- Sistema de recuperação dos gases;
- Utilização dos gases de exaustão do alto-forno para pressurizar os silos superiores.
- Dispositivos de despoejamento a seco, como: defletores, captadores de partículas, ciclones, precipitadores eletrostáticos;

#### 4.6 ACIARIA

##### 4.6.1 MTPD para Produção e Vazamento de Aço em Conversor de Oxigênio

A MTPD para a recuperação dos gases do conversor de oxigênio consiste em extrair os gases do conversor, na medida do possível, e limpá-los utilizando as seguintes técnicas em combinação:

- Pré-despoejamento para eliminar as partículas de maiores dimensões por meio de técnicas de separação a seco (por exemplo, defletor, ciclone) ou de separadores úmidos;

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

- Redução das partículas por meio de despoejamento a seco (por exemplo, precipitador eletrostático) ou despoejamento por via úmida (por exemplo, lavador)

A MTPD para a recuperação dos gases do conversor de oxigênio durante a sopragem de oxigênio, no caso de combustão completa, consiste em reduzir as emissões de material particulado utilizando uma das seguintes técnicas:

- Despoejamento a seco (por exemplo, precipitador eletrostático ou filtro de mangas);
- Despoejamento por via úmida (por exemplo, lavador ou precipitador eletrostático úmido).

Para minimizar as emissões de partículas provenientes do orifício da lança de oxigênio consiste MTPD utilizar uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Cobertura do orifício da lança durante a sopragem de oxigênio;
- Injeção de gás inerte ou vapor no orifício da lança para dissipar a poeira;
- Utilização de vedação, combinadas com dispositivos de limpeza da lança.

#### 4.6.2 Despoejamento Secundário

A MTPD para o despoejamento secundário inclui as emissões dos seguintes processos:

- Transferência do metal quente proveniente da panela torpedo (ou do misturador de metal quente) para a panela de carregamento;
- Pré-tratamento do metal quente (pré-aquecimento de recipientes, dessulfuração, desfosforação, remoção de escórias, processos de transferência de metal quente e pesagem);
- Processos relacionados com o conversor de oxigênio, como pré-aquecimento de recipientes, entona durante a sopragem de oxigênio (nomeadamente quando a escória espuma de tal modo que flui para fora do recipiente), carregamento de metal quente e sucata, vazamento de aço líquido e escórias do conversor de oxigênio, e
- Metalurgia secundária e vazamento contínuo;

Consiste MTPD:

- Minimizar as emissões de partículas por meio de técnicas integradas nos processos, tais como técnicas gerais para evitar ou controlar as emissões difusas ou fugas;
- Utilização de isolamentos apropriados e coberturas com exaustão eficiente, com subsequente limpeza dos efluentes gasosos por meio de um filtro de mangas ou precipitador eletrostático.

A eficiência média de controle de material particulado associada à MTPD deve ser > 90 %. O valor de emissão associado às MTPD para as partículas, como valor médio diário, para todos os efluentes gasosos isentos de partículas, é de 1 a 15 mg/Nm<sup>3</sup>, no caso dos filtros de mangas, e de 20 mg/Nm<sup>3</sup>, no caso dos precipitadores eletrostáticos.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

As técnicas gerais para evitar as emissões difusas e as fugas das fontes secundárias do processo relevante do conversor de oxigênio incluem:

- Captura e utilização independente de dispositivos de despoejamento para cada subprocesso na oficina do conversor de oxigênio;
- Gestão correta da instalação de dessulfuração, para evitar as emissões para a atmosfera;
- Isolamento total da instalação de dessulfuração;
- Manter a tampa fechada sempre que a panela de vazamento não estiver a sendo utilizada, limpeza das painelas de metal quente e remoção regular de cascão ou, como alternativa, aplicação de um sistema de exaustão no teto;
- Manutenção da panela de metal quente à frente do conversor durante aproximadamente dois minutos após a colocação do metal quente no conversor, caso não tenha sido aplicado um sistema de exaustão no teto;
- Controle informatizado e otimização do processo de produção de aço, por exemplo, de modo a evitar ou reduzir a entorna (quando a escória espuma de tal modo que flui para fora do recipiente);
- Redução da entorna durante o vazamento, limitando os elementos que provocam a entorna e a utilização de agentes antientorna;
- Fechamento das portas da divisão em torno do conversor durante a sopragem de oxigênio;
- Observação contínua do telhado por meio de câmaras para detectar emissões visíveis.

A MTPD para o processamento de escórias no local consiste em reduzir as emissões de material particulado utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Exaustão eficiente do triturador de escórias e dos dispositivos de seleção com subsequente limpeza dos efluentes gasosos;
- Exaustão ou umedecimento dos pontos de transferência entre transportadores de material fragmentado;
- Umectação das pilhas de armazenamento de escórias;
- Utilização de atomização de água ao carregar escórias fragmentadas.

Consiste MTPD reduzir o consumo de energia utilizando sistemas de panela com tampa. As tampas podem ser muito pesadas, pois são feitas de tijolos refratários e, por esse motivo, a capacidade das gruas e a concepção de todo o edifício podem limitar a aplicabilidade em instalações existentes. Há diferentes concepções técnicas para implementar o sistema conforme as condições específicas de cada aciaria.

Outra MTPD consiste em otimizar o processo e reduzir o consumo de energia utilizando um processo de vazamento direto após a sopragem.

É MTPD para o despoejamento primário e secundário do forno a arco elétrico (incluindo pré-aquecimento de sucata, carregamento, fusão, vazamento, forno de panela e metalurgia secundária) conseguir uma exaustão eficiente de todas as fontes de emissão, utilizando uma das técnicas a seguir listadas, com despoejamento subsequente por meio de um filtro de mangas:

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

- Combinação de exaustão direta de efluentes gasosos e sistemas de cobertura;
- Exaustão direta de gases e sistemas de nicho de forna;
- Exaustão direta dos gases e completa do edifício.

A eficácia média associada à MTPD é > 98 %. O valor de emissão associado às MTPD para as partículas é de 5 mg/Nm<sup>3</sup>, determinado como valor médio diário.

É MTPD para o processamento de escórias no local reduzir as emissões de partículas utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação:

- Exaustão eficiente do triturador de escórias e dos dispositivos de crivagem com subsequente limpeza dos efluentes gasosos, se relevante;
- Exaustão ou umedecimento dos pontos de transferência entre transportadores de material fragmentado;
- Umectação das pilhas de armazenamento de escórias;
- Utilização de pulverização de água ao carregar escórias fragmentadas.

O valor de emissão associado às MTPD para material particulado é de 10 a 20 mg/Nm<sup>3</sup>, determinado como valor médio ao longo do período de amostragem (medição descontínua).

#### 4.7 MTPD PARA ATIVIDADES DE LAMINAÇÃO

##### 4.7.1 – Laminação a quente

A seguir as principais MTPD para cada uma das fases do processo da laminação a quente.

##### **Chanfragem mecânica**

- Espaços fechados para a chanfragem mecânica e redução de poeiras por filtração em filtros de mangas de tecido.
- Precipitador electrostático nos casos em que os filtros de mangas de tecido não possam funcionar devido ao fato de os fumos serem muito úmidos.
- Coleta separada de calamina/limalha de ferro provenientes das operações de chanfragem.

##### **Retificação**

- Espaços fechados para a retificação mecânica e cabines dedicadas, equipadas com coberturas de captação para a retificação manual e redução de poeiras por filtração em filtros de mangas de tecido.

##### **Fornos de reaquecimento e tratamento térmico**

- Evitar excedentes de ar e perdas de calor durante o carregamento, por meio de medidas operacionais (abertura das portas o mínimo necessário para a operação de carregamento) ou de meios estruturais (instalação de portas multissegmentadas para se obter um fecho mais estanque).
- Escolha cuidadosa do combustível e implementação de sistemas de automatização/controlado dos fornos para otimizar as condições de aquecimento para o gás natural e misturas gasosas

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

- Recuperação de calor dos gases residuais por meio de pré-aquecimento do material de alimentação.
- Recuperação do calor dos gases residuais por meio de sistemas de queimadores equipados com regeneradores ou recuperadores.
- Recuperação do calor dos gases residuais por meio de uma caldeira de recuperação ou de um sistema de arrefecimento
- Queimadores do tipo Low NOx
- Limitação da temperatura de pré-aquecimento do ar.
- Redução das perdas de calor nos produtos intermediários;
- Mudança de logística e armazenamento intermédio para permitir uma taxa máxima de carregamento a quente, carregamento direto ou laminação direta (a taxa máxima depende dos esquemas de produção e da qualidade dos produtos).

#### **Transporte do material laminado**

- Reduzir as perdas de energia não desejadas por meio de caixas de bobinas ou fornos de recuperação de bobinas e blindagens térmicas para as barras de transferência.

#### **Trem de acabamento**

- Sistemas de exaustão com tratamento do ar captado, por meio de filtros de mangas de tecido e reciclagem das poeiras recolhidas.

#### **Nivelamento e soldadura**

- Sistema de exaustão da sucção e tratamento com a utilização de filtros de mangas de tecido.

### **4.7.2 Laminação a frio**

A seguir as principais MTPD para cada uma das fases do processo da laminação a frio.

#### **Desenrolamento de bobinas**

- Cortinas de água seguidas de um tratamento da água residual no qual os sólidos são separados e recolhidos com vista ao reaproveitamento do respectivo teor de ferro.
- Sistemas de exaustão com tratamento do ar extraído por filtração em filtros de mangas de tecido e reciclagem das poeiras recolhidas.

#### **Decapagem química**

- Reduzir o consumo de ácido e a produção de ácido residual,
- Redução da carga na fase de decapagem, mediante remoção mecânica prévia da calamina numa unidade fechada, equipada com um sistema de exaustão e filtros de mangas de tecido.
- Aplicação de uma pré-decapagem electrolítica.
- Utilização de instalações otimizadas de decapagem química (decapagem por pulverização ou turbulência, em vez de decapagem por imersão).

#### **Decapagem com HCl**

- Equipamento dentro de um espaço totalmente fechado ou equipamento munido de coberturas e sistema de depuração do ar extraído.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

#### **Decapagem com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

- Recuperação do ácido livre por cristalização; dispositivos de depuração do ar para a instalação de recuperação.
- Equipamento dentro de um espaço totalmente fechado ou equipamento munido de coberturas e sistema de depuração do ar extraído.

#### **Decapagem com misturas de ácidos**

- Equipamento em espaço fechado/coberturas e sistema de lavagem de gases ou utilização de decapagem isenta de ácido nítrico

#### **Aquecimento dos ácidos**

- Não utilização de injeção direta de vapor.

#### **Laminação e revenimento**

- Sistema de exaustão com tratamento do ar por dispositivos de eliminação de névoa (separadores de gotas).

#### **Desengraxe**

- Sistema de exaustão dos fumos do desengorduramento e sistema de lavagem de gases.

#### **Fornos de recozimento**

- Queimadores Low NO<sub>x</sub> para os fornos de funcionamento contínuo.
- Pré-aquecimento do ar de combustão por intermédio de queimadores equipados com regeneradores ou recuperadores ou
- Pré-aquecimento do material por meio dos gases residuais.

#### **Nivelamento e soldadura**

- Exaustão com um tratamento de redução de poeiras por filtração em filtros de mangas de tecido.

### **4.8 TREFILAGEM**

A seguir um resumo das principais MTPD para cada fase do processo e às diferentes questões ambientais relacionadas com a trefilagem.

#### **Decapagem química descontínua**

- Controle de temperatura e concentração do banho.
- Nos banhos de decapagem com elevada emissão de vapores, como por exemplo, o banho de HCl aquecido ou concentrado: instalação de uma exaustão lateral e tratamento do ar extraído

#### **Decapagem**

- Remoção de calamina sem utilização de ácido, por exemplo, por decapagem a jato abrasivo com granalha, com controle de material particulado.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

#### Trefilagem por via seca

- Encerramento da trefiladora num espaço fechado e sua ligação a um filtro ou dispositivo semelhante

#### Fornos de recozimento descontínuo, fornos de recozimento em contínuo para aço inoxidável e fornos utilizados na têmpera em óleo e revenimento

- Queima das purgas de gás de proteção.

#### Linhas de têmpera em óleo

- Exaustão da névoa de óleo resultante dos banhos de têmpera e remoção das névoas de óleo

## 4.9 FUNDIÇÃO DE METAIS

Constitui-se MTPD para as operações de movimentação de matérias-primas, recebimento, descarga, armazenamento e transporte:

- emissões devem ser controladas, delimitando os principais pontos de emissão e encaminhando-as a filtro de tecido;
- armazenamento de sucata numa superfície impermeabilizada,
- armazenamento separado das matérias-primas e dos resíduos,
- a utilização de contentores recicláveis,
- boas práticas associadas à transferência do metal em fusão e ao manuseio das panelas de fundição

Operações de preparação de sucata podem emitir hidrocarbonetos, se for utilizado solvente para desengraxe. Esses hidrocarbonetos devem ser coletados e tratados por pós-queimadores com eficiência superior a 95% ou outro equipamento com eficiência equivalente de remoção.

Emissões provenientes de fornos de fusão são material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (COVs), óxidos de enxofre (SOx), óxidos de nitrogênio (NOx), e pequenas quantidades de cloretos e fluoretos.

As concentrações mais elevadas de emissões de fornos ocorrem quando as tampas do forno e as portas são abertas durante as operações de carregamento, backcharging e remoção de escória. Essas emissões devem ser captadas e tratadas por filtros de tecido, não podendo ter escape de emissões para dentro do prédio ou através de aberturas no telhado.

As MTPD para os fornos elétricos a arco incluem:

- a aplicação de medidas de controle de processo, com o objetivo de reduzir os tempos de fusão e de tratamento,
- à prática da escuma (escória espumosa) uma eficiente captação dos gases de combustão dos fornos, bem como o seu controle com filtro de mangas;
- reciclagem das poeiras dos filtros nos fornos.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

No que se refere à operação dos fornos de indução, são MTPD:

- fusão de sucata limpa, (quando a sucata não é limpa, são usados produtos para facilitar a limpeza do banho. Esses produtos podem causar aumento nas emissões de poluentes)
- a utilização de boas práticas de carregamento e operação,
- a utilização de corrente elétrica de frequência média
- recuperação do calor residual e, em determinadas condições específicas, a implementação de um sistema de reaproveitamento de calor
- Captação e tratamento dos gases de exaustão dos fornos, com a utilização de uma coifa ou, para cada forno, extração à boca ou extração na cobertura, de forma a captar todos os gases de exaustão durante todo o ciclo de produção
- tratamento dos gases por via seca e a manutenção das emissões de material particulado abaixo de 0,2 kg/tonelada de ferro fundido.

No que se refere à operação dos fornos rotativos, são MTPD:

- a implementação de uma combinação de medidas com vista à otimização do rendimento do forno
- a utilização de um queimador a oxigênio (*oxyburner*)
- a captação dos gases de combustão na saída do forno e tratamento por via seca (filtro de tecido) e a aplicação de pós-combustão no caso de emissão significativa de COV;
- resfriamento dos gases por recurso de troca de calor e o subsequente despoeiramento por via seca

As fontes de combustão sem contato direto da chama com o produto ou matéria-prima devem atender aos critérios da Guia de Melhor Tecnologia Prática Disponível para Fontes de Combustão.

Ocorrem emissões de óxidos de fumos metálicos (na forma de óxidos) quando o material fundido é vazado do forno. No processo de colocação do material fundido no molde, além do óxido de fumos, podem ocorrer emissões de COVs e MP da areia, da mistura de areia com aglutinantes e aditivos. Constitui-se como MTPD para essa atividade:

- encapsulamento das linhas de vazamento e de resfriamento;
- instalação de sistemas de captação de gases para linhas de vazamento em série
- encapsulamento dos equipamentos de retirada das peças dos moldes
- tratamento dos gases de exaustão por filtros de tecido ou precipitador eletrostático.

Para as operações de acabamento constiu-se como MTPD, no que se refere ao corte por abrasão, à granalhagem e à rebarbagem, a captação e o tratamento dos gases de exaustão por via úmida ou seca (separadores ciclônicos).

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

No caso de acabamento por tratamentos térmicos, constitu-se como MTPD:

- utilização de combustíveis com baixo teor em enxofre,
- operação automática dos fornos
- controle dos sistemas de queima e aquecimento,
- captação e exaustão dos gases provenientes dos fornos de tratamento térmico.

As MTPD para a preparação de moldes com o uso de areias:

- encapsulamento da unidade de remoção de machos
- despoejamento dos gases de exaustão, por via úmida ou seca, como filtros de tecido
- Pós-queimadores e incineradores catalíticos podem ser usados para controlar as emissões de CO e de COV
- minimização do consumo de ligantes e de resinas
- minimização das perdas de areia e das emissões fugitivas de COV, mediante a captura dos gases de exaustão associados à preparação e manuseamento de machos e a utilização de revestimentos de base aquosa
- utilização de revestimentos de base álcool, nos casos em que a utilização de revestimentos de base aquosa não se mostra viável. Neste caso, os gases de exaustão deverão ser capturados na linha de revestimento, sempre que possível.
- minimizar as emissões de aminas e otimizar a sua recuperação. Nesses sistemas, a utilização de solventes tanto aromáticos como não-aromáticos é MTPD.
- minimização da quantidade de areia enviada para eliminação, em especial por meio de regeneração e/ou reutilização da areia.

## 5. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

As fontes de emissão provenientes de processos de siderurgia estão sujeitas ao atendimento dos limites de emissão estabelecidos no seu específico licenciamento, em função da sua localização, e aos padrões de emissão estabelecidos nas resoluções CONAMA 382/07 e 436/11.

Verifica-se que, para HCT, não há limite de emissão estipulado nas referidas resoluções CONAMA, devendo ser observadas, nesse caso, as exigências contidas no licenciamento e no Decreto Estadual 59.113/13.

No que se refere às fontes de fundição de metais ferrosos e não ferrosos não existe até o momento limites de emissão específicos para esse tipo de atividade, devendo ser aplicado, para os produtos de combustão incompleta provenientes dos fornos de fusão, os limites de emissão citados na Guia de Melhor Tecnologia Prática Disponível – Fontes de Combustão, desde que não haja contato direto da chama com o metal fundido. Para as demais fontes deverão ser atendidas as exigências de atendimento ao critério de melhor tecnologia prática disponível, em especial a captação eficiente das emissões e demais exigências contidas no licenciamento da fonte.

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

Cabe ressaltar que os valores colocados nas tabelas a seguir, podem em algumas situações serem considerados altos em função da localização da fonte. Nesses casos deverá ser utilizado o critério de melhor tecnologia prática disponível. As fontes que possuam limites de emissão mais restritos do que os valores colocados nas tabelas a seguir, devem observar sempre os limites de emissão licenciados.

Para aplicação dos limites de emissão citados neste item deverão ser consideradas as definições constantes do Anexo II deste Guia.

**Tabela 03 – Limite de emissão estabelecidos na Resolução CONAMA 382 para fontes instaladas a partir de 02 de janeiro de 2007**

Unidade de Produção	Fontes de Emissão	MP <sup>(a)</sup>	SOx <sup>(b)</sup>	NOx <sup>(c)</sup>	% O <sub>2</sub>
Coqueria	Sist. de despoeiramento do desenformamento	40	NA	NA	NA
	Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	50	800	700	7
Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento	70	600	700	NA
	Sistema Secundário de Despoeiramento	70	NA	NA	NA
Ato Forno a Coque	Sistema de despoeiramento da Casa de Estocagem	40	NA	NA	NA
	Sistema de despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	40	NA	NA	NA
Alto Forno a Carvão Vegetal	Sistema de despoeiramento da Casa de Estocagem	50	NA	NA	NA
	Sistema de despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	50	NA	NA	NA
Aciaria LD	Sistema Primário de Despoeiramento	80	NA	NA	NA
	Sistema Secundário de Despoeiramento	40	NA	NA	NA
	Sistema de Despoeiramento da Dessulfuração de Gusa	40	NA	NA	NA
Aciaria Elétrica	Sistema Primário e Secundário de Despoeiramento ≤ 50 t de aço/corrida	50	NA	NA	NA
	Sistema Primário e Secundário de Despoeiramento > 50 t de aço/corrida	40	NA	NA	NA
Laminação	Fornos de Reaquecimento de Placas com queima de gases siderúrgicos	50	800	700	7
Pelotização	Sistema de Exaustão do Forno de Pelotização	70	700	700	NA
Central Termelétrica	Caldeira com queima de gases siderúrgicos	50	600	350	5

(a) expresso em mg/Nm<sup>3</sup>, base seca e no teor de oxigênio explicitado na tabela

(b) expresso como SO<sub>2</sub>, em mg/Nm<sup>3</sup>, base seca e no teor de oxigênio explicitado na tabela

(c) expresso como NO<sub>2</sub>, em mg/Nm<sup>3</sup>, base seca e no teor de oxigênio explicitado na tabela

**PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS**

**GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL  
SIDERURGIA E METALURGIA**

**Tabela 04 – Limite de emissão estabelecidos na Resolução CONAMA 436 para fontes instaladas antes de 02 de janeiro de 2007**

<b>Unidade de Produção</b>	<b>Fontes de Emissão</b>	<b>MP<sup>(a)</sup></b>	<b>SOx<sup>(b)</sup></b>	<b>NOx<sup>(c)</sup></b>	<b>% O<sub>2</sub></b>	<b>Limite aplicável a partir de</b>
Coqueria	Sist. de despoeiramento do desenformamento	40	NA	NA	NA	2016
	Câmara de Combustão dos Fornos de Coque	50	800	700	7	2014 para SOx e NOx e 2018 para MP
Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento	70	600	700	NA	2014 para SOx e NOx e 2018 para MP
	Sistema Secundário de Despoeiramento	70	NA	NA	NA	2018
Ato Forno a Coque	Sistema de despoeiramento da Casa de Estocagem	40	NA	NA	NA	2018
	Sistema de despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	40	NA	NA	NA	2016
Alto Forno a Carvão Vegetal	Sistema de despoeiramento da Casa de Estocagem	50	NA	NA	NA	2014
	Sistema de despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	50	NA	NA	NA	2014
Aciaria LD	Sistema Primário de Despoeiramento	80	NA	NA	NA	2014
	Sistema Secundário de Despoeiramento	40	NA	NA	NA	2016
	Sistema de Despoeiramento da Dessulfuração de Gusa	40	NA	NA	NA	2016
Aciaria Elétrica	Sistema Primário e Secundário de Despoeiramento ≤ 50 t de aço/corrida	50	NA	NA	NA	2014
	Sistema Primário e Secundário de Despoeiramento > 50 t de aço/corrida	40	NA	NA	NA	2014

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

Cont. Tabela 04

Unidade de Produção	Fontes de Emissão	MP <sup>(a)</sup>	SO <sub>x</sub> <sup>(b)</sup>	NO <sub>x</sub> <sup>(c)</sup>	% O <sub>2</sub>	Limite aplicável a partir de
Laminação	Fornos de Reaquecimento de Placas com queima de gases siderúrgicos	60	1000	700	7	2016 para MP, 2018 para SO <sub>x</sub> e 2014 para NO <sub>x</sub>
Pelotização	Sistema de Exaustão do Forno de Pelotização	70	700	700	NA	2014
Central Termelétrica	Caldeira com queima de gases siderúrgicos	60	600	350	5	2016 para MP e 2014 para SO <sub>x</sub> e NO <sub>x</sub>

(a) expresso em mg/Nm<sup>3</sup>, base seca e no teor de oxigênio explicitado na tabela

(b) expresso como SO<sub>2</sub>, em mg/Nm<sup>3</sup>, base seca e no teor de oxigênio explicitado na tabela

(c) expresso como NO<sub>2</sub>, em mg/Nm<sup>3</sup>, base seca e no teor de oxigênio explicitado na tabela

## 6. MONITORAMENTO

Constitui MTPD monitorar as emissões para a atmosfera, utilizando as técnicas de monitoramento com a frequência mínima abaixo sugerida e em conformidade com o Termo de Referência para Monitoramento de Fontes de Emissões Atmosféricas – PME, aprovado em Resolução de Diretoria CETESB nº N° 010/2010/P, de 12 de janeiro de 2010, publicado no Diário Oficial Estado de São Paulo - Caderno Executivo I (Poder Executivo, Seção I), Edição nº 120(10), do dia 15/01/2010, Páginas números: 40 a 46.

Algumas fontes podem possuir maior frequência de amostragem do que os previstos na tabela a seguir, devendo, nesse caso, ser observada a frequência estabelecida no licenciamento.

No caso das fontes de fundição de metais ferrosos e não ferrosos é imprescindível que as emissões estejam captadas em sua totalidade e que as condições de fluxo, localização dos pontos de coleta e diâmetro interno da chaminé estejam de acordo com as normas CETESB para amostragem em chaminé (Normas L9.221, L9.222, L9.223 e L9.224).

A aplicabilidade de monitoramento contínuo nas fontes citadas acima está vinculada à tecnologia disponível dos monitores contínuos, em especial, os de material particulado, à qualidade do ar da região e à emissão remanescente da fonte, podendo ser exigida a sua instalação, em conformidade com os critérios do Anexo Único da Decisão de Diretoria da CETESB nº 326/2014/I, de 05 de novembro de 2014, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo, Caderno Executivo I, edição nº 124(211) do dia 07/11/15, página 53.

**PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS**

**GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL  
SIDERURGIA E METALURGIA**

**Tabela 05 – Frequência de amostragem pelo método de amostragem em chaminé**

Fonte		Poluente			
		MP	SOx	NOx	HCTNM *
Coqueria	Sistema de Despoeiramento	anual	-	-	-
	Fornos de coque	anual	anual	anual	anual
Sinterização	Sistema Primário de Despoeiramento	anual	anual	anual	anual
	Sistema Secundário de Despoeiramento	anual	-	-	-
Alto Forno	Sistema de Despoeiramento da Casa de Estocagem	anual	-	-	-
	Sistema de Despoeiramento da Casa ou Ala de Corrida	anual	-	-	-
Aciaria	Sistema de Despoeiramento	anual	-	-	-
	Forno	anual	anual	anual	anual
Laminação	Fornos de aquecimento	bienal	bienal	bienal	bienal
Pelotização	Fornos de pelotização	anual	anual	anual	anual
Central termoelétrica	Caldeiras ou turbinas com queima de gases siderúrgicos	anual	anual	anual	anual
Fundição de metais ferrosos e não ferrosos	Sistema de Despoeiramento	LOR			
	Fornos	anual	anual	anual	anual
	Fornos panelas	anual			LOR
	Preparação dos moldes	LOR			
	Unidades de regeneração dos moldes	LOR		LOR	LOR
	Moldagem das peças	LOR			LOR
	Vazamento	anual			anual
	Acabamento das peças	LOR			
	Acabamento das peças com processo térmico	anual	anual	anual	anual

(\*) HCTNM – hidrocarbonetos totais não metanos medidos pelo método USEPA 25A

LOR – amostragem quando da renovação da Licença de Operação

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

#### ANEXO I - DESCRIÇÃO SUCINTA DAS TÉCNICAS PARA O CONTROLE DAS EMISSÕES PARA A ATMOSFERA

Técnica ou ECP	Poluente	Descrição Sucinta
Dessulfuração úmida ou de carvão ativado regenerado (CAR)	SOx e NOx	<p>As técnicas de dessulfuração por via seca baseiam-se numa adsorção de SO<sub>2</sub> por carvão ativado. Quando o carvão ativado saturado de SO<sub>2</sub> é regenerado, o processo designa-se carvão ativado regenerado (CAR). Nesse caso, pode ser utilizado um tipo de carbono ativado dispendioso e obtém-se ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) como subproduto. O leito é regenerado com água ou termicamente. Em alguns casos, para «afinação» a jusante de uma unidade de dessulfuração existente, é utilizado carvão ativado à base de lenhite, e o carvão ativado saturado de SO<sub>2</sub> é então normalmente incinerado sob condições controladas.</p> <p>O sistema CAR pode ser desenvolvido como processo de uma ou duas fases.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• No processo de uma fase, os gases residuais são conduzidos através de um leito de carvão ativado e as substâncias poluentes são adsorvidas pelo carvão ativado. Adicionalmente, a remoção de NOx ocorre sempre que é injetado amoníaco (NH<sub>3</sub>) no fluxo de gases a montante do leito catalisador.</li><li>• No processo de duas fases, os gases residuais são conduzidos através de dois leitos de carvão ativado. Pode ser injetado amoníaco a montante do leito, para reduzir as emissões de NOx.</li></ul>
Filtro de tecido	MP	<p>Os filtros de mangas são feitos de tecido poroso ou feltro através do qual os gases são forçados a passar para que as partículas sejam removidas. A utilização de um filtro de mangas requer a seleção de um material de filtração adequado às características dos gases residuais e à temperatura máxima de operação.</p>
Lavador de gases	MP e SO <sub>x</sub>	<p>Os compostos gasosos são dissolvidos num líquido adequado (água ou solução alcalina). Pode efetuar-se a remoção simultânea de compostos sólidos e gasosos. A jusante do lavador, os gases emitidos são saturados com água e é necessária uma separação das gotículas antes de lançar os gases na atmosfera. O líquido resultante tem de ser tratado por um processo de tratamento de águas residuais e a matéria insolúvel é recolhida por sedimentação ou filtração</p>

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

Técnica ou ECP	Poluente	Descrição Sucinta
Lavador de gases tipo venturi	MP e SO <sub>x</sub>	<p>O Lavador tipo Venturi é concebido para utilizar a energia a partir do fluxo de entrada de gás para atomizar o líquido a ser usado para absorver e abater os poluentes. Um lavador venturi consiste em três seções: uma seção convergente, uma seção de garganta, e uma seção divergente.</p> <p>O fluxo de gás de entrada entra na seção convergente e, como a área diminui, a velocidade do gás aumenta (em conformidade com a equação de Bernoulli). A solução de lavagem é introduzida, quer na garganta, ou na entrada da a seção convergente.</p> <p>O gás é forçado a mover-se a velocidades extremamente elevadas na seção pequena da garganta. Partícula e remoção de gás ocorrem na seção da garganta onde o fluxo do gás de admissão se mistura com a névoa da solução o nevoeiro de gotículas de líquido minúsculos (obs. do Mauro: o trecho está meio confuso) . A corrente de entrada em seguida, sai através da secção divergente, onde é forçado a abrandar.</p>
Precipitador Eletrostático (ESP)	MP	Os precipitadores eletrostáticos funcionam de modo que as partículas são carregadas e separadas por influência de um campo elétrico. Podem funcionar numa gama variada de condições
Queimadores tipo LowNO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	<p>A tecnologia dos queimadores baseia-se no princípio de redução das temperaturas máximas da chama, retardando, mas completando a combustão, e aumentando a transferência de calor (maior capacidade de emissão de chama). Pode ser associada a uma alteração do desenho da câmara de combustão do forno.</p> <p>Queimadores tipo Ultra-LowNO<sub>x</sub> (ULNB) incorporam a combustão por etapas (ar/combustível) e a recirculação dos gases de combustão.</p>
recirculação de gases residuais	NO <sub>x</sub>	<p>Uma parte do gás residual da sinterização é recirculada para o processo de sinterização. Adicionalmente, pode gerar uma redução do consumo de energia.</p> <p>A aplicação da recirculação requer cuidados especiais para garantir que a qualidade do sinter e a produtividade não sejam afetadas. É necessário prestar especial atenção ao monóxido de carbono (CO) nos gases residuais recirculadosl. Foram desenvolvidos vários processos, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reciclagem parcial dos gases residuais provenientes de toda a linha,</li> <li>• reciclagem dos gases residuais provenientes da linha de sinterização final em combinação com a permutação de calor:</li> <li>• reciclagem de gases residuais de parte da linha de sinterização final e utilização de gases residuais da refrigeração do sinter</li> <li>• reciclagem de parte dos gases residuais para outros locais da linha de sinterização</li> </ul>

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

Técnica ou ECP	Poluente	Descrição Sucinta
Recirculação dos gases de combustão	NO <sub>x</sub>	Reinjeção dos gases do forno na chama, para reduzir o teor de oxigênio e, conseqüentemente, a temperatura da chama.
Redução catalítica seletiva (SCR)	NO <sub>x</sub>	Redução do NO <sub>x</sub> para nitrogênio em um leito catalítico por meio de reação com amoníaco (regra geral, solução aquosa, a uma temperatura ótima de operação entre 300 °C e 450 °C). Podem ser aplicadas uma ou duas camadas de leito catalítico a fim de se obter uma redução maior de NO <sub>x</sub>
Redução seletiva não catalítica (SNCR)	NO <sub>x</sub>	Redução de NO <sub>x</sub> para nitrogênio por meio de um reação com amônia ou ureia a alta temperatura.
Separadores ciclônicos	MP	<p>As partículas são extraídas por meio de um processo de centrifugação dos gases. Esse fenômeno ocorre com a indução de um escoamento rotativo no interior do ciclone. Isto ocorre devido à velocidade com a qual os gases entram tangencialmente na câmara do ciclone, de formato cônico. Sendo muito mais densas que os gases, as partículas tem maior tendência em permanecer na trajetória tangente ao escoamento rotativo e assim colidir com as paredes da câmara. Com as colisões, as partículas perdem velocidade e tendem a se desacoplar do escoamento caindo em direção ao fundo da câmara, de onde são extraídas.</p> <p>A eficiência de remoção de particulado é tão maior quanto maior for o diâmetro médio das partículas e maior for a densidade das mesmas. Partículas finas tendem a sofrer força de arrasto aerodinâmico grande, comparada às forças gravitacionais, permitindo que os gases continuem transportando-as. Em conseqüência desses limites físicos, os ciclones não permitem coletar partículas muito finas. Em sistemas de limpeza de gases, são sempre empregados em conjunto com precipitadores eletrostáticos ou filtros de mangas</p>

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

#### ANEXO III DEFINIÇÕES PARA EFEITO DESTA GUIA

- **Aciaria elétrica:** unidade de fusão e refino com a utilização de forno elétrico onde o calor necessário a fusão da carga metálica (principalmente sucata de aço) é produzido pela ação de um arco elétrico formado entre eletrodos. Essa carga metálica, que, posteriormente, é refinada, por meio de reações entre suas impurezas e as adições - fundentes, desoxidantes e ferro-liga - empregadas na obtenção dos aços comuns e especiais;
- **Aciaria LD:** unidade de refino do ferro gusa com a utilização de um conversor, que recebe uma carga constituída por esse metal líquido e, pequenas quantidades de sucata, onde o oxigênio é soprado no banho metálico, com o objetivo de diminuir os teores de carbono e impurezas até valores especificados para os diferentes tipos de aço produzidos;
- **Alto-forno:** forno siderúrgico onde é produzido o ferro gusa, a partir da redução e fusão de uma carga constituída por minério de ferro, fundentes, combustível e redutor (coque ou carvão vegetal), obtendo-se, como subprodutos: escória, gases e material particulado;
- **Alto-forno a carvão vegetal:** alto-forno que utiliza o carvão vegetal como combustível e redutor no processo de produção do ferro gusa;
- **Alto-forno a coque:** alto-forno que utiliza o coque como combustível e redutor no processo de produção do ferro gusa;
- **Câmaras de combustão dos fornos de coque:** local onde se processa a queima de gases siderúrgicos, utilizada para aquecimento dos fornos da coqueria e para a destilação do carvão mineral empregado na produção de coque;
- **Central termelétrica siderúrgica:** instalação que produz energia elétrica a partir da queima de combustíveis gasosos gerados na própria siderúrgica;
- **Ciclo completo de produção do aço:** compreende todas as etapas de produção de aço na Aciaria LD ou elétrica, desde o carregamento das matérias-primas até o vazamento do aço;
- **Coqueria:** unidade produtiva onde ocorre a destilação do carvão mineral para a produção do coque metalúrgico - redutor e combustível necessário as operações do alto-forno;
- **Dessulfuração do gusa:** processo utilizado para remoção parcial do enxofre contido no ferro gusa por meio da adição de um agente dessulfurante (calcário, carbureto de cálcio e outros) ao metal líquido;
- **Exaustão das caldeiras das centrais termelétricas:** sistema de captação e direcionamento dos gases de combustão do processo de geração de energia;

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

- Fornos de reaquecimento da laminação: fornos destinados ao aquecimento dos produtos a serem laminados cujas demandas térmicas são supridas principalmente pela queima de gases siderúrgicos;
- Gases siderúrgicos: gases gerados nas unidades de coqueria (gás de coqueria), alto-forno (gás de alto-forno) e aciaria (gás de aciaria) utilizados como combustíveis;
- Laminação: processo de transformação mecânica, que consiste na passagem de um material metálico entre dois cilindros giratórios, com redução progressiva da espessura ou transformação do material no perfil desejado, por efeito do esforço de compressão exercido pelos cilindros;
- Pelotização: processo de aglomeração que consiste na utilização de finos de minério de ferro e um ligante para a formação de pelotas cruas, mediante a ação de rolamento em tambores, discos ou cones, seguida de secagem e queima em fornos para endurecimento das pelotas;
- Sinterização: processo de aglomeração a quente, que consiste na formação de um bloco poroso, denominado sinter, formado a partir da fusão incipiente de uma carga constituída por finos de minério de ferro juntamente com finos de coque ou carvão vegetal e fundentes;
- Sistema de despoeiramento da casa de estocagem do alto-forno a coque: sistema destinado à captação e tratamento para remoção do material particulado gerado nos processos de transferência, carregamento e descarregamento dos silos de matérias primas;
- Sistema de despoeiramento da casa ou ala de corrida dos altos-fornos a coque ou a carvão vegetal: sistema destinado à captação e tratamento para remoção do material particulado gerado durante o vazamento de gusa dos fornos e carregamento dos carros torpedo;
- Sistema de despoeiramento da dessulfuração do gusa: sistema destinado à captação e tratamento para remoção do material particulado gerado no processo de dessulfuração do gusa;
- Sistema de despoeiramento de estocagem do alto-forno a carvão vegetal: processo de captação e tratamento para remoção do material particulado gerado nas etapas de beneficiamento e alimentação, carregamento e descarregamento dos silos de matérias primas;
- Sistema de despoeiramento do desenformamento da coqueria: sistema destinado à captação e tratamento para a remoção do material particulado gerado no processo de desenformamento do coque;
- Sistema de exaustão do forno de pelotização: sistema primário e secundário de captação dos gases e partículas resultantes da queima de combustíveis utilizados para suprir as demandas térmicas do forno de pelotização e da queima e endurecimento das pelotas de minério de ferro;

## PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

### GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL SIDERURGIA E METALURGIA

---

- Sistema primário de despoeiramento da aciaria elétrica: sistema destinado à captação e tratamento para a remoção do material particulado gerado nos processos de fundição de sucata e refino do aço no forno elétrico de aciaria;
- Sistema primário de despoeiramento da aciaria LD: sistema destinado à exaustão e tratamento dos gases gerados durante o sopro no conversor LD;
- Sistema primário de despoeiramento da sinterização: sistema destinado à exaustão e captação de material particulado gerado na máquina de produção de sinter;
- Sistema secundário de despoeiramento da aciaria elétrica: sistema destinado à captação e tratamento para remoção do material particulado, gerado tanto na operação de carregamento de sucata, quanto o contido nas emissões fugitivas originadas nos processos de fundição da sucata, refino e vazamento do aço;
- Sistema secundário de despoeiramento da aciaria LD: sistema destinado à captação e tratamento para remoção do material particulado gerado nas operações de basculamento e pesagem do gusa, retirada de escória, carregamento de sucata e gusa no convertedor e vazamento do aço;
- Sistema secundário de despoeiramento da sinterização: sistema destinado à captação e tratamento para remoção do material particulado gerado nos processos de peneiramento, britagem e transferências do sinter e das matérias-primas do processo de sinterização;