

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

## 1. INTRODUÇÃO

Este documento estabelece alternativas de melhor tecnologia prática disponível (MTPD) como instrumento auxiliar para realização de diagnóstico das fontes de emissões atmosféricas do estado de São Paulo com base no Decreto Estadual nº 59.113/2013. O guia é uma referência técnica que visa dar suporte a implementação do Plano de Redução de Emissões de Fontes Estacionárias (PREFE) aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P, de 08/10/2014.

O guia tem como função orientar quanto às principais MTPD que podem ser utilizadas pelos setores, não sendo a única referência técnica para tomada de decisão, que deve ser precedida por um estudo de viabilidade técnica de sua implantação.

O presente guia abrange as seguintes instalações:

- produção de fertilizantes fosfatados (superfosfato simples e triplo, MAP, DAP, etc.)
- produção de fertilizantes nitrogenados
- misturadoras de fertilizantes
- ácido nítrico,
- amônia,
- ácido sulfúrico e
- ácido fosfórico

O presente guia não abrange os equipamentos listados abaixo 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.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

## 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 da indústria de fertilizantes.

Este guia considera como MTPD não só equipamentos de controle de emissões, mas também melhorias no processo produtivo que diminuam o consumo de combustíveis (eficiência energética) e que utilizem técnicas de processo que produzam menos emissões atmosféricas de poluentes.

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), amônia (NH<sub>3</sub>) e fluoreto total (F).

## 3. DESCRIÇÃO RESUMIDA DO PROCESSO PRODUTIVO

A indústria de fertilizantes fornece produtos com nutrientes importantes para as plantas, em especial, nitrogênio, fósforo e potássio na forma que estas possam absorver. O nitrogênio é expresso como elemento (N), mas o fósforo e o potássio podem ser expressos como óxido (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) ou como elemento (P, K). O enxofre também é fornecido em grandes quantidades, em parte através dos sulfatos presentes em produtos como os superfosfatos e o sulfato de amônio.

### 3.1 Produção de Fertilizantes Fosfatados

Fertilizante fosfatado é o produto resultante do tratamento químico do concentrado fosfático, que apresenta parte do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel disponível para as plantas e que pode ter ainda outros constituintes nutrientes ou micronutrientes agregados, além de estar com a forma e tamanho adequado a sua utilização na agricultura.

Incluem-se, dentre eles: MAP ou fosfato monoamônico; DAP ou fosfato diamônico; TSP ou superfosfato triplo; SSP ou superfosfato simples; fosfato parcialmente acidulado e termofosfato.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

O superfosfato simples é obtido na reação da rocha fosfática com ácido sulfúrico. Na sua produção, a rocha moída é enviada à balança dosadora, posteriormente encaminhada ao misturador, onde é adicionado o ácido sulfúrico diluído (65 a 75%), dando início à reação.

Essa mistura, em forma de polpa, flui continuamente para uma correia de reação, onde ocorre uma reação exotérmica, liberando gases e material particulado. Como resultado dessa reação, a polpa se transforma em um produto sólido de elevada porosidade e baixo peso específico.

No final do percurso da correia de reação a camada de superfosfato formada é quebrada por um desintegrador. O produto final é levado ao armazém de cura, onde a reação se completará.

O superfosfato triplo é preparado de maneira similar ao superfosfato simples. A rocha fosfática ao invés de ser misturada com o ácido sulfúrico é misturada com ácido fosfórico a 50%.

Após o período de cura existem três alternativas para a comercialização deste produto: vendido a granel, ser ensacado, ser granulado na própria indústria como mistura fertilizantes granulados ou somente granulados.

Na produção de granulados, o superfosfato simples e/ou triplo é enviado ao granulador rotativo, onde recebe adição de vapor d'água. Após a granulação, o material é enviado a um secador rotativo, onde é secado por um fluxo de gases quente.

Do secador, o material seco vai para o resfriador passando, em seguida, por peneiras vibratórias onde os finos retornam para o processo através de recírculos, os grossos passam pela moagem e retornam à peneira formando assim um circuito fechado entre a peneira e o moinho. O material dentro das especificações será armazenado para expedição.

Na produção de fertilizantes complexos (NPK), os superfosfatos simples e/ou triplos recebem adição de outros nutrientes nitrogenados (amônia, sulfato de amônio e ureia), cloreto de potássio e também ácido fosfórico e ou sulfúrico para fixação do nitrogênio.

Tanto o superfosfato simples, como o supertriplo, podem ser tratados com a amônia ( $\text{NH}_3$ ) para a obtenção dos fosfatos de amônia, sendo os dois tipos principais o DAP e o MAP:

- **DAP** - diamônio fosfato - possui 16% de N, 46% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em CNA+água, 38% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em água. É muito utilizado nas indústrias de fertilizantes para a formulação de misturas NPK, prontas para aplicação direta no solo.
- **MAP** - monoamônio fosfato - possui 11% de N, 52% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em CNA+água, 44% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel em água. Como o DAP, também é utilizado pelas indústrias de fertilizantes para a produção de misturas NPK. São fosfatos de alta concentração de fósforo, alta solubilidade em água, e baixo custo de produção.

Os fosfatos parcialmente acidulados são obtidos pelo tratamento da rocha fosfatada com menores quantidades de ácidos fosfórico ou sulfúrico. Para os termofosfatos a rocha fosfatada

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

é submetida a um tratamento térmico e adição de compostos magnesianos e sílicos, apresentando características de corretivo de acidez.

Nos fertilizantes líquidos utiliza-se o ácido fosfórico neutralizado com amônia, enquanto o potássio é adicionado em quantidades adequadas, conforme a formulação do fertilizante.

**Tabela 01 – Principais fontes de emissões de poluentes**

Fonte	Poluente				
	MP	SOx	NOx	NH <sub>3</sub>	HF
Armazenamento de matéria-prima e produto final	*				
Granuladores <sup>(1)</sup>	*			*	*
Secadores <sup>(2)</sup>	*	*	*		*
Resfriadores	*				*
Cura	*				*
Transferências	*				
Classificação	*				

(1) As emissões de NH<sub>3</sub> dos granuladores é referente a plantas de produção de MAP e DAP

(2) as emissões de SOx e NOx provenientes do secadores está atrelada ao tipo de combustível utilizado nestes equipamentos

### 3.2 Fertilizantes Nitrogenados

Os fertilizantes nitrogenados são compostos químicos que possuem em sua composição o elemento nitrogênio em um formato assimilável pelas plantas, sendo que 97% dos fertilizantes nitrogenados são derivados de amônia.

Reagindo a amônia com dióxido de carbono, o qual é suprido pela própria unidade de amônia de onde é extraído como subproduto, produzimos a ureia.

A reação exotérmica entre amônia e ácido sulfúrico gera o sulfato de amônio. A reação exotérmica entre a amônia e o ácido nítrico gera o nitrato de amônio.

Os fertilizantes tipo NPK podem conter:

- nitrogênio, expresso como % de N, em ureia, amônia e/ou formas de nitrato;
- fósforo, normalmente expressa como % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em formas solúveis em água e/ou ácidos neutro e/ou minerais amoníaco;
- potássio, geralmente expresso como % de K<sub>2</sub>O, em formas solúveis em água;
- nutrientes secundários, tal como cálcio (CaO), magnésio (MgO), de sódio (Na<sub>2</sub>O) e/ou de enxofre (SO<sub>3</sub>);
- micronutrientes (zinco, cobre, boro, etc.), e
- outros elementos.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

**Tabela 02 – Principais fontes de emissões de poluentes**

Fonte	Poluente				
	MP	SOx	NOx	NH <sub>3</sub>	HF
Evaporação	X			X	
Granulação	X			X	
Perolação	X			X	
Secadores	X				
Resfriadores	X				
Classificação	X				
Transferências	X				

### 3.3 – Misturadoras de fertilizantes

As unidades denominadas como misturadora produzem uma série de formulações de fertilizantes e de adubo para aplicação na agricultura, onde fertilizantes fosfatados ou nitrogenados são misturados com micronutrientes, através de misturas físicas, moagem, acerto de granulometria e ensacamento. O produto final ensacado possui granulometria de acordo com as matérias-primas componentes e o uso eficaz para cada tipo de cultura.

Os processos de produção e as matérias-primas utilizadas podem fornecer nutrientes secundários como cálcio, magnésio, sódio e enxofre. Os micronutrientes (boro, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco) podem ser incorporados nos fertilizantes ou ser fornecidos sob a forma de especialidades.

**Tabela 03 – Principais fontes de emissões de poluentes**

Fonte	Poluente				
	MP	SOx	NOx	NH <sub>3</sub>	HF
Misturadores	X				
Peneiramento	X				
Moinhos	X				
Transferência	x				
Ensacadeira	X				

### 3.4 Produção de ácido nítrico

O ácido nítrico é produzido a partir de amônia oxidada com ar sobre telas catalíticas de platina gerando monóxido de nitrogênio (NO), que oxidado com ar vai à dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), o qual é absorvido sob pressão em água formando ácido nítrico.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

O método de produção de ácido nítrico diluído contempla as seguintes etapas: oxidação, resfriamento, condensação, absorção e branqueamento. Ácido nítrico diluído pode ter concentrações que variam de 30 a 68 por cento de ácido nítrico.

Ácido Nítrico concentrado pode ser produzido a partir de um processo combinado de desidratação/destilação, e posterior condensação para produzir um ácido nítrico de alta concentração a partir de um ácido nítrico diluído. Ácido nítrico de alta concentração geralmente contém mais de 98% de ácido nítrico.

As emissões provenientes da fabricação de ácido nítrico consistem principalmente de NO e NO<sub>2</sub> (que representam emissões visíveis), os quais combinados são designados como NO<sub>x</sub> e, também podendo ter traços de Amônia. Em geral, a quantidade de emissões de NO<sub>x</sub> é diretamente relacionada com a torre de absorção e as duas técnicas mais comuns utilizadas para controlar as emissões de gases da torre de absorção são a otimização da própria absorção e a redução catalítica.

**Tabela 04 – Principal fonte de emissão de poluentes**

Fonte	Poluente				
	MP	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	HF
Torre de Absorção de HNO <sub>3</sub>			x		

### 3.5 Produção de ácido sulfúrico

O ácido sulfúrico é produzido a partir de enxofre, oxigênio e água via processo de contato. Na primeira etapa, o enxofre é queimado ao ar, produzindo dióxido de enxofre.

O dióxido de enxofre, por sua vez, é oxidado a trióxido de enxofre com o uso de oxigênio e na presença de um catalisador de pentóxido de vanádio. Finalmente, o trióxido de enxofre é lavado com água ou uma solução de ácido sulfúrico, com a formação de uma solução de ácido sulfúrico 98-99%:

A dissolução direta de SO<sub>3</sub> em água é impraticável por causa da natureza altamente exotérmica da reação. Forma-se uma névoa ao invés de um líquido. Alternativamente, o SO<sub>3</sub> é absorvido em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para formar *oleum* (H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), que é então diluído, com a formação de ácido sulfúrico. O *oleum* reage com água para formar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado.

**Tabela 05 – Principal fonte de emissão de poluentes**

Fonte	Poluente			
	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Torre de absorção de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	*	*	*	*

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

#### 3.6 Produção de ácido fosfórico

O ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) é produzido por dois processos: úmido ou térmico, sendo que o processo úmido é utilizado na produção de fertilizantes.

Em uma instalação de processo por via úmida, o ácido fosfórico é produzido por reação de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) com a rocha fosfática.

As rotas mais comuns de processo para produção de ácido fosfórico por via úmida são:

- Rota DH (Dihidrato);
- Rota HDH (Hemidrato-Dihidrato).

O processo por via úmida, na rota DH (dihidrato) produz um ácido com concentração de 25 a 30% de  $P_2O_5$  na etapa de reação, podendo o ácido ser concentrado desde 42 a 54% de  $P_2O_5$ .

O processo por via úmida, na rota HDH (hemidrato-dihidrato) tem como principais diferenças ao processo DH por produzir um ácido com concentração de 42% de  $P_2O_5$  na etapa de reação, assim como ter duas etapas de produção de gesso:

- Num primeiro estágio há a geração de gesso hemidrato (meia molécula de água);
- Num segundo estágio o gesso é re-hidratado com água e ácido sulfúrico para formar gesso di-hidratado (sulfato de cálcio com duas moléculas de água).

A escolha da rota de processo depende principalmente das características físico-químicas da rocha fosfática.

**Tabela 06 – Principais fontes de emissões de poluentes**

Fonte	Poluente				
	MP	SOx	NOx	NH <sub>3</sub>	Fluoretos Totais
Reação de formação de $H_3PO_4$	X				X
Filtragem e Concentração	X				X

#### 3.8 Produção de Fosfato Bicálcico e Monocálcico

O Fosfato Bicálcico é obtido da reação entre ácido fosfórico e carbonato de cálcio. Existem dois processos de produção, originando o mesmo produto: circuito aberto e circuito fechado. Já o Fosfato Monocálcico (ou MCPD) é produzido apenas no circuito aberto, por meio da reação entre ácido fosfórico desfluorizado e rocha fosfática moída.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

Circuito aberto:

Carbonato de cálcio moído é enviado para uma balança dosadora e então para um reator tipo Kuhlmann, onde é adicionado ácido fosfórico diluído (44 a 46% em  $P_2O_5$ ). A mistura, em forma de polpa, segue então para a correia de reação, onde são removidos os gases e o calor gerados na reação, uma vez que a reação é exotérmica. Ao final desta correia há um desagregador que é responsável por quebrar a torta formada na correia reacional.

O material proveniente deste processo encontra-se em estado sólido com cerca de 22% de umidade livre, é enviado para os galpões de cura para a finalização da reação. Após o processo de cura, o material pode ser enviado para a unidade de secagem e moagem, ou para a unidade de granulação e secagem, dependendo da forma final que se deseje o produto: microgranulado ou pó.

No caso da produção de pó, o material curado é enviado para um secador rotativo, onde é seco por um fluxo de gases quentes, seguindo então para uma unidade de moagem, sendo então ensacado e armazenado para expedição.

Para o produto microgranulado, o material curado é enviado ao granulador, onde há adição de água e vapor d'água. Após a granulação segue para um secador rotativo, onde também é secado por fluxo de gases quentes. Do secador o material é enviado a peneiras vibratórias onde os finos retornam para o processo por meio das correntes de reciclo, os grossos passam pela moagem e posteriormente compõe a corrente de reciclo juntamente com os finos. O produto é então enviado para os galpões de armazenagem, podendo ser expedido a granel, ensacado ou em big bags.

Ainda no circuito aberto, pode ser feita a reação que gera fosfato monocálcico. Este produto é preparado de maneira similar ao Fosfato Bicálcico, porém ao invés de se usar carbonato de cálcio na reação, utiliza-se rocha fosfática. Após curado, o monocálcico é dosado ao Fosfato Bicálcico na unidade de granulação e secagem, seguindo as etapas de produção de microgranulado.

Circuito fechado:

A maior diferença neste processo reside no fato que não há etapa de cura e isso se deve ao tipo de reator usado no processo. Carbonato de cálcio e ácido fosfórico diluído (40 a 42% em  $P_2O_5$ ) são dosados e enviados ao reator Spinden juntamente com a corrente de reciclo. Seguem então para um secador rotativo e o restante do processo é o mesmo que para o circuito aberto.

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

Para melhorar o desempenho ambiental global das indústrias de fertilizantes, 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

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

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;
- Deve haver medidor de consumo de combustível de forma individualizada para cada fonte de combustão;
- Para as fontes de emissão mais relevantes deve ser implantado monitoramento contínuo dos principais parâmetros de processo relevantes para as emissões para a atmosfera como pressão, temperatura e teor de oxigênio, CO e etc;

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 aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P, 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 Licença de Operação - LO.

Cabe ressaltar que fontes de combustão, como caldeiras, aquecedores de fluido térmico, secadores sem contato direto da chama com o produto, fornos sem contato direto da chama com o produto e geradores de energia elétrica, não fazem parte deste guia, devendo ser aplicada para estas fontes a Guia de Melhor Tecnologia Prática Disponível – Fontes de Combustão.

#### **4.1 Moagem de rocha fosfatada e prevenção da dispersão de poeiras de rocha**

Considera-se MTPD reduzir as emissões de poeiras na moagem da rocha, com a utilização de filtros de mangas ou cerâmicos, e alcançar níveis de emissão de 2,5 a 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

Considera-se MTPD evitar a dispersão de poeiras de rocha fosfatada, utilizando correias transportadoras enclausuradas, recorrendo à armazenagem no interior e limpando/varrendo frequentemente as baias e o pavimento da unidade de moagem.

#### **4.2 Produção de Fertilizantes Fosfatados**

Constitui MTPD para o armazenamento e atividades de transferência:

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

- O armazenamento e manuseio de matéria-prima sólida em áreas cobertas, portas dotadas com sistema de exaustão e com as laterais fechadas.
- A transferência de matéria-prima ou produto final por meio de correias transportadoras deverá ser enclausurada e provida de sistemas de exaustão e retenção de material particulado nos pontos de transferências ou outra tecnologia de eficiência igual ou superior
- Os materiais finos gerados no manuseio deverão ser mantidos em silos fechados, com sistemas de retenção de partículas (por exemplo, filtros de mangas) ou sacos selados.

Considera-se MTPD para a produção de superfosfatos simples e triplos melhorar o desempenho ambiental da seção de acabamento por aplicação de uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

- resfriamento do produto com permutadores de placas;
- reciclagem do ar quente;
- seleção de crivos e moinhos (por exemplo moinhos de rolos ou de correntes) de tamanho adequado;
- utilização, para controle da reciclagem, de tremonhas de espera para a granulação;

Considera-se MTPD reduzir as emissões de fluoretos através da utilização de lavadores (*scrubbers*) com líquidos de lavagem adequados.

Se, além da fabricação de superfosfatos simples ou triplos, se produzir igualmente rocha fosfatada (parcialmente) acidulada (RFPA), considera-se MTPD reduzir o volume de águas residuais, por reciclagem dos líquidos de lavagem (*scrubbing*).

Constitui MTPD para o Pátio de Cura que o mesmo seja em áreas cobertas e com as laterais fechadas e as emissões sejam captadas e tratadas.

Considera-se MTPD para a produção de superfosfatos simples e triplos melhorar o desempenho ambiental da seção de Granulação por aplicação de uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

- utilização de ciclones e/ou filtros de mangas;
- lavagem (*scrubbing*), por exemplo pelo processo combinado.

#### 4.3 Produção de Fertilizantes Nitrogenados

##### 4.3.1 Produção de adubos NPK

Considera-se MTPD da seção de acabamento:

- resfriamento do produto com permutadores de placas ou tambores rotativos,
- seleção de crivos e moinhos (por exemplo moinhos de rolos ou de correntes, de martelos ou de gaiolas) de tamanho adequado;

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

- utilização, para controle da reciclagem, de tremonhas ou moegas de espera para a granulação;
- medição em linha da distribuição granulométrica do produto, com idêntico objectivo.

Considera-se MTPD minimizar as emissões de NO<sub>x</sub> dos gases de exaustão provenientes da digestão da rocha fosfatada, através de:

- controle rigoroso da temperatura,
- uma relação rocha/ácido apropriada,
- a seleção da rocha fosfatada ou
- o controle de outros parâmetros de processo relevantes.

Considera-se MTPD reduzir as emissões para a atmosfera proveniente da digestão da rocha fosfatada, da lavagem das areias e da filtração do nitrato de cálcio tetra-hidratado o uso de lavadores de múltiplos estágios (*scrubbing*).

Considera-se MTPD reduzir as emissões para a atmosfera provenientes da neutralização, granulação, secagem, revestimento e resfriamento a aplicação das técnicas a seguir indicadas:

- separação de partículas, por exemplo por meio de ciclones e/ou filtros de mangas;
- lavagem (*scrubbing*), por exemplo pelo processo combinado.

Constitui MTPD para o armazenamento e atividades de transferência:

- O armazenamento e manuseio de matéria-prima sólida em áreas cobertas e com as laterais fechadas.
- A transferência de matéria-prima ou produto final por meio de correias transportadoras deverá ser enclausurada e provida de sistemas de exaustão e retenção de material particulado nos pontos de transferências ou outra tecnologia de eficiência igual ou superior
- Os materiais finos gerados no manuseio deverão ser mantidos em silos fechados, com sistemas de retenção de partículas (por exemplo, filtros de mangas) ou sacos selados.

#### 4.3.2 Produção de ureia e de ureia-nitrato de amónio (UNA)

Considera-se MTPD da seção de acabamento:

- resfriamento do produto com permutadores de placas,
- reencaminhamento dos finos de ureia para a solução de ureia concentrada,
- seleção de crivos e moinhos (por exemplo moinhos de rolos ou de correntes) de tamanho adequado,
- utilização, para controle da reciclagem, de tremonhas de espera para a granulação, ou medição e controle da distribuição granulométrica do produto.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

Considera-se MTPD otimizar o consumo total de energia na produção de ureia por aplicação de uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

- uso de *stripping*;
- aplicação de processos de *stripping* com reciclagem total;
- no caso das instalações com reciclagem total clássicas já existentes, mudança para a tecnologia de *stripping*, mas apenas se a capacidade da unidade de produção de ureia for significativamente aumentada;
- maior integração térmica das unidades que apliquem processos de *stripping*;
- aplicação da tecnologia de condensação e reação combinadas.

Considera-se MTPD a lavagem (*scrubbing*) de todos os gases de exaustão das seções úmidas, tendo em atenção o limite inferior de explosividade, e a reciclagem, para o processo, das soluções amoniacais resultantes.

Considera-se MTPD reduzir as emissões de partículas e amoníaco provenientes da pulverização *prilling* ou da granulação, utilizando:

- lavagem (*scrubbing*)
- otimização das condições de funcionamento das torres de pulverização *prilling*,
- reutilizar, na própria instalação, o líquido proveniente da lavagem (*scrubbing*).

#### 4.3.3 Produção de nitrato de amónio/nitrato de amónio com calcário (NA/NAC)

Considera-se MTPD otimizar a etapa de neutralização/evaporação por aplicação de uma combinação das seguintes técnicas:

- utilização do calor de reação para pré-aquecer o  $\text{HNO}_3$  e/ou vaporizar o  $\text{NH}_3$ ;
- neutralização a pressão elevada e “exportação” do vapor produzido;
- utilização do vapor produzido para evaporar a solução de nitrato de amónio;
- recuperação do calor residual para refrigerar a água de processo;
- utilização do vapor produzido no tratamento dos condensados do processo;
- utilização do calor de reação para evaporar mais água.

As alternativas disponíveis para melhorar o desempenho ambiental da seção de acabamento são o resfriamento do produto com permutadores de placas, a reciclagem do ar quente, a seleção de crivos e moinhos (por exemplo, moinhos de rolos ou de correntes) de tamanho adequado, utilização, para controle da reciclagem, de tremonhas de espera para a granulação, ou a medição e controle da distribuição granulométrica do produto.

Considera-se MTPD reduzir as emissões de poeiras provenientes da moagem da dolomita para níveis inferiores a  $10 \text{ mg/Nm}^3$ , nomeadamente através da utilização de filtros de mangas.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

##### 4.3.4 Produção de Amônia

Considera-se MTPD a aplicação dos:

- processos clássicos de reforma,
- processos com reforma primária reduzida e excesso de ar na reforma secundária, ou
- processos de reforma autotérmica com permuta de calor, ou
- oxidação parcial a partir de combustíveis pesados.

Para se alcançarem baixas emissões de NO<sub>x</sub>, devem ser aplicadas técnicas como:

- a redução catalítica seletiva (SCR) ou não seletiva (NSCR) no reformador primário (se a fornalha permitir obter as faixas de temperatura e tempo de retenção necessários),
- a utilização de queimadores com baixa emissão de NO<sub>x</sub>,
- a recuperação da amônia contida nas purgas e nos gases de escape (flash) ou,
- a dessulfuração a baixa temperatura, no caso da reforma autotérmica com permuta de calor,
- Baixo teor de amônia no gás de purga injetado,
- Injeção de vapor/inertes.

##### 4.4 Misturadoras de Fertilizantes

As misturadoras de fertilizantes 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, em pilhas de armazenagem, 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.;
- Exaustão de poeiras e utilização de um sistema de despoeiramento com filtros de mangas para reduzir as fontes de emissão significativas de partículas;
- Aplicação de silos de armazenagem 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;
- Aplicação de armazenagem com paredes de retenção para reduzir a superfície exposta;

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

- Utilização de equipamentos fechados para trituração, moagem e acerto de granulometria, equipados com exaustão eficiente e filtros de mangas para reduzir as emissões de poeiras;
- Remoção das partículas nos pontos de transferência entre equipamentos transportadores.

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

Para os materiais muito finos que possam provocar uma libertação significativa de partículas, deverá:

- Utilização de pontos de transferência, crivos vibratórios, 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.

#### 4.5 Produção de ácido nítrico

Considera-se MTPD:

- recuperar energia: expansão de gases quentes e/ou geração vapor;
- reduzir as emissões durante a partida e paradas programadas das instalações.
- redução catalítica não-seletiva (SNCR);
- reduzir as emissões de  $N_2O$ , por aplicação de uma combinação das seguintes técnicas:
  - otimização da filtração das matérias-primas;
  - otimização da mistura das matérias-primas;
  - otimização da distribuição do gás sobre o catalisador;
  - monitoramento do desempenho do catalisador e ajuste do tempo de vida do mesmo;
  - otimização da relação  $NH_3/ar$ ;
  - otimização da pressão e temperatura da etapa de oxidação;
  - decomposição do  $N_2O$  por extensão da câmara de reação, em novas unidades;
  - decomposição catalítica do  $N_2O$  na câmara de reação;
  - redução combinada da concentração de  $NO_x$  e de  $N_2O$  nos gases residuais.
- reduzir as emissões de  $NO_x$  por aplicação de (uma combinação de) uma das seguintes técnicas:
  - otimização da etapa de absorção;
  - redução combinada da concentração de  $NO_x$  e de  $N_2O$  nos gases residuais;
  - redução catalítica selectiva (SCR);
  - adição de  $H_2O_2$  na última etapa de absorção.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

#### 4.6 Produção de ácido sulfúrico

Considera-se MTPD:

- utilizar a energia recuperável: água quente, electricidade e/ou vapor de co-geração,
- a mudança de absorção simples para absorção dupla,
- a processos por via úmida ou a uma combinação de processos por via seca e por via úmida,
- o controle e substituição regulares do catalisador (em especial no leito catalítico 1),
- a substituição dos conversores de tijolo por conversores de aço inoxidável,
- uma melhor filtração do ar, por exemplo através de dois andares de filtração (queima de enxofre), uma melhor filtração do enxofre, por exemplo utilizando filtros de acabamento (queima de enxofre),
- a manutenção da eficiência dos trocadores de calor;
- a lavagem (*scrubbing*) dos gases residuais (desde que os subprodutos possam ser reciclados na própria instalação).
- monitoramento contínuo dos níveis de  $\text{SO}_2$ , necessária para determinar a taxa de conversão do  $\text{SO}_2$  e o nível de emissões de  $\text{SO}_2$ .

As alternativas disponíveis para se alcançarem baixos níveis de emissão de névoa de  $\text{SO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$  são:

- a utilização de enxofre com baixo teor de impurezas (em caso de queima de enxofre),
- uma secagem adequada da alimentação gasosa e do ar de combustão (apenas no caso dos processos de contacto por via seca),
- a utilização de maiores superfícies de condensação (apenas no caso do processo catalítico por via úmida),
- uma distribuição e uma taxa de circulação do ácido adequadas,
- a aplicação de filtros de velas de alta eficiência após a absorção,
- o controle da concentração e da temperatura do ácido no absorvedor ou
- a aplicação de técnicas de recuperação/tratamento nos processos, como a precipitação electrostática (ESP), a precipitação electrostática em fase úmida (WESP) ou a lavagem de gases (*wet scrubbing*).

#### 4.7 Produção de ácido fosfórico

Considera-se MTPD para as instalações que utilizem processo por via úmida obter rendimentos de  $\text{P}_2\text{O}_5$  de 94,0 % a 98,5 %, por aplicação de uma das seguintes técnicas ou uma combinação delas:

- processo do di-hidrato ou processo do di-hidrato melhorado;
- aumento do tempo de residência;
- processo de recristalização;
- *repulping* (re-hidratação e refiltração do gesso);
- utilização de dois andares de filtração;
- reciclagem da água proveniente dos montes de fosfogesso;



# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

- seleção da rocha fosfatada;
- processo do di-hidrato ou processo hemi-hidrato/ di-hidrato, aumento do tempo de residência;
  - processo de recristalização, reaproveitamento do fosforo não reagido e refiltração do gesso para a rota HDH;
  - seleção da rocha fosfatada, quando possível.
  - minimizar as emissões de  $P_2O_5$  solúvel, maximizando a eficiência de filtração e através de reuso de águas contendo  $P_2O_5$ .
  - reciclagem da água das pilhas de fosfogesso de forma gradual para o processo e para o tratamento na estação de tratamento de efluentes industriais.

Considera-se MTPD para novas instalações obter rendimentos de  $P_2O_5$  iguais ou superiores a 98 %, por exemplo, por aplicação de um processo de recristalização do hemi-di-hidrato com dois andares de filtração.

Considera-se MTPD para o processo por via úmida minimizar as emissões de  $P_2O_5$ , por aplicação de técnicas como a utilização de separadores de arrasto (quando se utilizem resfriamento à vácuo *flash* e/ou evaporadores de vácuo) ou de bombas de anel líquido (com reciclagem do líquido do anel para o processo) ou a lavagem (*scrubbing*), com reciclagem do líquido resultante.

Considera-se MTPD reduzir as emissões de fluoretos através da utilização de lavadores (*scrubbers*) com líquidos de lavagem adequados e colunas com recheios ou venturis.

Considera-se MTPD para os processos por via úmida a comercialização do fosfogesso e do ácido fluorossilícico produzidos ou, caso não exista mercado, deve ocorrer o controle do depósito em áreas definidas e licenciadas. A constituição de pilhas de fosfogesso exige medidas cautelares, bem como a reciclagem da água delas proveniente.

#### 4.8 Produção de Fosfato Bicálcico e Monocálcico

##### 4.8.1 Moagem de Carbonato de Cálcio:

Considera-se MTPD:

- Reduzir as emissões de poeiras na moagem da carbonato de cálcio, com a utilização de filtros de mangas.
- As transferências de material seco, produto ou matéria-prima, devem ser feitas em correias transportadoras enclausuradas ou sistemas similares, evitando a dispersão de poeiras.
- O armazenamento e manuseio de matéria-prima sólida em áreas cobertas, devidamente pavimentado.



# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

##### 4.8.2 Produção de Fosfato Bicálcico:

- As transferências de material seco, produto ou matéria-prima, devem ser feitas em correias transportadoras enclausuradas ou sistemas similares, evitando a dispersão de poeiras;
- Todas as correntes de reciclo nas unidades devem ser feitas em correias transportadoras enclausuradas ou sistemas similares, evitando a dispersão de particulados;
- O material particulado oriundo do processo reacional e de granulação deve ser tratado em lavadores de gases (scrubbers);
- As águas dos lavadores de gases devem ser recicladas e reaproveitadas no processo.
- Reduzir as emissões de material particulado para a atmosfera, provenientes da etapa de secagem com a utilização de ciclones e/ou filtros de mangas;
- Os sistemas de peneiramento devem ser enclausurados e possuírem filtros de mangas.

## 5. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

De acordo com o Regulamento da Lei Estadual 997/76 aprovado pelo Decreto Estadual 8.468/76, as fontes de poluição, para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, adotarão sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível para cada caso.

A adoção da tecnologia preconizada neste artigo, será feita pela análise e aprovação da CETESB de plano de controle apresentado por meio do responsável pela fonte de poluição, que especificará as medidas a serem adotadas e a redução almejada para a emissão.

Cabe ressaltar que os valores colocados nas tabelas a seguir, algumas vezes podem ser considerados altos em função da localização da fonte, devendo, também, neste caso utilizar o critério de melhor tecnologia prática disponível. Algumas fontes podem possuir limites de emissão mais restritos do que os valores colocados na tabela a seguir, devendo neste caso, serem observados sempre os limites de emissão licenciados.

Para aplicação dos limites de emissão citados nas tabelas anteriores, devem ser consideradas as seguintes constantes do Anexo II deste Guia.

No que se refere às fontes das unidades de produção de amoníaco, ureia e ureia-nitrato de amônia não existe até o momento limites de emissão específicos para este tipo de atividade, devendo ser atendidas as exigências de atendimento ao critério de melhor tecnologia prática disponível e demais exigências contidas no licenciamento da fonte.

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

**GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL**

**CAPÍTULO 3**

**FERTILIZANTES**

**Tabelas 07 a 10 – Limite de emissão estabelecidos na Resolução CONAMA 382 para fontes instaladas a partir de 02 de janeiro de 2007**

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	Amônia <sup>(a)</sup>	Fluoretos Totais <sup>(a)</sup>	MP <sup>(a)</sup>
Misturadoras	Misturadoras, peneiramento, transferências	NA	NA	75
Beneficiamento de Concentrado Fosfático	Secagem	NA	NA	150
	Moagem	NA	NA	75
	Transferências	NA	NA	75
Fertilizantes Fosfatados (exceto MAP e DAP)	Acidulação	NA	0,1 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> alimentado	75
	Granulação (granuladores, secadores, resfriadores)			
	Classificação	NA	NA	75
	Transferência			
Fertilizantes Fosfatados (MAP e DAP)	Neutralização	0,02 kg/t de produto	0,03 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> alimentado	75
	Amoniação/ granulação			
	Secadores	NA		
	Resfriadores	NA		
	Classificação	NA	NA	
	Transferência	NA	NA	
Fertilizantes Nitrogenado	Evaporação	60	NA	75
	Granulação		NA	
	Perolação		NA	
	Secadores	NA	NA	
	Resfriadores	NA	NA	
	Classificação	NA	NA	
	Transferência	NA	NA	

(a) expresso em mg/Nm<sup>3</sup>, base seca, a menos que seja explicitado de outra forma NA – não aplicável

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	SO <sub>2</sub> <sup>(b)</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>(b)</sup>
Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Torre de Absorção de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,0 kg/t de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a 100%	0,15 kg/t de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a 100%

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	Fluoretos Totais <sup>(b)</sup>	MP <sup>(b)</sup>
Ácido Fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	Reação de formação de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,04kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> alimentado	75 mg/Nm <sup>3</sup>
	Filtragem e Concentração		

(b) resultados expressos em base seca

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	NOx <sup>(c)</sup>
Ácido Nítrico (HNO <sub>3</sub> )	Torre de absorção de HNO <sub>3</sub>	1,6 kg/t de HNO <sub>3</sub> a 100%

(c) resultados expressos como NO<sub>2</sub> em base seca

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

**GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL**

**CAPÍTULO 3**

**FERTILIZANTES**

**Tabela 11 a 14– Limite de emissão estabelecidos na Resolução CONAMA 436 para fontes instaladas antes de 02 de janeiro de 2007**

<b>Unidades de Produção</b>	<b>Fontes de Emissão</b>	<b>Amônia <sup>(a)</sup></b>	<b>Fluoretos Totais <sup>(a)</sup></b>	<b>MP <sup>(a)</sup></b>
Misturadoras	Misturadoras, peneiramento, transferências	NA	NA	75
Beneficiamento de Concentrado Fosfático	Secagem	NA	NA	150
	Moagem	NA	NA	75
	Transferências	NA	NA	75
Fertilizantes Fosfatatos (exceto MAP e DAP)**	Acidulação	NA	0,10 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> alimentado	75
	Granulação (granuladores, secadores, resfriadores)			
	Classificação	NA	NA	75
	Transferência			
Fertilizantes Fosfatados (MAP e DAP)	Neutralização	0,02 kg/t de produto	0,03 kg/t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> alimentado	75
	Amoniação/ granulação			
	Secadores	NA		
	Resfriadores	NA		
	Classificação	NA	NA	
	Transferência	NA	NA	
Fertilizantes Nitrogenado	Evaporação	60*	NA	75
	Granulação		NA	
	Perolação		NA	
	Secadores	NA	NA	
	Resfriadores	NA	NA	
	Classificação	NA	NA	
	Transferência	NA	NA	

(a) expresso em mg/Nm<sup>3</sup>, base seca, a menos que seja explicitado de outra forma

NA – não aplicável

(\*) não se aplica em unidades de ureia existentes com tecnologia de perolação

(\*\*) não se aplica em unidades de produção de termofosfato

<b>Unidades de Produção</b>	<b>Fontes de Emissão</b>	<b>SO<sub>2</sub> <sup>(b)</sup></b>	<b>SO<sub>3</sub> <sup>(b)</sup></b>
Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) *	Torre de Absorção de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,0 kg/t de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a 100%	0,15 kg/t de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a 100%

(\*) não se aplicam às plantas de simples absorção convertidas para dupla absorção e plantas de ácido sulfúrico integradas a processos de ustulação de minério.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	Fluoretos Totais <sup>(b) *</sup>	MP <sup>(b)</sup>
Ácido Fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	Reação de formação de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,04kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> alimentado	75 mg/Nm <sup>3</sup>
	Filtragem e Concentração		

(b) resultados expressos em base seca (\*) válido a partir de 2016

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	NOx <sup>(c)</sup>
Ácido Nítrico (HNO <sub>3</sub> ) *	Torre de absorção de HNO <sub>3</sub>	1,6 kg/t de HNO <sub>3</sub> a 100%

(c) resultados expressos como NO<sub>2</sub> em base seca

(\*) não se aplicam às plantas de baixa pressão ou baixa escala de produção menor que 120 t/dia

## 6. MONITORAMENTO

O monitoramento das fontes de emissão constitui ferramenta essencial para comprovar o atendimento às metas decorrentes da aplicação do PREFE., portanto, as fontes deverão ser monitoradas, utilizando as técnicas de

monitoramento com a frequência mínima abaixo sugerida. As amostragens pelo método direto (amostragem em chaminé) deverão atender ao Termo de Referência para Monitoramento de Fontes de Emissões Atmosféricas – PME A, aprovado em Resolução de Diretoria CETESB no Nº 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.

### Tabelas 15 a 18 – Frequência do monitoramento por amostragem em chaminé

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	Amônia <sup>(a)</sup>	Fluoretos Totais <sup>(a)</sup>	MP <sup>(a)</sup>
Misturadoras	Misturadoras, peneiramento, transferências	NA	NA	bienal
Beneficiamento de Concentrado Fosfático	Secagem, moagem e transferência	NA	NA	bienal
Fertilizantes Fosfatatos (exceto MAP e DAP)**	Acidulação	NA	anual	anual
	Granulação (granuladores, secadores, resfriadores)			
	Classificação	NA	NA	bienal
Fertilizantes Fosfatados (MAP e DAP)	Transferência	anual	anual	anual
	Neutralização			
	Amoniação/ granulação			
	Secadores	NA		
Fertilizantes Nitrogenado	Resfriadores	NA	anual	anual
	Classificação e Transferência	NA		
	Evaporação, Granulação e Perolação, Secadores e Resfriadores	anual		
	Classificação e Transferência	NA	NA	bienal

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	SO <sub>2</sub> <sup>(b)</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>(b)</sup>
Ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Torre de Absorção de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Anual	anual

No caso de ácido sulfúrico requer monitoramento contínuo dos níveis de SO<sub>2</sub>, necessária para determinar a taxa de conversão do SO<sub>2</sub> e o nível de emissões de SO<sub>2</sub>.

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	Fluoretos Totais	MP
Ácido Fosfórico (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	Reação de formação de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	anual	anual
	Filtragem e Concentração		

Unidades de Produção	Fontes de Emissão	NO <sub>x</sub> <sup>(c)</sup>
Ácido Nítrico (HNO <sub>3</sub> ) *	Torre de absorção de HNO <sub>3</sub>	anual

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

A aplicabilidade de monitoramento contínuo nas fontes citadas acima está vinculada a tecnologia disponível dos monitores contínuos, em especial os de material particulado, a qualidade do ar da região e a emissão remanescente da fonte, podendo ser exigida a sua instalação, atendendo aos 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.

Para as fontes que não estejam contempladas nas tabelas 15 a 18, a frequência de amostragem e tipo de amostragem, bem como os parâmetros a serem avaliados deverão seguir os especificados no licenciamento, sendo que na ausência de exigências específicas, a necessidade de monitoramento da fonte deverá ser avaliada caso a caso.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

#### ANEXO I

#### DESCRIÇÃO SUCINTA DAS TÉCNICAS PARA O CONTROLE DAS EMISSÕES PARA A ATMOSFERA

Técnica ou ECP	Poluente	Finalidade
Filtro de tecido	MP	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.
Lavador de gases	MP e SO <sub>x</sub>	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 libertados são saturados com água e é necessária uma separação das gotículas antes de descarregar os gases libertados. 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
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>	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 cabienal (maior capacidade de emissão de chama). Pode ser associada a uma alteração do desenho da câmara de combustão do forno. Queimadores tipo Ultra-LowNO <sub>x</sub> (ULNB) incorporam a combustão por etapas (ar/combustível) e a recirculação dos gases de combustão.
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 amônia. 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. Para otimizar a reação, a temperatura deve ser mantida entre 950 a 1050 °C (solução de ureia) ou 850 a 950°C (hidróxido de amônia), dentro de um tempo de residência adequado para efetivar a reação. A faixa de temperatura depende do reagente empregado, sendo que além da temperatura, o tempo de residência também é um parâmetro importante.

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

Técnica ou ECP	Poluente	Finalidade
Separadores ciclônicos	MP	<p>As partículas são extraídas através de um processo de centrifugação dos gases. Este 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 consequência destes 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

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

#### ANEXO III

#### DEFINIÇÕES PARA EFEITO DESTA GUIA

- acidulação: reação entre o concentrado fosfático e um ácido, usualmente sulfúrico ou fosfórico, que tem como objetivo solubilizar o fósforo contido no concentrado para torna-lo assimilável pelas plantas. O principal produto desta reação é o fosfato monocalcico:  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ;
- amoniação/granulação: etapa do processo de produção dos fosfatos de amônio onde ocorre, simultaneamente, a introdução adicional de amônia e a granulação dos fosfatos de amônio, em tambor rotativo ou amoniador;
- beneficiamento de concentrado fosfático: conjunto de operações ou etapas do processo de produção, a partir do beneficiamento de rocha fosfática e até a obtenção do concentrado fosfático seco - transferências, comunicações, classificações e secagem;
- classificação: operação destinada a separar fisicamente, por tamanhos, os granulados descarregados do resfriador;
- concentração: processo utilizado para aumentar o teor de  $\text{P}_2\text{O}_5$  presente no ácido fosfórico;
- concentrado fosfático: produto resultante do beneficiamento da rocha fosfática contendo, em relação a ela, um teor de  $\text{P}_2\text{O}_5$  mais elevado e menor teor de impurezas. E também denominado concentrado apatítico;
- DAP: fosfato diamônico ou diamônio fosfato -  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , fertilizante granulado, resultante da reação entre amônia anidra e ácido fosfórico;
- fertilizante fosfatado: produto resultante do tratamento químico do concentrado fosfático, que apresenta parte do  $\text{P}_2\text{O}_5$  solúvel disponível para as plantas e que pode ter ainda outros constituintes nutrientes ou micronutrientes agregados, além de estar com a forma e tamanho adequado a sua utilização na agricultura. Incluem-se, dentre eles: MAP ou fosfato monoamônico; DAP ou fosfato diamônico; TSP ou superfosfato triplo; SSP ou superfosfato simples; superfosfato amoniado; fertilizante misto nitrogenado e fosfatado; fosfato parcialmente acidulado; trifosfatos; hexametáfosfato; fosfato de cálcio; superfosfatos concentrados; fosfatos triamônio; fosfato desfluorizado; fosfogesso e termofosfato;
- fertilizante nitrogenado: produto derivado da amônia, contendo o nitrogênio como principal nutriente para utilização na agricultura. Incluem-se, dentre os fertilizantes nitrogenados: nitrato de amônio; sulfato de amônio; ureia; cbietaletto de amônio; sulfonitrato de amônio; nitrato de sódio; dinitrato de amônio e nitrocalcio;
- filtragem: processo utilizado para separar o sulfato de cálcio hidratado ou fosfogesso do ácido fosfórico obtido por meio do processo via úmida;



# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

- granulação: processo de aglomeração de partículas onde, mediante a ação de rolamento em tambores ou pratos rotativos, são produzidos fertilizantes em forma de grânulos que, em sequência, são submetidos a secagem, classificação e resfriamento;
- granulador: equipamento integrante do processo de granulação, constituído por tambor ou prato rotativo onde são produzidos fertilizantes granulados;
- MAP: fosfato monoamônico ou amônio fosfato -  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , fertilizante granulado, resultante da reação entre amônia anidra e ácido fosfórico;
- misturador: equipamento destinado à produção de fertilizantes mistos, onde ocorre a mistura física de fertilizantes ou de concentrados, dosados de acordo com formulação especificada, sem que haja reação química ou crescimento no tamanho das partículas;
- moagem do concentrado fosfático: etapa do beneficiamento que consiste em reduzir a granulometria das partículas, com consequente aumento da área de contato, para favorecer as reações do concentrado fosfático com os ácidos;
- neutralização: etapa do processo de produção dos fosfatos de amônio, que consiste na reação de neutralização entre o ácido fosfórico e a amônia anidra, líquida ou gasosa, com a formação de uma lama de fosfatos de amônio;
- peneiramento: operação destinada a promover a segregação de impurezas material grosseiro dos fertilizantes e concentrados que são alimentados no misturador;
- perolação: processo de formação de partículas sólidas onde, mediante a ação de queda de gotículas em contra-corrente ao fluxo de ar, são produzidos fertilizantes em forma de perolas que, em sequência, são submetidos a resfriamento, secagem e classificação;
- reação de formação do ácido fosfórico -  $\text{H}_3\text{PO}_4$ : reação de obtenção do ácido fosfórico via úmida, entre o concentrado fosfático e o ácido sulfúrico, em condições especiais de concentração e de temperatura, da qual resulta também a formação do sulfato de cálcio hidratado ou fosfogesso;
- resfriador: equipamento integrante do processo de granulação, destinado a promover o resfriamento dos granulados provenientes do secador;
- rocha fosfática ou fosfatada: aglomerado de minerais e outras substâncias, que contém um ou mais minerais de fósforo, passíveis de serem aproveitados, quer diretamente como material fertilizante, quer como insumo básico da indústria do fósforo e seus compostos;
- secador: equipamento integrante do processo de granulação destinado a remover a umidade contida nos granulados provenientes do granulador;
- secagem do concentrado fosfático: etapa do beneficiamento destinada à remoção da umidade contida no concentrado;

# PLANO DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## GUIA DE MELHOR TECNOLOGIA PRÁTICA DISPONÍVEL

### CAPÍTULO 3

#### FERTILIZANTES

---

- t de ácido a 100%: a quantidade de ácido produzido, com base em uma concentração de 100% de ácido em termos de peso. O vabienal e obtido multiplicando-se a massa de solucao (em toneladas) pelo teor de ácido e dividindo por 100;
- t de  $P_2O_5$  alimentado: quantidade de  $P_2O_5$ , em toneladas, alimentada em cada unidade de produção de fertilizantes. Sao fontes de  $P_2O_5$ : concentrado apatitico; MAP; Super Simples; TSP e Ácido Fosforico;
- torre de absorção da produção de ácido nítrico -  $HNO_3$ : unidade da planta de fabricação do ácido nítrico onde, com resfriamento continuo a agua, ocorrem sucessivas oxidacoes e hidratacoes do oxido de nitrogenio (NO) que resultam na formação do ácido nítrico;
- torre de absorção da produção de ácido sulfúrico -  $H_2SO_4$ : equipamento da planta de fabricação do ácido sulfúrico, localizado anteriormente a chamine, onde ocorre a absorção do  $SO_3$  (trioxido de enxofre) em ácido sulfúrico diluido;
- torre de perolação: equipamento integrante do processo de perolação, constituido de uma torre com chuveiros ou cestos, onde sao produzidos fertilizantes perolados; e
- transferência: transporte de produto, insumo ou materia-prima, por qualquer meio, em empreendimento industrial, incluindo carregamento, descarga, recebimento, transportes intermediários (incluindo por correia transportadora e transporte pneumático) e expedição.