

II

(Atos não legislativos)

DECISÕES

DECISÃO DE EXECUÇÃO DA COMISSÃO

de 26 de março de 2013

que estabelece as conclusões sobre as melhores técnicas disponíveis (MTD) para a produção de cimento, cal e óxido de magnésio nos termos da Diretiva 2010/75/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa às emissões industriais

[notificada com o número C(2013) 1728]

(Texto relevante para efeitos do EEE)

(2013/163/UE)

A COMISSÃO EUROPEIA,

Tendo em conta o Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia,

Tendo em conta a Diretiva 2010/75/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de novembro de 2010, relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição) ⁽¹⁾, nomeadamente o artigo 13.º, n.º 5,

Considerando o seguinte:

- (1) Nos termos do artigo 13.º, n.º 1, da Diretiva 2010/75/UE, a Comissão organiza um intercâmbio de informações relativo às emissões industriais, entre os Estados-Membros, as indústrias em causa, as organizações não governamentais que promovem a proteção do ambiente e a própria Comissão, a fim de facilitar a elaboração de documentos de referência sobre as melhores técnicas disponíveis (documentos de referência MTD), definidos no artigo 3.º, n.º 11, da diretiva.
- (2) Em conformidade com o artigo 13.º, n.º 2, da Diretiva 2010/75/UE, o intercâmbio de informações incide sobre o desempenho das instalações e das técnicas em termos de emissões, expresso em médias de curto e longo prazo, sempre que adequado, e as condições de referência associadas, o consumo e a natureza das matérias-primas, o consumo de água, a utilização de energia e a produção de resíduos; as técnicas utilizadas, a correspondente monitorização, os efeitos entre os diversos meios, a viabilidade económica e técnica e a sua evolução; as melhores técnicas disponíveis e as técnicas emergentes, identificadas depois de analisar as questões referidas no artigo 13.º, n.º 2, alíneas a) e b), da mesma diretiva.
- (3) As «conclusões MTD», definidas no artigo 3.º, n.º 12, da Diretiva 2010/75/UE, são o elemento fundamental dos documentos de referência MTD e expõem as conclusões sobre as melhores técnicas disponíveis, a sua descrição, as informações necessárias para avaliar a sua aplicabilidade, os valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis, as medidas de monitorização associadas, os níveis de consumo associados e, se adequado, medidas relevantes de reabilitação do local.
- (4) Em conformidade com o artigo 14.º, n.º 3, da Diretiva 2010/75/UE, as conclusões MTD constituem a referência para a definição das condições de licenciamento das instalações abrangidas pelo capítulo II da mesma diretiva.
- (5) Nos termos do artigo 15.º, n.º 3, da Diretiva 2010/75/UE, a autoridade competente define valores-limite de emissão que assegurem que, em condições normais de funcionamento, as emissões não excedem os valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis estabelecidas nas decisões sobre as conclusões MTD a que se refere o artigo 13.º, n.º 5, da Diretiva 2010/75/UE.
- (6) O artigo 15.º, n.º 4, da Diretiva 2010/75/UE prevê derrogações ao disposto no n.º 3, mas só se os custos para a obtenção de valores de emissão associados às MTD ultrapassarem desproporcionadamente os benefícios ambientais obtidos devido à localização geográfica, às condições ambientais locais ou às características técnicas da instalação em causa.
- (7) Nos termos do artigo 16.º, n.º 1, da Diretiva 2010/75/UE, os requisitos de monitorização do licenciamento referido no artigo 14.º, n.º 1, alínea c), da diretiva são definidos com base nas conclusões sobre monitorização descritas nas conclusões MTD.
- (8) Em conformidade com o artigo 21.º, n.º 3, da Diretiva 2010/75/UE, no prazo de quatro anos após a publicação das decisões sobre as conclusões MTD, a autoridade competente deve reexaminar e, se necessário, atualizar todas as condições de licenciamento e assegurar que a instalação cumpre essas condições de licenciamento.

⁽¹⁾ JO L 334 de 17.12.2010, p. 17.

- (9) A Decisão da Comissão, de 16 de maio de 2011, que cria um fórum para o intercâmbio de informações nos termos do artigo 13.º da Diretiva 2010/75/UE relativa às emissões industriais ⁽¹⁾ instituiu um fórum constituído por representantes dos Estados-Membros, das indústrias em causa e das organizações não governamentais que promovem a proteção do ambiente.
- (10) Em conformidade com o artigo 13.º, n.º 4, da Diretiva 2010/75/UE, a Comissão solicitou, em 13 de setembro de 2012, o parecer ⁽²⁾ do referido fórum sobre o teor proposto do documento de referência MTD para a produção de cimento, cal e óxido de magnésio e disponibilizou-o ao público.
- (11) As medidas previstas na presente decisão estão em conformidade com o parecer do comité instituído pelo artigo 75.º da Diretiva 2010/75/UE,

ADOTOU A PRESENTE DECISÃO:

Artigo 1.º

As conclusões MTD relativas à produção de cimento, cal e óxido de magnésio constam do anexo da presente decisão.

Artigo 2.º

Os Estados-Membros são os destinatários da presente decisão.

Feito em Bruxelas, em 26 de março de 2013.

Pela Comissão
Janez POTOČNIK
Membro da Comissão

⁽¹⁾ JO C 146 de 17.5.2011, p. 3.

⁽²⁾ http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=/ied_art_13_forum/opinions_article

ANEXO

CONCLUSÕES SOBRE AS MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS PARA A PRODUÇÃO DE CIMENTO, CAL E ÓXIDO DE MAGNÉSIO

ÂMBITO DE APLICAÇÃO	5
NOTA SOBRE O INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES	6
DEFINIÇÕES	6
CONSIDERAÇÕES DE CARÁTER GERAL	7
CONCLUSÕES MTD	8
1.1 Conclusões MTD gerais	8
1.1.1 Sistemas de gestão ambiental (SGA)	8
1.1.2 Ruído	9
1.2 Conclusões MTD para a indústria de produção de cimento	10
1.2.1 Técnicas primárias gerais	10
1.2.2 Monitorização	11
1.2.3 Consumo de energia e seleção de processos	11
1.2.4 Utilização de resíduos	13
1.2.5 Emissões de partículas	14
1.2.6 Compostos gasosos	17
1.2.7 Emissões de PCDD/F	21
1.2.8 Emissões de metais	21
1.2.9 Perdas/resíduos dos processos	22
1.3 Conclusões MTD para a indústria de produção de cal	22
1.3.1 Técnicas primárias gerais	22
1.3.2 Monitorização	23
1.3.3 Consumo de energia	23
1.3.4 Consumo de calcário	25
1.3.5 Seleção de combustíveis	25
1.3.6 Emissões de partículas	26
1.3.7 Compostos gasosos	29
1.3.8 Emissões de PCDD/F	33
1.3.9 Emissões de metais	33
1.3.10 Perdas/resíduos dos processos	34

1.4	Conclusões MTD para a indústria de produção de óxido de magnésio	34
1.4.1	Monitorização	34
1.4.2	Consumo de energia	35
1.4.3	Emissões de partículas	35
1.4.4	Compostos gasosos	37
1.4.5	Perdas/resíduos dos processos	39
1.4.6	Utilização de resíduos como matéria-prima e/ou combustível	40
	DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS	40
1.5	Descrição das técnicas para a indústria de produção de cimento	40
1.5.1	Emissões de partículas	40
1.5.2	Emissões de NO _x	41
1.5.3	Emissões de SO _x	42
1.6	Descrição das técnicas para a indústria de produção de cal	43
1.6.1	Emissões de partículas	43
1.6.2	Emissões de NO _x	44
1.6.3	Emissões de SO _x	44
1.7	Descrição das técnicas para a indústria de produção de magnésia (processo por via seca)	44
1.7.1	Emissões de partículas	44
1.7.2	Emissões de SO _x	45

ÂMBITO DE APLICAÇÃO

As presentes conclusões MTD dizem respeito às seguintes atividades industriais especificadas no ponto 3.1 do anexo I da Diretiva 2010/75/UE:

«3.1. Produção de cimento, cal e dióxido de magnésio», nomeadamente:

- a) Produção de clínquer em fornos rotativos com uma capacidade de produção superior a 500 toneladas por dia ou noutros tipos de fornos com uma capacidade de produção superior a 50 toneladas por dia;
- b) Produção de cal em fornos com uma capacidade de produção superior a 50 toneladas por dia;
- c) Produção de óxido de magnésio em fornos com uma capacidade de produção superior a 50 toneladas por dia.

No que respeita ao ponto 3.1, alínea c), supra, as presentes conclusões MTD incidem apenas na produção de MgO pelo processo por via seca a partir de magnesite de ocorrência natural (carbonato de magnésio – $MgCO_3$).

Das atividades supramencionadas, as presentes conclusões MTD abrangem, nomeadamente, as seguintes:

- produção de cimento, cal e óxido de magnésio (processo por via seca)
- matérias-primas - armazenagem e preparação
- combustíveis - armazenagem e preparação
- utilização de resíduos como matéria-prima e/ou combustível – requisitos de qualidade, controlo e preparação
- produtos - armazenagem e preparação
- embalagem e expedição.

As presentes conclusões MTD não abrangem as seguintes atividades:

- a produção de óxido de magnésio através do processo por via húmida utilizando cloreto de magnésio como matéria-prima, que é abrangida pelo documento de referência sobre as Melhores Técnicas Disponíveis para Produtos Químicos Inorgânicos com Grande Volume de Produção - Produtos Sólidos e Outros (LVIC-S)
- a produção de cal dolomítica (isto é, uma mistura de óxido de cálcio e óxido de magnésio obtida mediante a quase completa descarbonatação da dolomite com um teor de carbono muito reduzido ($CaCO_3.MgCO_3$). O teor residual de CO_2 do produto é inferior a 0,25% e a densidade aparente é bastante inferior a $3,05 \text{ g/cm}^3$).
- fornos verticais para a produção de clínquer
- atividades não diretamente associadas à atividade principal, como, por exemplo, a exploração de pedreiras.

Outros documentos de referência relevantes para as atividades abrangidas pelas presentes conclusões MTD:

Documentos de referência	Atividade
Emissões resultantes do armazenamento (EFS)	Armazenagem e manuseamento de matérias-primas e de produtos
Princípios gerais de monitorização (MON)	Monitorização das emissões
Indústrias de tratamento de resíduos (WT)	Tratamento de resíduos
Eficiência energética (ENE)	Eficiência energética em geral
Efeitos económicos e conflitos ambientais (ECM)	Determinação dos custos e benefícios da implementação de MTD, visando a proteção do ambiente como um todo

As técnicas enumeradas e descritas nas presentes conclusões MTD não são vinculativas nem exaustivas. Poderão ser utilizadas outras técnicas, desde que garantam pelo menos um nível equivalente de proteção do ambiente.

As presentes conclusões MTD abrangem as instalações de coíncineração de resíduos, sem prejuízo do disposto no Capítulo IV e no anexo VI da Diretiva 2010/75/UE.

As presentes conclusões MTD abrangem a eficiência energética, sem prejuízo do disposto na nova Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho ⁽¹⁾, relativa à eficiência energética.

NOTA SOBRE O INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES

O intercâmbio de informações sobre as MTD relativas aos setores do cimento, da cal e do óxido de magnésio terminou em 2008. As informações então disponíveis, complementadas por informações adicionais sobre as emissões resultantes da produção de óxido de magnésio, foram utilizadas para elaborar as presentes conclusões MTD.

DEFINIÇÕES

Para efeitos das presentes conclusões MTD, entende-se por:

Termo/expressão utilizado/a	Definição
Nova instalação	Uma instalação construída no local após a publicação das presentes conclusões MTD ou uma reconstrução total de uma instalação sobre as fundações existentes no local após a publicação das presentes conclusões MTD.
Instalação existente	Uma instalação que não seja uma nova instalação.
Remodelação importante	Uma remodelação da instalação/forno que implique uma alteração substancial dos requisitos do forno ou da tecnologia, ou a substituição do forno
«Utilização de resíduos como matéria-prima e/ou combustível»	A expressão abrange a utilização de: <ul style="list-style-type: none"> — resíduos combustíveis com um poder calorífico significativo; e — resíduos sem poder calorífico significativo, mas com componentes minerais, utilizados como matérias-primas que contribuem para o produto intermédio designado clínquer; e — resíduos que têm um poder calorífico significativo e componentes minerais

Definição de determinados produtos

Designação utilizada	Definição
Cimentos brancos	Cimentos abrangidos pelo seguinte código PRODCOM 2007: 26.51.12.10 – Cimentos Portland brancos
Cimentos especiais	Cimentos especiais abrangidos pelos seguintes códigos PRODCOM 2007: <ul style="list-style-type: none"> — 26.51.12.50 – Cimentos aluminosos — 26.51.12.90 – Outros cimentos hidráulicos
Cal dolomítica ou cal dolomítica calcinada	Uma mistura de óxidos de cálcio e de magnésio obtida através da descarbonatação da dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), com um teor residual de CO_2 superior a 0,25% e uma densidade aparente do produto comercial muito inferior a $3,05 \text{ g/cm}^3$. O teor de MgO livre situa-se, normalmente, entre 25% e 40%.
Cal dolomítica sinterizada	Uma mistura de óxidos de cálcio e de magnésio exclusivamente utilizada na produção de tijolos refratários e outros produtos refratários, com uma densidade aparente mínima de $3,05 \text{ g/cm}^3$.

⁽¹⁾ JO L 315 de 14.11.2012, p. 1.

Definição de determinados poluentes atmosféricos:

Designação utilizada	Definição
NO _x , expressos como NO ₂	A soma de óxido de azoto (NO) e dióxido de azoto (NO ₂), expresso como NO ₂
SO _x , expressos como SO ₂	A soma de dióxido de enxofre (SO ₂) e trióxido de enxofre (SO ₃), expresso como SO ₂
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl	Todos os cloretos gasosos, expressos como HCl
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	Todos os fluoretos gasosos, expressos como HF

Abreviaturas

ASK	<i>Annular shaft kiln</i>
DBM	Magnesite calcinada a fundo (<i>dead burned magnesia</i>)
I-TEQ	Equivalente tóxico internacional
LRK	Forno rotativo longo
MFSK	Forno vertical de alimentação mista
OK	Outros fornos No caso da indústria da cal, incluem: — <i>double-inclined shaft kilns</i> — <i>multi-chamber shaft kilns</i> — <i>central burner shaft kilns</i> — <i>external chamber shaft kilns</i> — <i>beam burner shaft kilns</i> — <i>internal arch shaft kilns</i> — <i>travelling grate kilns</i> — « <i>top-shaped</i> » <i>kilns</i> — <i>flash calciner kilns</i> — <i>rotating hearth kilns</i>
OSK	Outros fornos de cuba (que não os fornos ASK e fornos verticais de alimentação mista (MFSK))
PCDD	Dibenzeno-p-dioxinas policloradas
PCDF	Dibenzofuranos policlorados
PFRK	Forno regenerativo de corrente paralela
PRK	Forno rotativo com pré-aquecedor

CONSIDERAÇÕES DE CARÁTER GERAL**Períodos de amostragem e condições de referência para as emissões atmosféricas**

Os valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis (VEA às MTD) indicados nas presentes conclusões MTD são considerados em condições normais: gases secos a uma temperatura de 273 °K e a uma pressão de 1 013 hPa.

Os valores apresentados para as concentrações são aplicáveis com as seguintes condições de referência:

Atividades		Condições de referência
Atividades associadas ao forno	Indústria de produção de cimento	10% de oxigénio em volume
	Indústria de produção de cal ⁽¹⁾	11% de oxigénio em volume
	Indústria de produção de óxido de magnésio (processo por via seca) ⁽²⁾	10% de oxigénio em volume
Atividades não associadas ao forno	Todos os processos	Sem correção de oxigénio
	Instalações de hidratação de cal	Emissões tal e qual (sem correção de oxigénio e gás seco)

⁽¹⁾ No caso da cal dolomítica sinterizada produzida por «double pass process», não é aplicável a correção do oxigénio.

⁽²⁾ No caso da «dead burned magnesia» (DBM) produzida pelo «double pass process», não é aplicável a correção do oxigénio.

Relativamente aos cálculos de médias nos períodos de amostragem, são aplicáveis as seguintes definições:

Valor médio diário	Valor médio num período de 24 horas, medido através da monitorização em contínuo das emissões
Valor médio ao longo do período de amostragem	Valor médio de medições pontuais (periódicas) de, pelo menos, 30 minutos cada, salvo indicação em contrário

Conversão para a concentração de oxigénio de referência

A fórmula para calcular a concentração das emissões a um nível de oxigénio de referência é a seguinte:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} * E_M$$

em que:

E_R (mg/Nm³): concentração das emissões referida ao nível de oxigénio de referência O_R

O_R (vol %): nível de oxigénio de referência

E_M (mg/Nm³): concentração das emissões referida ao nível de oxigénio medido O_M

O_M (vol %): nível de oxigénio medido.

CONCLUSÕES MTD

1.1 Conclusões MTD gerais

As MTD referidas na presente secção aplicam-se a todas as instalações abrangidas pelas presentes conclusões MTD (indústrias do cimento, da cal e do óxido de magnésio).

As MTD específicas de cada processo, constantes das secções 1.2 a 1.4, aplicam-se em complemento às MTD gerais mencionadas na presente secção.

1.1.1 Sistemas de gestão ambiental (SGA)

1. Para melhorar o desempenho ambiental global das unidades/instalações de produção de cimento, cal e óxido de magnésio, constitui MTD de produção a implementação e a adesão a um sistema de gestão ambiental (SGA) que incorpore todos os seguintes elementos:

- i. Compromisso da gestão, incluindo a gestão de topo;
- ii. Definição de uma política ambiental que inclua a melhoria contínua da instalação pelas chefias;

- iii. Planeamento e implementação dos procedimentos, objetivos e metas necessários, em conjunto com planeamento financeiro e investimento;
- iv. Implementação dos procedimentos, prestando particular atenção a:
 - a) estrutura e responsabilidade,
 - b) formação, sensibilização e competência,
 - c) comunicação,
 - d) envolvimento dos trabalhadores,
 - e) documentação,
 - f) controlo eficiente do processo,
 - g) programas de manutenção,
 - h) preparação e resposta a situações de emergência,
 - i) salvaguarda do cumprimento da legislação ambiental;
- v. Verificação do desempenho e implementação de ações corretivas, prestando particular atenção a:
 - a) monitorização e medição (ver também Documento de Referência sobre os Princípios Gerais de Monitorização),
 - b) ações corretivas e preventivas,
 - c) controlo dos registos,
 - d) auditoria independente (sempre que possível) interna e externa para determinar se o SGA cumpre ou não as medidas planeadas e se está a ser devidamente implementado e mantido;
- vi. Revisão do SGA pela gestão de topo quanto à aptidão, adequação e eficácia continuadas;
- vii. Acompanhamento do desenvolvimento de tecnologias mais limpas;
- viii. Tomada em consideração dos impactos ambientais decorrentes de uma eventual desativação da instalação na fase de conceção de uma nova instalação e ao longo da respetiva vida útil;
- ix. Aplicação regular de avaliações setoriais comparativas (*benchmarking*) setoriais.

Aplicabilidade

O âmbito (por exemplo, nível de detalhe) e a natureza do SGA (por exemplo, normalizado ou não normalizado) estão geralmente relacionados com a natureza, a escala e a complexidade da instalação e com a gama de impactos ambientais que esta possa ter.

1.1.2 Ruído

2. Para reduzir/minimizar as emissões de ruído durante os processos de fabrico do cimento, da cal e do óxido de magnésio, constitui MTD a utilização de uma combinação das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Selecionar uma localização adequada para as operações ruidosas
b	Encerrar as operações/unidades ruidosas

	Técnica
c	Recorrer ao isolamento das vibrações das operações/unidades
d	Utilizar revestimentos internos e externos com materiais que absorvam impactos
e	Utilizar edifícios insonorizados para confinar as operações ruidosas que envolvam equipamentos de transformação de materiais
f	Utilizar paredes e/ou barreiras naturais para proteção contra o ruído
g	Colocar silenciadores nas chaminés de exaustão
h	Isolar as condutas e sopradores situados em edifícios insonorizados
i	Manter fechadas as portas e janelas de áreas cobertas
j	Isolar acusticamente os edifícios onde existam equipamentos ruidosos
k	Isolar acusticamente as aberturas nas paredes, por exemplo, mediante a instalação de uma eclusa no ponto de entrada de um transportador de tela
l	Instalar absorvedores de ruído nas saídas de ar, por exemplo, na saída de gases limpos das unidades de despoejamento
m	Reduzir os caudais nas condutas
n	Usar isolamento acústico nas condutas
o	Utilizar um arranjo que dissocie as fontes de ruído dos componentes potencialmente ressonantes, por exemplo, os compressores das condutas
p	Utilizar silenciadores nos ventiladores dos filtros
q	Utilizar módulos insonorizados para os equipamentos (por exemplo, compressores)
r	Utilizar protetores de borracha no equipamento de moagem (evitando o contacto de metal com metal)
s	Construir edifícios ou plantar árvores e arbustos entre a zona protegida e a atividade ruidosa

1.2 Conclusões MTD para a indústria de produção de cimento

Salvo indicação em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações da indústria de produção de cimento.

1.2.1 Técnicas primárias gerais

3. Para reduzir as emissões do forno e utilizar eficientemente a energia, constitui MTD obter um processo regular e estabilizado do forno, operando próximo dos objetivos dos parâmetros de processo, utilizando as seguintes técnicas:

	Técnica
a	Otimizar o controlo do processo, incluindo o recurso a sistemas informatizados de controlo automático
b	Utilizar sistemas gravimétricos modernos de alimentação de combustíveis sólidos

4. Para prevenir e/ou reduzir as emissões, constituem MTD uma seleção e um controlo rigorosos de todas as substâncias introduzidas no forno.

Descrição

A seleção e o controlo rigorosos de todas as substâncias introduzidas no forno podem reduzir as emissões. A composição química das substâncias e a forma como são introduzidas nos fornos são fatores a ter em conta na seleção. As substâncias em causa podem incluir as referidas nas MTD 11 e nas MTD 24 a 28.

1.2.2 Monitorização

5. Constituem MTD a monitorização e a medição regulares dos parâmetros e emissões dos processos, e a monitorização das emissões em conformidade com as normas EN relevantes ou, na ausência dessas normas, com normas ISO ou outras normas nacionais ou internacionais que garantam a obtenção de dados de qualidade científica equivalente, incluindo as seguintes:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Medições em contínuo dos parâmetros dos processos suscetíveis de demonstrar a estabilidade dos mesmos, como a temperatura, o teor de O ₂ , a pressão e o caudal	Geralmente aplicável
b	Monitorização e estabilização de parâmetros críticos dos processos, a saber, mistura de matérias-primas e alimentação de combustível homogéneos, dosagem regular e excesso de oxigénio	Geralmente aplicável
c	Medição em contínuo das emissões de NH ₃ quando é praticada a redução não catalítica seletiva (RNCS-SNCR)	Geralmente aplicável
d	Medição em contínuo das emissões de partículas, NO _x , SO _x e CO	Aplicável a processos associados ao forno
e	Medições periódicas das emissões de PCDD/F e metais	
f	Medições em contínuo ou periódicas das emissões de HCl, HF e COT	
g	Medições em contínuo ou periódicas de partículas	Aplicável a atividades não associadas ao forno Para pequenas fontes (<10 000 Nm ³ /h) resultantes de operações geradoras de poeiras, com exceção dos processos de arrefecimento e dos principais processos de moagem, a frequência das medições ou das verificações do desempenho deve ser baseada num sistema de gestão da manutenção

Descrição

A escolha entre medições em contínuo e periódicas referida nas MTD 5, ponto f, é feita em função da fonte de emissão e do tipo de poluente esperado.

1.2.3 Consumo de energia e seleção de processos**1.2.3.1 Seleção de processos**

6. Para reduzir o consumo de energia, constitui MTD a utilização de fornos que utilizam o processo por via seca com pré-aquecedor de ciclones e pré-calcinador.

Descrição

Neste tipo de sistema de fornos, os efluentes gasosos e o calor residual recuperado do arrefecedor podem ser utilizados para pré-aquecer e pré-calcinar as matérias-primas antes da sua introdução no forno, o que permite uma poupança significativa em termos de consumo de energia.

Aplicabilidade

Aplicável às novas instalações e às instalações objeto de remodelação importante, em função do teor de humidade das matérias-primas.

Níveis de consumo de energia associados às MTD

Ver quadro 1.

Quadro 1

Níveis de consumo de energia associados às MTD em novas instalações e em instalações objeto de remodelação importante, utilizando processos de forno por via seca com pré-aquecimento de ciclones e pré-calcinador.

Processo	Unidade	Níveis de consumo de energia associados às MTD ⁽¹⁾
Processo por via seca com pré-aquecimento de ciclones e pré-calcinador	MJ/tonelada de clínquer	2 900 – 3 300 ⁽²⁾ ⁽³⁾

⁽¹⁾ Os níveis não se aplicam a instalações que produzem cimentos especiais ou clínquer branco que requerem temperaturas de processo substancialmente mais elevadas, devido às especificações do produto.

⁽²⁾ Em condições de funcionamento normais (exceto operações de arranque ou paragem) e otimizadas.

⁽³⁾ A capacidade de produção influencia o consumo de energia, com as instalações com maior capacidade a proporcionar poupanças de energia e as de menor capacidade a consumir mais energia. O consumo de energia depende igualmente do número de etapas do pré-aquecedor de ciclones: quanto maior o número de etapas do pré-aquecedor, menor o consumo de energia do processo de forno. O número adequado de etapas do pré-aquecedor de ciclones é determinado, principalmente, pelo teor de humidade das matérias-primas.

1.2.3.2 Consumo de energia

7. Para reduzir/minimizar o consumo de energia térmica, constitui MTD a utilização de uma combinação das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Utilizar sistemas de cozedura melhorados e otimizados e processo regular e estável, próximo dos parâmetros de processo dos parâmetros de processo definidos, mediante: I. Otimização do controlo dos processos, nomeadamente com recurso a sistemas informatizados de controlo automático II. Sistemas gravimétricos modernos de alimentação de combustível sólido III. Pré-aquecimento e pré-calцинаção, na medida do possível, tendo em conta a configuração do sistema de cozedura existente	Geralmente aplicável. Relativamente aos fornos existentes, a aplicabilidade do pré-aquecimento e da pré-calцинаção depende da configuração do sistema de cozedura
b	Recuperar o calor excedente dos fornos, em especial das zonas de arrefecimento. Nomeadamente, o calor excedente dos fornos proveniente da zona de arrefecimento (ar quente) ou do pré-aquecedor pode ser utilizado para a secagem de matérias-primas	Geralmente aplicável na indústria de produção de cimento A recuperação do calor excedente da zona de arrefecimento é aplicável quando são utilizados arrefecedores de grelha Pode ser obtida uma eficiência de recuperação limitada em arrefecedores rotativos
c	Utilizar o número de etapas do pré-aquecedor de ciclones adequado às características e propriedades das matérias-primas e combustíveis utilizados	Etapas de pré-aquecimento com ciclones são aplicáveis a novas instalações e a remodelações importantes
d	Utilizar combustíveis com características que tenham um impacto positivo no consumo de energia térmica	A técnica geralmente aplicável nos fornos, em função da disponibilidade de combustível, dependendo, nos fornos existentes, da viabilidade técnica de injetar o combustível no forno
e	Aquando da substituição de combustíveis convencionais por combustíveis alternativos, utilizar sistemas de cozedura otimizados e adequados para a queima de resíduos	Geralmente aplicável para todos os tipos de fornos
f	Minimizar os caudais de <i>bypass</i>	Geralmente aplicável na indústria de produção de cimento

Descrição

São vários os fatores que afetam o consumo de energia dos sistemas de cozedura modernos, como as características das matérias-primas (por exemplo, teor de humidade, aptidão à cozedura), a utilização de combustíveis com diferentes características, bem como a utilização de um sistema de *bypass* de gases. Além disso, a capacidade de produção dos fornos tem influência no consumo térmico.

Técnica 7c: o número adequado de etapas do pré-aquecedor de ciclones é determinado pelo débito e pelo teor de humidade das matérias-primas e dos combustíveis, que têm de ser secos pelo calor remanescente dos gases do forno, devido ao facto de o teor de humidade e a aptidão à cozedura das matérias-primas locais ser muito variável.

Técnica 7d: na indústria de produção de cimento podem ser utilizados combustíveis convencionais e alternativos. As características dos combustíveis utilizados, como um poder calorífico adequado e um baixo teor de humidade, influenciam positivamente o consumo térmico específico.

Técnica 7f: a remoção de farinha quente e dos gases quentes aumenta o consumo térmico específico em cerca de 6 – 12 MJ/tonelada de clínquer por ponto percentual de gases removidos da entrada do forno. Deste modo, a minimização da utilização do *bypass* de gases tem um efeito positivo no consumo de energia.

8. Para reduzir o consumo de energia primária, constitui MTD a redução do teor de clínquer no cimento e nos produtos com cimento.

Descrição

A redução do teor de clínquer do cimento e dos produtos com cimento pode ser obtida mediante a adição, na moagem, de outros materiais constituintes e/ou adições, como escórias de alto-forno, calcário, cinzas volantes e pozolana, em conformidade com as normas relevantes aplicáveis aos cimentos.

Aplicabilidade

Geralmente aplicável na indústria de produção de cimento, em função da disponibilidade (local) de outros materiais constituintes e/ou adições e das especificidades do mercado local.

9. Para reduzir o consumo de energia primária, constitui MTD o recurso à cogeração/produção combinada de calor e eletricidade.

Descrição

A utilização de unidades de cogeração para a produção de vapor e eletricidade ou de unidades de produção combinada de calor e eletricidade pode aplicar-se, na indústria de produção de cimento, recuperando o calor residual do arrefecedor de clínquer ou dos gases de exaustão dos fornos com recurso aos processos de ciclo de vapor convencionais ou a outras técnicas. Além disso, o calor em excesso pode ser recuperado do arrefecedor de clínquer ou dos gases de exaustão do forno para aquecimento urbano ou para aplicações industriais.

Aplicabilidade

A técnica é aplicável em todos os fornos, se estiver disponível calor excedente suficiente, se puderem ser satisfeitos os parâmetros de processo adequados e se a viabilidade económica estiver assegurada.

10. Para reduzir/minimizar o consumo de energia elétrica, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Utilizar sistemas de gestão de energia elétrica
b	Utilizar equipamentos de moagem e outros equipamentos elétricos com elevada eficiência energética
c	Utilizar sistemas de monitorização melhorados
d	Reduzir as entradas de ar falso para o sistema
e	Otimizar o controlo dos processos

1.2.4 Utilização de resíduos

1.2.4.1 Controlo da qualidade dos resíduos

11. Para assegurar as características dos resíduos a utilizar como combustíveis e/ou matérias-primas em fornos e reduzir as emissões, constitui MTD a aplicação das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Utilizar sistemas de garantia da qualidade para assegurar as características dos resíduos e analisar quaisquer resíduos que se pretenda utilizar como matéria-prima e/ou combustível no forno, no que respeita a: <ul style="list-style-type: none"> I. Constância da qualidade II. Critérios físicos, nomeadamente geração de emissões, granulometria, reatividade, aptidão à cozedura e poder calorífico III. Critérios químicos, nomeadamente teor de cloro, enxofre, álcalis e fosfatos e teor de metais relevantes
b	Controlar o número de parâmetros relevantes, no respeitante a quaisquer resíduos que se pretenda utilizar como matéria-prima e/ou combustível no forno, nomeadamente cloro, metais relevantes (por exemplo, cádmio, mercúrio, tálio), enxofre e teor de halogéneos total.
c	Aplicar sistemas de garantia da qualidade a cada carga de resíduos

Descrição

São vários os tipos de resíduos que podem substituir matérias-primas de base e/ou combustíveis fósseis no fabrico de cimento, contribuindo para salvaguardar os recursos naturais.

1.2.4.2 Alimentação de resíduos ao forno

12. Para assegurar o tratamento adequado dos resíduos utilizados como combustíveis e/ou matérias-primas no forno, constitui MTD a utilização das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Utilizar pontos adequados, em termos de temperatura e tempo de residência, para alimentar os resíduos ao forno em função das características e do funcionamento do forno
b	Alimentar os resíduos que contenham componentes orgânicos passíveis de volatilização antes da zona de calcinação nas zonas do sistema do sistema de cozedura com temperatura adequadamente elevada
c	Assegurar que os gases resultantes da coíncineração dos resíduos atinjam, de forma controlada e homogénea, mesmo nas condições menos favoráveis, uma temperatura de 850 °C durante 2 segundos
d	Aumentar a temperatura para 1 100 °C, no caso da coíncineração de resíduos perigosos com teor de substâncias orgânicas halogenadas, expresso em cloro, superior a 1%
e	Alimentar os resíduos de forma contínua e uniforme
f	Retardar ou suspender a coíncineração de resíduos nas operações de arranque e/ou paragem, se não for possível obter as temperaturas e os tempos de residência adequados, referidos nos pontos a-d acima mencionados

1.2.4.3 Gestão da segurança na utilização de resíduos perigosos

13. Constitui MTD a aplicação de sistemas de gestão da segurança para a armazenagem, manuseamento e alimentação de resíduos perigosos, nomeadamente por recurso a uma abordagem de risco compatível com a fonte e o tipo de resíduos, nas operações de rotulagem, controlo, amostragem e ensaio dos resíduos a manusear.

1.2.5 Emissões de partículas

1.2.5.1 Emissões difusas de partículas

14. Para minimizar/prevenir emissões difusas de partículas resultantes de operações que geram poeiras, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Utilizar uma configuração simples e linear para a instalação	Aplicável unicamente a novas instalações

	Técnica	Aplicabilidade
b	Isolar/circunscrever as operações que geram partículas, tais como a moagem, a crivagem e a mistura	Geralmente aplicável
c	Cobrir transportadores e elevadores, construídos como sistemas fechados, caso seja provável a emissão difusa de poeiras libertadas de material pulverulento	
d	Reduzir as fugas de ar e os pontos de derrame	
e	Utilizar dispositivos e sistemas de controlo automáticos	
f	Assegurar operações isentas de falhas	
g	Assegurar a manutenção adequada e completa da instalação, com recurso a sistemas de aspiração móveis e/ou centrais <ul style="list-style-type: none"> — Durante as operações de manutenção ou em caso de problemas com sistemas de transporte, pode ocorrer o derrame de materiais. Para prevenir a formação difusa de poeiras durante as operações de remoção, devem ser utilizados sistemas de vácuo. Os novos edifícios podem facilmente ser dotados de tubagens aspiração central, enquanto os sistemas aspiração móvel e as ligações flexíveis são mais adequados para edifícios existentes — Em determinados casos, para sistemas de transporte pneumático, pode ser adequado um processo de circulação. 	
h	Aspirar e captar partículas em filtros de mangas: <ul style="list-style-type: none"> — Na medida do possível, os materiais devem ser manuseados em sistemas fechados, mantidos em depressão. O ar aspirado para este efeito é despoeirado através de um filtro de mangas antes de voltar a ser libertado para a atmosfera 	
i	Utilizar armazéns fechados, com sistemas de manuseamento automático: <ul style="list-style-type: none"> — Silos de clínquer e zonas fechadas e completamente automatizadas de armazenagem de matérias-primas são considerados a solução mais eficaz para o problema das emissões difusas de partículas geradas por grandes volumes de existências. Estes tipos de armazéns estão equipados com um ou diversos filtros de mangas, a fim de evitar a dispersão de poeiras durante as operações de carga e descarga — Utilizar silos de armazenagem com capacidades adequadas, indicadores de nível com interruptores de corte e com filtros para tratar o ar onde estão suspensas as poeiras libertadas durante as operações de enchimento. 	
j	Nos processos de expedição e carregamento, utilizar mangas de enchimento flexíveis, dotadas de um sistema de extração de partículas orientado para a plataforma de carga do camião	

15. Para minimizar/prevenir emissões difusas de poeiras provenientes de zonas de armazenagem a granel, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Cobrir as zonas de armazenagem a granel ou as pilhas de materiais, ou isolá-las com telas, muros ou uma vedação composta por vegetação vertical (barreiras artificiais ou naturais para proteger do vento as pilhas de materiais a céu aberto)
b	Proteger do vento as pilhas de materiais a céu aberto: <ul style="list-style-type: none"> — Deve evitar-se armazenar pilhas de materiais pulverulentos a céu aberto; no entanto, se estas existirem, é possível reduzir as emissões difusas de partículas com recurso a barreiras de proteção contra o vento bem concebidas
c	Utilizar aspersores de água e supressores químicos de partículas: <ul style="list-style-type: none"> — Se o ponto de origem das emissões difusas de partículas estiver bem localizado, pode ser instalado um sistema de aspersão de água. A humedificação das partículas facilita a sua aglomeração e, por conseguinte, contribui para o seu assentamento. Existe ainda uma grande variedade de agentes que melhoram a eficácia global da aspersão de água

	Técnica
d	Assegurar a pavimentação, o humedecimento dos acessos e a limpeza: <ul style="list-style-type: none"> — As zonas utilizadas por camiões devem, sempre que possível, estar pavimentadas e a sua superfície deve estar tão limpa quanto possível. O humedecimento dos acessos pode reduzir as emissões difusas de partículas, em especial com tempo seco. Os acessos podem igualmente ser limpos com vassouras mecânicas. Devem ser utilizadas boas práticas de limpeza, para limitar ao máximo as emissões difusas de partículas
e	Assegurar a humedificação das pilhas de materiais: <ul style="list-style-type: none"> — As emissões difusas de partículas em pilhas de materiais podem ser reduzidas mediante uma humedificação suficiente dos pontos de carga e descarga e a utilização de transportadores de tela de altura ajustável
f	Sempre que não seja possível prevenir emissões difusas de partículas nos pontos de carga e descarga dos locais de armazenagem, ajustar a altura e descarga à altura da pilha, automaticamente, se possível, ou reduzir a velocidade de descarga

1.2.5.2 Emissões de partículas de fontes de emissão secundárias

O presente ponto aborda as emissões de partículas resultantes de operações em que se formam partículas, com exceção dos processos de cozedura e de arrefecimento, bem como dos principais processos de moagem. Abrange processos como a trituração, britagem, transportadores e elevadores de matérias-primas, a armazenagem de matérias-primas, clínquer e cimento, armazenagem de combustíveis e a expedição de cimento.

16. Para reduzir as emissões de partículas de fontes secundárias, constitui MTD a aplicação de um sistema de gestão da manutenção que incida particularmente no desempenho dos filtros utilizados nas operações que geram partículas, com exceção dos processos de cozedura e de arrefecimento, e dos principais processos de moagem. Tendo em conta este sistema de gestão, constitui MTD o despoeiramento por via seca dos efluentes gasosos com um filtro.

Descrição

No caso das operações que geram partículas, o despoeiramento por via seca dos efluentes gasosos é feito, normalmente, com um filtro de mangas. No ponto 1.5.1 é apresentada uma descrição dos filtros de mangas.

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD para as emissões confinadas de partículas resultantes de operações que geram partículas (com exceção das resultantes dos processos de cozedura e de arrefecimento, bem como dos principais processos de moagem) são inferiores a 10 mg/Nm³ (valor médio ao longo do período de amostragem - medição pontual durante, pelo menos, meia hora).

Importa salientar que, no caso das pequenas fontes (<10 000 Nm³/h), deve ser tida em conta a adoção de uma abordagem por prioridades, baseada no sistema de gestão da manutenção, relativamente à frequência de verificação do desempenho do filtro (ver MTD 5).

1.2.5.3 Emissões de partículas provenientes dos processos de cozedura

17. Para reduzir as emissões de partículas dos efluentes gasosos dos processos de cozedura, constitui MTD o despoeiramento por via seca dos efluentes gasosos com um filtro

	Técnica (1)	Aplicabilidade
a	Eletrofiltros	Aplicável a todos os sistemas de fornos
b	Filtros de mangas	
c	Filtros híbridos	

(1) No ponto 1.5.1 é apresentada uma descrição das técnicas.

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD para emissões de partículas dos efluentes gasosos dos processos de cozedura são inferiores a 10 – 20 mg/Nm³ (valor médio diário). Quando são utilizados filtros de mangas ou eletrofiltros novos ou melhorados é possível obter valores da ordem de grandeza do nível inferior da gama.

1.2.5.4 Emissões de partículas provenientes dos processos de arrefecimento e de moagem

18. Para reduzir as emissões de partículas dos efluentes gasosos dos processos de arrefecimento e de moagem, constitui MTD o despoeiramento por via seca dos efluentes com um filtro

	Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
a	Eletrofiltros	Geralmente aplicável a arrefecedores de clínquer e a moinhos de cimento
b	Filtros de mangas	Geralmente aplicável a arrefecedores e a moinhos
c	Filtros híbridos	Aplicáveis a arrefecedores de clínquer e a moinhos de cimento

⁽¹⁾ No ponto 1.5.1 é apresentada uma descrição das técnicas.

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD para emissões de partículas dos efluentes gasosos dos processos de arrefecimento e de moagem são inferiores a 10-20 mg/Nm³ (valor médio diário ou média no período de amostragem – medições pontuais durante, pelo menos, meia hora). Quando são utilizados filtros de mangas ou eletrofiltros novos ou melhorados é possível obter valores da ordem de grandeza do nível inferior da gama.

1.2.6 Compostos gasosos

1.2.6.1 Emissões de NO_x

19. Para reduzir as emissões de NO_x dos efluentes gasosos dos processos de cozedura e/ou de pré-aquecimento/pré-calcinação, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
a	Técnicas primárias	
	I. Arrefecimento de chama	Aplicável a todos os tipos de fornos utilizados no fabrico de cimento. O grau de aplicabilidade pode ser limitado pelos requisitos de qualidade dos produtos e pelo potencial impacto na estabilidade dos processos
	II. Queimadores de baixo NO _x	Aplicável a todos os fornos rotativos, quer no forno principal quer no pré-calcinador
	III. Mid-kiln firing	Geralmente aplicável a fornos rotativos longos
	IV. Adição de mineralizadores para melhorar a aptidão à cozedura do cru (clínquer mineralizado)	Geralmente aplicável a fornos rotativos, dependendo dos requisitos de qualidade do produto final
	V. Otimização de processos	Geralmente aplicável a todos os fornos
b	Combustão por etapas (combustíveis convencionais ou alternativos), também em conjugação com um pré-calcinador, e utilização de uma mistura de combustíveis otimizada	De um modo geral, apenas pode ser aplicada em fornos equipados com pré-calcinador. São necessárias alterações substanciais das instalações em sistemas de pré-aquecedor de ciclones, sem pré-calcinador. Em fornos sem pré-calcinador, a queima de combustíveis de elevado volume unitário pode ter um efeito positivo na redução dos NO _x , que depende da capacidade de criar uma atmosfera redutora controlada e de controlar as emissões de CO inerentes
c	Redução não catalítica seletiva (SNCR)	Em princípio, aplicável a fornos rotativos. As zonas de injeção variam em função do tipo de processos de forno. Em fornos longos por via húmida e por via seca, pode ser difícil obter a temperatura e o tempo de retenção necessários. Ver igualmente MTD 20.
d	Redução catalítica seletiva (SCR)	A aplicabilidade é função do desenvolvimento de catalisadores e processos adequados para a indústria do cimento

⁽¹⁾ No ponto 1.5.2 é apresentada uma descrição das técnicas.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 2.

Quadro 2

Valores de emissão associados às MTD para NO_x dos efluentes gasosos dos processos de cozedura e/ou de pré-aquecimento/pré-calcinação na indústria do cimento

Tipo de forno	Unidade	Valor de emissão associado às MTD (valor médio diário)
Fornos com pré-aquecedores	mg/Nm ³	<200 – 450 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
Fornos Lepol e fornos rotativos longos	mg/Nm ³	400 – 800 ⁽³⁾

⁽¹⁾ O nível superior da gama de valores associados às MTD é 500 mg/Nm³, se o nível inicial de NO_x após aplicação das técnicas primárias for superior a 1 000 mg/Nm³.

⁽²⁾ As características do sistema de cozedura existente, as propriedades da mistura de combustíveis, incluindo os resíduos, e a aptidão à cozedura das matérias-primas (por exemplo, clínquer para cimentos especiais ou cimento branco) podem influenciar a capacidade de os valores se situarem dentro da gama. Os níveis inferiores a 350 mg/Nm³ são atingidos em fornos com condições favoráveis e quando recorrem à SNCR. Em 2008, o valor mais baixo de 200 mg/Nm³ foi reportado como média mensal em três instalações (com utilização de uma mistura de elevada aptidão à cozedura) que utilizaram a SNCR.

⁽³⁾ Em função dos níveis iniciais e do escape adicional de NH₃.

20. Quando é utilizada a SNCR, constitui MTD a obtenção de uma redução eficiente dos NO_x, mantendo o escape adicional de NH₃ ao nível mais baixo possível, com recurso à seguinte técnica:

	Técnica
a	Obter uma eficiência de redução dos NO _x adequada e suficiente, mantendo a estabilidade do processo.
b	Utilizar uma boa distribuição estequiométrica da amónia, a fim de obter a máxima eficiência na redução dos NO _x e de reduzir o escape adicional de NH ₃ .
c	Manter o escape adicional de NH ₃ (resultante da amónia que não reagiu) nos efluentes gasosos a níveis tão baixos quanto possível, tendo em conta a correlação entre a eficiência da redução de NO _x e o escape adicional de NH ₃ .

Aplicabilidade

A SNCR é geralmente aplicável a fornos rotativos. As zonas de injeção variam em função do tipo de processo de cozedura. Em fornos longos que utilizam processos por via húmida e por via seca, pode ser difícil obter a temperatura e o tempo de retenção necessários. Ver igualmente MTD 19.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 3.

Quadro 3

Valores de emissão associados às MTD para o escape adicional de NH₃ dos efluentes gasosos, em caso de aplicação da SNCR

Parâmetro	Unidade	Valor de emissão associado às MTD (valor médio diário)
Escape adicional de NH ₃	mg/Nm ³	<30 – 50 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ O escape adicional de NH₃ depende do nível inicial do NO_x e da eficácia de redução do mesmo. No caso dos fornos Lepol e dos fornos rotativos longos, o nível pode ser ainda mais elevado.

1.2.6.2 Emissões de SO_x

21. Para reduzir/minimizar as emissões de SO_x dos efluentes gasosos dos processos de cozedura e/ou dos processos de pré-aquecimento/pré-calcinação, constitui MTD a utilização de uma das seguintes técnicas:

	Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
a	Adição de absorventes	Em princípio, a adição de absorventes é aplicável a todos os sistemas de fornos, embora seja utilizada principalmente em pré-aquecedores de ciclones. A adição de cal à alimentação do forno reduz a qualidade dos grânulos/nódulos e ocasiona problemas de escoamento nos fornos Lepol. No que respeita aos fornos com pré-aquecedor, verificou-se que a injeção direta de cal apagada nos efluentes gasosos é menos eficaz do que a adição de cal apagada à alimentação do forno
b	Lavagem dos gases por via húmida	Aplicável a todos os tipos de fornos com níveis de SO ₂ adequados (suficientes) à produção do gesso

⁽¹⁾ No ponto 1.5.3 é apresentada uma descrição das técnicas.

Descrição

Em função das matérias-primas e da qualidade do combustível, é possível manter os níveis das emissões de SO_x baixos, sem necessidade de recorrer a uma técnica de redução.

Se necessário, podem ser utilizadas técnicas primárias e/ou técnicas de redução, como a adição de absorventes ou a lavagem dos gases por via húmida, para reduzir as emissões de SO_x.

A lavagem dos gases por via húmida já foi utilizada em instalações com níveis iniciais – não tratados – de SO_x superiores a 800-1 000 mg/Nm³.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 4.

Quadro 4

Valores de emissão associados às MTD para SO_x dos efluentes gasosos dos processos de cozedura e/ou dos processos de pré-aquecimento/pré-calcinação na indústria do cimento

Parâmetro	Unidade	Valores de emissão associados às MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (valor médio diário)
SO _x , expressos como SO ₂	mg/Nm ³	<50 – 400

⁽¹⁾ A gama tem em conta o teor de enxofre das matérias-primas.

⁽²⁾ Relativamente à produção de clínquer para cimentos especiais e cimento branco, a capacidade de o clínquer reter enxofre dos combustíveis pode ser significativamente mais baixa, dando origem a emissões de SO_x mais elevadas.

22. Para reduzir as emissões de SO₂ dos fornos, constitui MTD a otimização dos processos de moagem de cru

Descrição

A técnica consiste em otimizar o processo de moagem de cru, de modo a que o moinho de cru possa ser utilizado para reduzir as emissões de SO₂ no forno. Para tal, é necessário ajustar fatores como:

- o teor de humidade das matérias-primas
- a temperatura do moinho
- o tempo de retenção no moinho
- a granulometria das matérias moídas.

Aplicabilidade

É aplicável se o processo de moagem de cru a seco for utilizado em marcha composta com o forno.

1.2.6.3 Emissões de CO e disparos por CO

1.2.6.3.1 Redução dos disparos por CO

23. Na utilização de eletrofiltros ou filtros híbridos, para minimizar a frequência dos disparos por CO e limitar a sua duração total a 30 minutos anuais, constitui MTD a utilização da combinação das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Gerir os disparos por CO, a fim de reduzir o período de paragem dos eletrofiltros
b	Medir contínua e automaticamente o CO, com recurso a equipamento de monitorização situado perto da fonte de CO e com um tempo de resposta curto

Descrição

Por razões de segurança, devido ao risco de explosão, os eletrofiltros têm de ser desligados quando os níveis de CO nos efluentes gasosos forem elevados. As técnicas seguintes evitam os disparos por CO, reduzindo os períodos de paragem dos eletrofiltros:

- controlo do processo de combustão
- controlo da carga orgânica das matérias-primas
- controlo da qualidade dos combustíveis e do sistema de alimentação do combustível.

As perturbações ocorrem, predominantemente, na fase de arranque da operação. Por razões de segurança das operações, os analisadores de gás para proteção dos eletrofiltros devem estar a funcionar durante todas as fases operacionais, podendo o tempo de paragem dos eletrofiltros ser reduzido mantendo em funcionamento um sistema de monitorização redundante.

O tempo de resposta do sistema de monitorização contínua do CO deve ser otimizado e este deve ser instalado perto da fonte de CO, por exemplo à saída do pré-aquecedor ou na entrada do forno, no caso de processos por via húmida.

Se forem utilizados filtros híbridos, recomenda-se a ligação à terra das gaiolas de suporte das mangas (ligação equipotencial com a placa de suporte das mangas).

1.2.6.4 Emissões de carbono orgânico total (COT)

24. Para manter a um nível baixo de emissões de carbono orgânico total dos efluentes gasosos dos processos de cozedura, constitui MTD evitar a alimentação de matérias-primas com elevado teor de compostos orgânicos voláteis.

1.2.6.5 Emissões de cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF)

25. Para reduzir/prevenir as emissões de HCl dos efluentes gasosos dos processos de cozedura, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas primárias:

	Técnica
a	Utilizar matérias-primas e combustíveis com baixo teor de cloro
b	Limitar o teor de cloro de quaisquer resíduos que se pretenda utilizar como matéria-prima e/ou combustível no forno

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão de HCl associados às MTD são inferiores a 10 mg/Nm³ (valor médio diário ou valor médio ao longo do período de amostragem – medições pontuais durante, pelo menos, meia hora).

26. Para prevenir/reduzir as emissões de HF dos efluentes gasosos dos processos de cozedura, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas primárias:

	Técnica
a	Utilizar matérias-primas e combustíveis com baixo teor de flúor
b	Limitar o teor de flúor de quaisquer resíduos que se pretenda utilizar como matéria-prima e/ou combustível no forno

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão de HF associados às MTD são inferiores a 1 mg/Nm³ (valor médio diário ou média do período de amostragem – medições pontuais durante, pelo menos, meia hora).

1.2.7 Emissões de PCDD/F

27. Para prevenir as emissões de PCDD/F ou para manter um nível baixo de emissões de PCDD/F dos efluentes gasosos dos processos de cozedura, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Selecionar e controlar rigorosamente os materiais introduzidos no forno (matérias-primas), ou seja, cloro, cobre e compostos orgânicos voláteis	Geralmente aplicável
b	Selecionar e controlar rigorosamente os materiais introduzidos no forno (combustíveis), ou seja, cloro e cobre	Geralmente aplicável
c	Limitar/evitar a utilização de resíduos que contenham matérias orgânicas cloradas	Geralmente aplicável
d	Evitar a utilização de combustíveis com um elevado teor de halogéneos (por exemplo, cloro) na queima secundária	Geralmente aplicável
e	Arrefecer rapidamente os efluentes gasosos dos fornos para temperaturas inferiores a 200 °C e minimizar o tempo de residência dos efluentes gasosos e a quantidade de oxigénio em zonas com temperaturas compreendidas entre os 300 e os 450 °C	Aplicável em fornos longos que utilizam os processos por via húmida e por via seca sem pré-aquecimento. Esta característica já se encontra disponível nos fornos modernos com pré-aquecedor e pré-calcinador
f	Suspender a coincineração de resíduos nas operações de arranque e/ou paragem	Geralmente aplicável

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD para as emissões de PCDD/F dos efluentes gasosos dos processos de cozedura são inferiores a 0,05–0,1 ng PCDD/F I-TEQ/Nm³ (valor médio ao longo do período de amostragem - 6 a 8 horas).

1.2.8 Emissões de metais

28. Para minimizar as emissões de metais dos efluentes gasosos dos processos de cozedura, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Selecionar materiais com baixo teor de metais relevantes e limitar o teor de metais relevantes nos materiais, em especial de mercúrio
b	Utilizar um sistema de garantia da qualidade para assegurar as características dos resíduos utilizados
c	Utilizar técnicas eficazes de remoção de partículas, enunciadas nas MTD 17

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 5.

Quadro 5

Valores de emissão associados às MTD para metais dos efluentes gasosos dos processos de cozedura

Metal	Unidade	Valor de emissão associado às MTD (valor médio ao longo do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora])
Hg	mg/Nm ³	<0,05 ⁽²⁾
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	<0,05 ⁽¹⁾
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	<0,5 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Foram reportados níveis baixos com base na qualidade das matérias-primas e dos combustíveis.

⁽²⁾ Foram reportados níveis baixos com base na qualidade das matérias-primas e dos combustíveis. Os valores superiores a 0,03 mg/Nm³ devem ser objeto de investigação adicional. Os valores próximos de 0,05 mg/Nm³ requerem que sejam consideradas técnicas adicionais (por exemplo, a diminuição da temperatura dos efluentes gasosos, carvão ativado).

1.2.9 *Perdas/resíduos dos processos*

29. Para reduzir os resíduos sólidos do processo de fabrico do cimento e poupar matérias-primas, constitui MTD:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Reutilizar, sempre que possível, as partículas recolhidas no processo	Geralmente aplicável, subordinada à composição química das partículas
b	Utilizar, sempre que possível, estas partículas noutros produtos comerciais	O controlo da utilização das partículas noutros produtos comerciais pode não depender do operador

Descrição

As partículas recolhidas podem, sempre que exequível, ser recicladas nos processos de produção. Esta reciclagem pode ser efetuada diretamente nos fornos ou na alimentação dos fornos (sendo o fator condicionante o teor de metais alcalinos) ou mediante a mistura das partículas a reciclar com o cimento produzido. No caso das partículas recolhidas serem recicladas nos processos de produção, pode ser necessário um procedimento de garantia da qualidade. Podem ser encontradas utilizações alternativas para materiais que não possam ser reciclados (por exemplo, como aditivos para dessulfuração dos efluentes gasosos em instalações de combustão).

1.3 Conclusões MTD para a indústria de produção de cal

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações do setor da cal.

1.3.1 *Técnicas primárias gerais*

30. Para reduzir todas as emissões dos fornos e para utilizar eficientemente a energia, constitui MTD assegurar um processo regular e estável, com parâmetros próximos dos estabelecidos, com recurso às seguintes técnicas:

	Técnica
a	Otimização do controlo dos processos, nomeadamente através de sistemas informatizados de controlo automático
b	Utilização de sistemas gravimétricos modernos de alimentação de combustível sólido e/ou de medidores do fluxo de gases

Aplicabilidade

A otimização do controlo dos processos é aplicável, em diferentes graus, a todas as instalações de produção de cal. Normalmente, não é possível assegurar a completa automatização dos processos, devido a variáveis incontroláveis, nomeadamente à qualidade do calcário.

31. Para prevenir e/ou reduzir as emissões, constitui MTD a seleção e controlo rigorosos das matérias-primas introduzidas nos fornos.

Descrição

As matérias-primas introduzidas nos fornos têm um impacto significativo nas emissões atmosféricas devido ao seu teor de impurezas, pelo que uma seleção rigorosa das matérias-primas pode reduzir estas emissões na fonte. Por exemplo, as variações dos teores de enxofre e cloro no calcário/dolomite têm impacto na gama de emissões de SO₂ e HCl nos efluentes gasosos, enquanto a presença de matéria orgânica influencia as emissões de carbono orgânico total e de monóxido de carbono.

Aplicabilidade

A aplicabilidade depende da disponibilidade (local) de matérias-primas com baixo teor de impurezas. O tipo de produto final e o tipo de forno utilizado podem constituir uma condicionante adicional.

1.3.2 Monitorização

32. Constitui MTD assegurar a monitorização e a determinação regulares dos parâmetros e das emissões dos processos e a monitorização das emissões em conformidade com as normas EN pertinentes ou, na falta dessas normas, com as normas ISO ou com normas nacionais ou internacionais que garantam dados de qualidade científica equivalente, incluindo as seguintes:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Medições em contínuo dos parâmetros dos processos suscetíveis de demonstrar a sua estabilidade, como a temperatura, o teor de O ₂ , a pressão, o caudal e as emissões de monóxido de carbono	Aplicável a atividades associadas ao forno
b	Monitorização e estabilização de parâmetros críticos do processo, a saber, alimentação de combustível, dosagem normal e excesso de oxigénio	
c	Medições em contínuo ou periódicas das emissões de partículas, NO _x , SO _x e CO, bem como das emissões de NH ₃ quando é aplicada a SNCR	Aplicável a atividades associadas ao forno
d	Medições em contínuo ou periódicas das emissões de HCl e HF, em caso de coíncineração de resíduos	Aplicável a atividades associadas ao forno
e	Medições em contínuo ou periódicas das emissões de carbono orgânico total, ou medições em contínuo em caso de coíncineração de resíduos	Aplicável a atividades associadas ao forno
f	Medições periódicas das emissões de dibenzodioxinas/dibenzofuranos policlorados (PCDD/F) e de metais	Aplicável a atividades associadas ao forno
g	Medições em contínuo ou periódicas das emissões de partículas	Aplicável a atividades associadas ao forno Para pequenas fontes (<10 000 Nm ³ /h), a frequência das medições ou das verificações do desempenho deve ser baseada num sistema de gestão da manutenção

Descrição

A escolha entre medições em contínuo e periódicas referida nas MTD 32, pontos c-f, é feita em função da fonte de emissão e do tipo de poluente esperado.

Para as medições periódicas das emissões de partículas, NO_x, SO_x e CO, refere-se, a título indicativo, uma frequência mensal a anual, em condições normais de funcionamento.

As medições periódicas de PCDD/F, TOC, HCl, HF e metais, devem ser efetuadas com uma frequência adequada às matérias-primas e aos combustíveis utilizados nos processos.

1.3.3 Consumo de energia

33. Para reduzir/minimizar o consumo de energia térmica, é MTD a utilização de uma combinação das seguintes técnicas:

	Técnica	Descrição	Aplicabilidade
a	<p>Utilizar fornos melhorados e otimizados e parâmetros de processo regulares e estáveis, próximos dos parâmetros de processo definidos:</p> <p>I. Otimização do controlo dos processos</p> <p>II. Recuperação de calor dos efluentes gasosos (por exemplo, utilização do calor excedente dos fornos rotativos para secar calcário para outros processos, como a moagem do calcário)</p> <p>III. Sistemas gravimétricos modernos de alimentação de combustível sólido</p> <p>IV. Manutenção do equipamento (por exemplo, estanquidade ao ar, erosão de refratários)</p> <p>V. Utilização de pedra com granulometria otimizada</p>	<p>A manutenção dos parâmetros de controlo dos fornos próximos dos valores ótimos reduz todos os parâmetros de consumo, graças, nomeadamente, à redução do número de paragens e de perturbações.</p> <p>A utilização de pedra com granulometria otimizada está dependente da disponibilidade de matérias-primas.</p>	A técnica a.II é aplicável unicamente a fornos rotativos longos (LRK)
b	Utilizar combustíveis com características que tenham um impacto positivo no consumo de energia térmica	As características dos combustíveis utilizados, como um poder calorífico elevado e um baixo teor de humidade, podem ter um impacto positivo no consumo específico de energia térmica.	A aplicabilidade depende da possibilidade técnica de alimentar o forno com o combustível escolhido e da disponibilidade de combustíveis adequados (nomeadamente com um poder calorífico elevado e um baixo teor de humidade), que pode ser influenciada pelas políticas energéticas dos Estados-Membros
c	Limitação do ar de em excesso	<p>A redução do ar em excesso utilizado na combustão tem um impacto direto no consumo de combustível uma vez que, quanto maior for a percentagem de ar maior a quantidade de energia térmica necessária para aquecer o volume de ar em excesso.</p> <p>A limitação do ar em excesso apenas tem impacto no consumo de energia térmica nos fornos rotativos longos (LRK) e nos fornos rotativos com pré-aquecedor (PRK).</p> <p>Esta técnica pode conduzir ao aumento das emissões de carbono orgânico total (TOC) e de monóxido de carbono (CO).</p>	Aplicável aos fornos rotativos longos (LRK) e aos fornos rotativos com pré-aquecedor (PRK), dentro dos limites de um potencial sobre-aquecimento de algumas zonas do forno, com a consequente deterioração do tempo de vida do refratário

Níveis de consumo associados às MTD

Ver quadro 6.

Quadro 6

Níveis de consumo de energia térmica associados às MTD na indústria de produção de cal e cal dolomítica

Tipo de forno	Consumo de energia térmica (1) GJ/tonelada produto
Fornos rotativos longos (LRK)	6,0 – 9,2
Fornos rotativos com pré-aquecedor (PRK)	5,1 – 7,8
Fornos regenerativos de corrente paralela (PFRK)	3,2 – 4,2
Fornos de cuba anulares (ASK)	3,3 – 4,9

Tipo de forno	Consumo de energia térmica ⁽¹⁾ GJ/tonelada produto
Fornos de cuba de alimentação mista (MFSK)	3,4 – 4,7
Outros fornos (OK)	3,5 – 7,0

⁽¹⁾ O consumo de energia depende do tipo e da qualidade do produto, das condições do processo e das matérias-primas.

34. Para minimizar o consumo de energia elétrica, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Utilizar sistemas de gestão do consumo de energia
b	Utilizar calcário com granulometria otimizada
c	Utilizar equipamentos de moagem e outros equipamentos elétricos com elevada eficiência energética

Descrição – Técnica (b)

Em princípio, os fornos verticais apenas queimam fragmentos grosseiros de calcário. Contudo, os fornos rotativos, com um consumo de energia mais elevado, podem igualmente valorizar pequenos fragmentos, enquanto os novos fornos verticais conseguem queimar pequenos grãos, desde que tenham mais de 10 mm. Os fragmentos maiores são mais utilizados para alimentar fornos verticais do que para alimentar fornos rotativos.

1.3.4 Consumo de calcário

35. Para minimizar o consumo de calcário, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Extrair e triturar o calcário tendo em conta a sua utilização específica (qualidade, granulometria)	Geralmente aplicável na indústria de produção de cal; contudo, o tratamento da pedra depende da qualidade do calcário
b	Selecionar fornos que utilizem técnicas otimizadas que permitam o seu funcionamento com calcário de diferentes granulometrias, de modo a permitir a máxima utilização do calcário extraído	Aplicável a novas instalações e a remodelações importantes dos fornos Em princípio, os fornos verticais apenas queimam fragmentos grosseiros de calcário. Os fornos regenerativos de corrente paralela (PFRK) e/ou os fornos rotativos podem funcionar com grãos de calcário de menor dimensão

1.3.5 Seleção de combustíveis

36. Para prevenir/reduzir as emissões, constitui MTD a seleção e controlo rigorosos dos combustíveis utilizados no forno.

Descrição

Os combustíveis utilizados nos fornos podem ter um impacto significativo nas emissões atmosféricas devido ao seu teor de impurezas. O teor de enxofre (em especial no caso dos fornos rotativos longos), azoto e cloro têm impacto na gama de emissões de SO_x, NO_x e HCl nos efluentes gasosos. Consoante a composição química do combustível e do tipo de forno utilizado, a escolha dos combustíveis ou da mistura de combustíveis adequados pode reduzir as emissões.

Aplicabilidade

À exceção dos fornos de cuba de alimentação mista (MFSK), todos os tipos de fornos podem funcionar com todos os tipos e misturas de combustíveis, cuja disponibilidade pode ser afetada pelas políticas energéticas dos Estados-Membros. A escolha dos combustíveis depende também da qualidade pretendida para o produto final, da exequibilidade técnica da alimentação do forno com o combustível escolhido e de considerações de ordem económica.

1.3.5.1 Utilização de combustíveis residuais

1.3.5.1.1 Controlo da qualidade dos resíduos

37. Para assegurar as características dos resíduos a utilizar como combustível no forno, constitui MTD a aplicação das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Utilizar sistemas de garantia da qualidade para assegurar e controlar as características dos resíduos e analisar quaisquer resíduos que se pretenda utilizar como combustíveis no forno, no que respeita a: <ul style="list-style-type: none"> I. Constância da qualidade II. Critérios físicos, nomeadamente geração de emissões, granulometria, reatividade, combustibilidade e poder calorífico III. Critérios químicos, nomeadamente teor de cloro total, enxofre, álcalis e fosfatos e teor de metais relevantes (por exemplo, cromo total, chumbo, cádmio, mercúrio e tálio)
b	Controlar a quantidade de parâmetros relevantes em quaisquer resíduos que se pretenda utilizar como combustíveis, nomeadamente o teor de halogéneos totais, metais (por exemplo, cromo, chumbo, cádmio, mercúrio e tálio totais) e enxofre

1.3.5.1.2 Utilização de resíduos

38. Para prevenir/reduzir emissões resultantes da alimentação dos fornos com combustíveis provenientes de resíduos, constitui MTD a utilização das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Utilizar queimadores adequados ao tipo de resíduos, em função das características e do funcionamento do forno
b	Assegurar que os gases resultantes da incineração dos resíduos atinjam, de forma controlada e homogénea, mesmo nas condições menos favoráveis, uma temperatura de 850 °C durante 2 segundos
c	Aumentar a temperatura para 1 100 °C, no caso da coincineração de resíduos perigosos com teor de substâncias orgânicas halogenadas, expresso em cloro, superior a 1%
d	Alimentar os resíduos de forma contínua e constante
e	Retardar ou suspender a coincineração de resíduos durante as operações de arranque e/ou paragem, se não for possível obter temperaturas e tempos de residência adequados, referidos nos pontos b) e c) <i>supra</i> .

1.3.5.1.3 Gestão da segurança na utilização de resíduos perigosos

39. Para prevenir emissões acidentais, constitui MTD a utilização de sistemas de gestão da segurança na armazenagem, manuseamento e alimentação de resíduos perigosos ao forno.

Descrição

A aplicação de sistemas de gestão da segurança para a armazenagem, manuseamento e alimentação de resíduos perigosos, nomeadamente por recurso a uma abordagem de risco compatível com a fonte e o tipo de resíduos, nas operações de rotulagem, controlo, amostragem e ensaio dos resíduos a manusear.

1.3.6 Emissões de partículas

1.3.6.1 Emissões difusas de partículas

40. Para minimizar/prevenir emissões difusas de partículas resultantes de operações que geram partículas, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Isolar/circunscrever as operações que geram partículas, como a moagem, a crivagem e a mistura
b	Utilizar transportadores e elevadores cobertos, construídos como sistemas fechados, se for provável a emissão de partículas a partir de materiais pulverulentos
c	Utilizar silos de armazenagem com capacidade adequada, indicadores de nível com interruptores de corte e com filtros para tratar o ar onde estão suspensas poeiras libertadas durante as operações de enchimento
d	Para sistemas de transporte pneumático pode ser adequado um processo de circulação

	Técnica
e	Manusear os materiais em sistemas fechados mantidos sob pressão negativa e tratar o ar aspirado com um filtro de mangas antes de ser libertado para a atmosfera
f	Reduzir as fugas de ar e os pontos de derrame
g	Assegurar a manutenção adequada e integral da instalação
h	Utilizar dispositivos e sistemas de controlo automáticos
i	Assegurar operações contínuas, isentas de falhas
j	Nos processos de expedição e carregamento, utilizar mangas de enchimento flexíveis, dotadas de um sistema de extração de partículas junto da plataforma de carga do camião

Aplicabilidade

Nas operações de preparação da matéria-prima, como a trituração e a crivagem, não é, em princípio, necessário separar as partículas, devido ao teor de humidade da matéria-prima.

41. Para minimizar/prevenir emissões difusas de partículas provenientes das zonas de armazenagem a granel, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Isolar os locais de armazenagem com telas, muros ou uma vedação composta por vegetação vertical (barreiras artificiais ou naturais para proteger do vento as pilhas de materiais a céu aberto)
b	Utilizar silos e zonas de armazenagem de matérias-primas fechadas e completamente automatizadas. Estes tipos de armazenagem estão equipados com um ou diversos filtros de mangas, a fim de prevenir a formação difusa de partículas durante as operações de carga e descarga
c	Reduzir as emissões difusas de partículas em pilhas de materiais mediante uma humedificação suficiente dos pontos de carga e descarga das pilhas e a utilização de transportadores de telas com alturas ajustáveis. Quando forem utilizadas medidas/técnicas de humedificação ou aspersão, o solo pode ser impermeabilizado e a água excedente pode ser recolhida e, se necessário, tratada e utilizada em ciclos fechados
d	Sempre que não seja possível evitar emissões difusas de partículas nos pontos de carga e descarga dos locais de armazenagem, ajustar a altura de descarga à altura da pilha, automaticamente se possível, ou reduzir a velocidade de descarga
e	Manter os locais húmidos, em especial as zonas secas, com recurso a dispositivos de aspersão, e limpos com veículos-vassouras
f	Utilizar sistemas a vácuo durante as operações de remoção. Os novos edifícios podem facilmente ser dotados de tubagens de aspiração central, enquanto os sistemas de aspiração móvel e as ligações flexíveis são mais adequados para edifícios existentes
g	Reduzir a ocorrência de emissões difusas de partículas em zonas utilizadas por camiões, mediante a pavimentação dessas zonas, sempre que possível, e a manutenção da sua superfície tão limpa quanto possível. O humedecimento dos acessos pode reduzir as emissões difusas de partículas, em especial com tempo seco. Podem ser utilizadas boas práticas de limpeza, para limitar ao máximo as emissões difusas de partículas

1.3.6.2 Emissões confinadas de partículas resultantes de operações que geram partículas, com exceção dos processos associados ao forno

42. Para reduzir as emissões confinadas de partículas resultantes de operações que geram partículas, constitui MTD a utilização de uma das seguintes técnicas e a utilização de um sistema de gestão da manutenção que incida especificamente no desempenho dos filtros:

	Técnica ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Aplicabilidade
a	Utilizar filtros de mangas	Geralmente aplicável em instalações de moagem e trituração, bem como nos processos secundários da indústria de produção de cal, no transporte de materiais, e nas instalações de armazenagem e de carga. A aplicabilidade dos filtros de mangas nas instalações de hidratação da cal pode ser limitada pelo elevado grau de humidade e baixa temperatura dos efluentes gasosos
b	Utilizar sistemas de tratamento por via húmida	Aplicável principalmente em instalações de hidratação da cal

⁽¹⁾ No ponto 1.6.1 é apresentada uma descrição das técnicas.

⁽²⁾ Se necessário, podem ser utilizados separadores centrífugos /ciclones para pré-tratar os efluentes gasosos.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 7.

Quadro 7

Valores de emissão associados às MTD para emissões confinadas de partículas resultantes de operações que geram partículas, com exceção dos processos associados aos fornos

Técnica	Unidade	Valor de emissão associado às MTD (valor médio diário ou média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora])
Filtros de mangas	mg/Nm ³	<10
Sistema de tratamento por via húmida	mg/Nm ³	<10 – 20

Importa salientar que, no caso das pequenas fontes (<10 000 Nm³/h), deve ser tida em conta a adoção de uma abordagem por prioridades baseada no sistema de gestão da manutenção, relativamente à frequência de verificação do desempenho do filtro (ver MTD 32).

1.3.6.3 Emissões de partículas provenientes dos processos associados ao forno

43. Para reduzir as emissões de partículas dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a tratamento dos efluentes gasosos com um filtro. Pode ser utilizada uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

	Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
a	Eletrofiltros	Aplicável a todos os sistemas de fornos
b	Filtros de mangas	Aplicável a todos os sistemas de fornos
c	Separador de partículas por via húmida	Aplicável a todos os sistemas de fornos
d	Separador centrífugo /ciclone	Os separadores centrífugos apenas são adequados como pré-separadores, podendo ser utilizados para pré-tratar os efluentes gasosos de todos os sistemas de fornos

⁽¹⁾ No ponto 1.6.1 é apresentada uma descrição das técnicas.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 8.

Quadro 8

Valores de emissão associados às MTD para emissões de partículas dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno

Técnica	Unidade	Valor de emissão associado às MTD (média diária ou média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora])
Filtros de mangas	mg/Nm ³	<10
Eletrofiltros ou outros filtros	mg/Nm ³	<20 (*)

(*) Em casos excecionais em que a resistividade das partículas seja elevada, o valor das emissões associadas às MTD poderá ser superior, até 30 mg/Nm³ (valor médio diário).

1.3.7 Compostos gasosos

1.3.7.1 Técnicas primárias para reduzir as emissões de compostos gasosos

44. Para reduzir as emissões de compostos gasosos (a saber, NO_x , SO_x , HCl, CO, carbono orgânico total (COT)/compostos orgânicos voláteis (COV), metais voláteis) dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Seleção e controlo cuidadosos de todas as substâncias introduzidas no forno	Geralmente aplicável
b	Reduzir os precursores de poluentes nos combustíveis e, se possível, nas matérias-primas, mediante: <ul style="list-style-type: none"> I. Seleção de combustíveis com baixo teor de enxofre (em especial para fornos rotativos longos), azoto e cloro, quando disponíveis II. Seleção de matérias-primas com baixo teor de matéria orgânica, quando possível III. Seleção de resíduos utilizados como combustíveis adequados aos processos e aos queimadores 	Geralmente aplicável na indústria de produção da cal, em função da disponibilidade local de matérias-primas e combustíveis, do tipo de forno utilizado, da qualidade pretendida para o produto e da possibilidade técnica de alimentar o forno escolhido com os combustíveis selecionados
c	Utilizar técnicas de otimização dos processos que assegurem uma absorção eficaz do dióxido de enxofre (por exemplo, um bom contacto entre os gases do forno e a cal viva)	Aplicável a todas as instalações de produção de cal Normalmente, não é possível assegurar a completa automatização do processo, devido a variáveis incontrolláveis, nomeadamente a qualidade do calcário

1.3.7.2 Emissões de NO_x

45. Para reduzir as emissões de NO_x dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Técnicas primárias	
	I. Seleção adequada do combustível, a par da limitação do teor de azoto do combustível	Geralmente aplicável na indústria de produção da cal, em função da disponibilidade de combustíveis, que pode ser afetada pela política energética dos Estados-Membros, e da possibilidade técnica de alimentar o forno escolhido com o tipo de combustível selecionado
	II. Otimização do processo, incluindo a moldagem das chamas e o perfil das temperaturas	A otimização e o controlo dos processos podem ser praticados no fabrico de cal, mas dependem da qualidade pretendida para o produto final
	III. Características do queimador (queimadores de baixo NO_x) ⁽¹⁾	Os queimadores de baixo NO_x podem ser utilizados com fornos rotativos e com fornos de cuba anulares, caso seja utilizada uma proporção elevada de ar primário. Os fornos regenerativos de corrente paralela (PRK) e outros fornos de cuba têm uma combustão sem chama, pelo que os queimadores de baixo NO_x não podem ser utilizados neste tipo de fornos
	IV. Distribuição do ar ⁽¹⁾	Não aplicável a fornos de cuba. Aplicável apenas a fornos rotativos com pré-aquecedor (PRK), exceto quando é produzida cal viva. A aplicabilidade pode ser limitada por condicionantes impostas pelo tipo produto final, devido ao possível sobreaquecimento em algumas zonas do forno e à consequente deterioração do revestimento do refratário.
b	SNCR ⁽¹⁾	Aplicável a fornos rotativos Lepol. Ver igualmente MTD 46.

⁽¹⁾ No ponto 1.6.2 é apresentada uma descrição das técnicas.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 9.

Quadro 9

Valores de emissão associados às MTD para emissões de NO_x dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno na indústria de produção de cal

Tipo de forno	Unidade	Valor de emissão associado às MTD (média diária ou média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora], expressa em NO ₂)
Fornos regenerativos de corrente paralela (PRK), fornos de cuba anulares (ASK), fornos de cuba de alimentação mista MFSK e outros fornos de cuba (OSK)	mg/Nm ³	100 – 350 ⁽¹⁾ ⁽³⁾
Fornos rotativos longos(LRK) e fornos rotativos com pré-aquecedor (PRK)	mg/Nm ³	<200 – 500 ⁽¹⁾ ⁽²⁾

⁽¹⁾ Os valores mais elevados estão associados à produção de cal dolomítica e de cal viva. Valores superiores aos valores mais elevados indicados podem estar associados à produção de cal dolomítica sinterizada.

⁽²⁾ Para os fornos rotativos longos com cuba (LRK) e os fornos rotativos com pré-aquecedor e cuba (PRK) que produzem cal viva, o valor mais elevado pode chegar aos 800 mg/Nm³.

⁽³⁾ No caso de as técnicas primárias referidas nas MTD 45 (a) não serem suficientes para atingir este nível e de não poderem ser aplicadas técnicas secundárias para reduzir as emissões de NO_x para 350 mg/Nm³, o valor mais elevado é 500 mg/Nm³, especialmente na produção de cal viva e se for utilizada biomassa como combustível.

46. Quando é utilizada a SNCR, constitui MTD a redução eficaz dos NO_x, assegurando a manutenção do escape adicional de NH₃ ao nível mais baixo possível, com recurso à seguinte técnica:

	Técnica
a	Obter uma redução adequada e suficiente sem pôr em risco a estabilidade do processo
b	Utilizar uma boa razão estequiométrica e uma boa distribuição da amónia, a fim de obter a máxima eficiência na redução dos NO _x e do escape adicional de NH ₃
c	Manter o escape adicional de NH ₃ (resultante da amónia que não reagiu) a níveis tão baixos quanto possível, tendo em conta a correlação entre a eficiência da redução de NO _x e o escape adicional de NH ₃

Aplicabilidade

Aplicável unicamente a fornos rotativos Lepol que possam atingir a gama de temperaturas ideal, situada entre 850 e 1 020 °C. Ver igualmente MTD 45, técnica b.

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD para o escape adicional de NH₃ dos efluentes gasosos são inferiores a 30 mg/Nm³ (valor médio diário ou média do período de amostragem – medições pontuais durante, pelo menos, meia hora).

1.3.7.3 Emissões de SO_x

47. Para reduzir as emissões de SO_x dos efluentes gasosos dos processos de aquecimento dos fornos, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Otimizar os processos para assegurar uma absorção eficaz de dióxido de enxofre (por exemplo, um bom contacto entre os gases do forno e a cal viva)	A otimização do controlo dos processos é aplicável a todas as instalações de produção de cal.
b	Selecionar combustíveis com baixo teor de enxofre	Geralmente aplicável, em função da disponibilidade de combustíveis, em especial para fornos rotativos longos, devido às elevadas emissões de SO _x
c	Utilizar técnicas de adição de absorventes (por exemplo, adição de absorventes, tratamento por via seca dos efluentes gasosos com um filtro, tratamento por via húmida ou injeção de carvão ativado) ⁽¹⁾	As técnicas de adição de absorventes são, em princípio, aplicáveis na indústria de produção de cal; no entanto, estas técnicas ainda não tinham sido utilizadas no setor da cal em 2007. Especialmente no caso dos fornos de cal rotativos, é necessária investigação adicional para avaliar a sua aplicabilidade

⁽¹⁾ No ponto 1.6.3 é apresentada uma descrição das técnicas.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 10.

Quadro 10

Valores de emissão associados às MTD para emissões de SO_x dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno na indústria de produção de cal

Tipo de forno	Unidade	Valores de emissão associados às MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (valor médio diário ou média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora], expressos em SO ₂)
Fornos regenerativos de corrente paralela (PFRK), fornos de cuba anulares (ASK), fornos de cuba de alimentação mista (MFSK), outros fornos de cuba (OSK) e fornos rotativos com pré-aquecedor (PRK)	mg/Nm ³	<50 – 200
Fornos rotativos longos (LRK)	mg/Nm ³	<50 – 400

⁽¹⁾ O valor depende do nível inicial de SO_x nos efluentes gasosos e da técnica de redução utilizada.⁽²⁾ No caso da produção de cal dolomítica sinterizada, produzida pelo processo de «etapa dupla», as emissões de SO_x podem ser superiores ao valor mais elevado previsto.

1.3.7.4 Emissões e fugas de CO

1.3.7.4.1 Emissões de CO

48. Para reduzir as emissões de CO dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Selecionar matérias-primas com baixo teor de matéria orgânica	Geralmente aplicável na indústria de produção de cal, dentro dos condicionalismos impostos pela disponibilidade local e composição das matérias-primas, pelo tipo de forno utilizado e pela qualidade do produto final
b	Utilizar técnicas de otimização dos processos para obter uma combustão estável e completa	Aplicável a todas as instalações de produção de cal. Normalmente, não é possível assegurar a completa automatização do processo, devido a variáveis incontroláveis, nomeadamente a qualidade do calcário

Neste contexto, ver igualmente MTD 30 e 31, ponto 1.3.1, e MTD 32, ponto 1.3.2.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 11.

Quadro 11

Valores de emissão associados às MTD para emissões de CO dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno

Tipo de forno	Unidade	Valores de emissão associados às MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (valor médio diário ou média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora])
Fornos regenerativos de corrente paralela (PFRK), outros fornos de cuba (OSK), fornos rotativos longos (LRK) e fornos rotativos com pré-aquecedor (PRK)	mg/Nm ³	<500

⁽¹⁾ As emissões podem ser mais elevadas, em função das matérias-primas utilizadas e/ou do tipo de cal produzido, por exemplo, no caso da cal hidráulica.⁽²⁾ Os valores de emissão associados às MTD não são aplicáveis aos fornos de cuba de alimentação mista (MFSK) e aos fornos de cuba anulares (ASK).

1.3.7.4.2 Redução dos disparos por CO

49. Para minimizar a frequência dos disparos por CO quando são utilizados eletrofiltros, constitui MTD a utilização das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Gerir os disparos por CO, a fim de reduzir o período de paragem dos eletrofiltros
b	Medir contínua e automaticamente o CO, com recurso a equipamento de monitorização situado perto da fonte de CO e com um tempo de resposta curto

Descrição

Por razões de segurança, devido ao risco de explosão, os eletrofiltros têm de ser desligados quando os níveis de CO nos efluentes gasosos são elevados. As técnicas seguintes evitam os disparos por CO, reduzindo os períodos de paragem dos eletrofiltros:

- controlo do processo de combustão
- controlo da carga orgânica das matérias-primas
- controlo da qualidade dos combustíveis e do sistema de alimentação do combustível.

As perturbações ocorrem, predominantemente, na fase de arranque da operação. Por razões de segurança das operações, os analisadores de gás para proteção dos eletrofiltros devem estar a funcionar durante todas as fases operacionais, podendo o tempo de paragem dos eletrofiltros ser reduzido mantendo em operação um sistema de monitorização redundante.

O tempo de resposta do sistema de monitorização contínua do CO deve ser otimizado e este deve ser instalado perto da fonte de CO, por exemplo, à saída do pré-aquecedor ou à entrada do forno, no caso de processos de forno por via húmida.

Aplicabilidade

Geralmente aplicável a fornos rotativos equipados com eletrofiltros.

1.3.7.5 Emissões de carbono orgânico total (COT)

50. Para reduzir as emissões de COT dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Aplicar técnicas primárias gerais e monitorização (ver igualmente MTD 30 e 31, ponto 1.3.1, e MTD 32, ponto 1.3.2)
b	Evitar alimentar os fornos com matérias-primas com um teor elevado de compostos orgânicos voláteis (exceto para a produção de cal hidráulica)

Aplicabilidade

Relativamente à aplicabilidade de técnicas primárias gerais e da monitorização, ver igualmente MTD 30 e 31, ponto 1.3.1, e MTD 32, ponto 1.3.2.

A técnica b é geralmente aplicável na indústria de produção de cal, em função da disponibilidade local de matérias-primas e/ou do tipo de cal produzido.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 12.

Quadro 12

Valores de emissão associados às MTD para emissões de COT dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno

Tipo de forno	Unidade	Valores de emissão associados às MTD ⁽¹⁾ (média diária ou média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora])
Fornos rotativos longos (LRK) e fornos rotativos com pré-aquecedor (PRK)	mg/Nm ³	<10
Fornos de cuba anulares (ASK), fornos de cuba de alimentação mista (MFSK) ⁽²⁾ e fornos regenerativos de corrente paralela (PFRK) ⁽²⁾	mg/Nm ³	<30

⁽¹⁾ Os valores podem ser mais elevados em função do teor de matéria orgânica das matérias-primas utilizadas e/ou do tipo de cal produzido, em especial se for produzida cal hidráulica natural.

⁽²⁾ Em casos excecionais, o nível pode ser superior.

1.3.7.6 Emissões de cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF)

51. Para prevenir/reduzir as emissões de HCl e HF dos efluentes gasosos dos processos de aquecimento dos fornos quando da utilização de resíduos, constitui MTD a utilização das seguintes técnicas primárias:

	Técnica
a	Utilizar combustíveis convencionais, com baixo teor de cloro e de flúor
b	Limitar o teor de cloro e de flúor em quaisquer resíduos que se pretenda utilizar como combustível num forno de cal

Aplicabilidade

As técnicas são geralmente aplicáveis na indústria de produção de cal, em função da disponibilidade local de combustível adequado.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 13.

*Quadro 13***Valores de emissão associados às MTD para emissões de HCl e HF dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno quando se utilizam resíduos**

Emissões	Unidade	Valor de emissão associado às MTD (média diária ou média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora])
HCl	mg/Nm ³	<10
HF	mg/Nm ³	<1

1.3.8 Emissões de PCDD/F

52. Para prevenir/reduzir as emissões de PCDD/F dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas primárias:

	Técnica
a	Selecionar combustíveis com baixo teor de cloro
b	Limitar a entrada de cobre através do combustível
c	Minimizar o tempo de residência dos efluentes gasosos e o teor de oxigénio em zonas com temperaturas compreendidas entre 300 e 450 °C

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD são inferiores a 0,05 – 0,1 ng PCDD/F I-TEQ/Nm³ (média no período de amostragem - 6 a 8 horas).

1.3.9 Emissões de metais

53. Para minimizar as emissões de metais dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Selecionar combustíveis com baixo teor de metais
b	Utilizar um sistema de garantia da qualidade para assegurar as características dos resíduos utilizados como combustíveis
c	Limitar o teor de metais relevantes, em especial de mercúrio, nos materiais
d	Utilizar uma ou uma combinação de técnicas de remoção de partículas, enunciadas nas MTD 43

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 14.

Quadro 14

Valores de emissão associados às MTD para emissões de metais dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno quando se utilizam resíduos

Metal	Unidade	Valor de emissão associado às MTD (média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora])
Hg	mg/Nm ³	<0,05
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	<0,05
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	<0,5

Nota: Foram reportados valores baixos quando aplicadas as técnicas referidas nas MTD 53, a-d.

Neste contexto, ver igualmente MTD 37, ponto 1.3.5.1.1, e MTD 38, ponto 1.3.5.1.2.

1.3.10 *Perdas/resíduos dos processos*

54. Para reduzir os resíduos sólidos dos processos de fabrico da cal e poupar matérias-primas, constitui MTD a utilização das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Reutilizar as poeiras e outras partículas recolhidas nos processos (por exemplo, areias, gravilha)	Geralmente aplicável, se exequível
b	Utilizar partículas, cal viva e cal hidratada fora de especificações noutros produtos comerciais	Geralmente aplicável em determinados tipos de produtos comerciais, sempre que possível

1.4 Conclusões MTD para a indústria de produção de óxido de magnésio

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações da indústria de produção de óxido de magnésio (processo por via seca).

1.4.1 *Monitorização*

55. Constitui MTD assegurar a monitorização e a medição regulares dos parâmetros e das emissões dos processos e a monitorização das emissões em conformidade com as normas EN pertinentes ou, na falta dessas normas, com as normas ISO ou com normas nacionais ou internacionais que garantam dados de qualidade científica equivalente, incluindo as seguintes:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Medições em contínuo dos parâmetros do processo suscetíveis de demonstrar a estabilidade do mesmo, como a temperatura, o teor de O ₂ , a pressão e o caudal	Geralmente aplicável a processos associados ao forno
b	Monitorização e estabilização de parâmetros críticos do processo, a saber, alimentação em matérias-primas e combustível, dosagem normal e oxigénio em excesso	
c	Medições em contínuo ou periódicas das emissões de partículas, NO _x , SO _x e CO	Geralmente aplicável a processos associados ao forno
d	Medições em contínuo ou periódicas de emissões de partículas	Aplicável a processos não associados ao forno. Para pequenas fontes (<10 000 Nm ³ /h), a frequência das medições ou das verificações do desempenho deve ser baseada num sistema de gestão da manutenção

Descrição

A escolha entre medições em contínuo e periódicas referida nas MTD 55, ponto c, é feita em função da fonte da emissão e do tipo de poluente esperado.

Para as medições periódicas das emissões de partículas, NO_x, SO_x e CO dos processos associados ao forno, é fornecida, a título indicativo, uma frequência mensal a anual, em condições normais de funcionamento.

1.4.2 Consumo de energia

56. Para reduzir o consumo de energia térmica, constitui MTD a utilização de uma combinação das seguintes técnicas:

	Técnica	Descrição	Aplicabilidade
a	Utilizar sistemas de forno melhorados e otimizados e um processo de forno regular e estável, mediante: I. Otimização do controlo do processo II. Recuperação de calor dos efluentes gasosos do forno e dos arrefecedores	A recuperação de calor a partir dos efluentes gasosos mediante o aquecimento preliminar da magnesite pode ser utilizada para reduzir o consumo de energia dos combustíveis. O calor recuperado do forno pode ser utilizado para secar combustíveis, matérias-primas e alguns materiais de embalagem	A otimização do controlo dos processos é aplicável a todos os tipos de fornos utilizados na indústria de produção de óxido de magnésio.
b	Utilizar combustíveis com características que tenham um impacto positivo no consumo de energia térmica	As características dos combustíveis, como um valor calorífico elevado e um baixo teor de humidade, têm um impacto positivo no consumo de energia térmica	Geralmente aplicável, em função da disponibilidade de combustíveis, do tipo de forno utilizado, da qualidade pretendida para o produto e da possibilidade técnica de injetar os combustíveis selecionados no forno
c	Limitar o ar em excesso	O oxigénio em excesso para obter produtos com a qualidade pretendida e uma combustão ótima é, normalmente, de cerca de 1-3%	Geralmente aplicável

Valores de consumo associados às MTD

O consumo de energia térmica associado às MTD é de 6-12 GJ/t, consoante o processo e os produtos ⁽¹⁾.

57. Para minimizar o consumo de energia elétrica, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Utilizar sistemas de gestão do consumo de energia elétrica
b	Utilizar equipamentos de moagem e outros equipamentos elétricos com elevada eficiência energética

1.4.3 Emissões de partículas**1.4.3.1 Emissões difusas de partículas**

58. Para minimizar/prevenir emissões difusas de partículas resultantes de operações que geram partículas, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Utilizar uma configuração simples e linear para a instalação
b	Utilizar boas práticas de limpeza para os edifícios e os acessos, e assegurar a manutenção adequada e completa da instalação
c	Humidificar as pilhas de matérias-primas
d	Isolar/circunscrever as operações que geram partículas, tais como a moagem e a crivagem
e	Utilizar transportadores e elevadores cobertos, construídos como sistemas fechados, se existir a probabilidade de materiais pulverulentos gerarem emissões de partículas

⁽¹⁾ Esta gama reflete informações fornecidas para o capítulo do documento MTD dedicado ao óxido de magnésio. Não foram fornecidas informações mais específicas sobre as melhores técnicas para cada produto.

	Técnica
f	Utilizar silos de armazenagem com capacidade adequada e equipá-los com filtros para tratar o ar onde estão suspensas as poeiras libertadas durante as operações de enchimento
g	Em determinados casos, para sistemas de transporte pneumático pode ser adequado um processo de circulação
h	Reduzir as fugas de ar e os pontos de derrame
i	Utilizar dispositivos e sistemas de controlo automáticos
k	Assegurar operações contínuas e isentas de falhas

1.4.3.2 Emissões confinadas de partículas resultantes de operações que geram partículas, com exceção dos processos associados ao forno

59. Para reduzir as emissões confinadas de partículas resultantes de operações que geram partículas, constitui MTD o tratamento dos efluentes gasosos com filtro com recurso a uma, ou a uma combinação, das seguintes técnicas e a utilização de um sistema de gestão da manutenção que incida especificamente no desempenho das técnicas:

	Técnica (1)	Aplicabilidade
a	Filtros de mangas	Geralmente aplicável em todas as unidades de produção de óxido de magnésio, especialmente em processos que geram partículas, tais como a crivagem, a trituração e a moagem
b	Separadores centrífugos/ciclones	Devido ao limitado grau de separação dependente do sistema, os ciclones são utilizados, principalmente, como separadores preliminares de partículas de maior dimensão e efluentes gasosos
c	Separador de partículas por via húmida	Geralmente aplicável

(1) No ponto 1.7.1 é apresentada uma descrição das técnicas.

Valores de emissão associados às MTD

O valor de emissão associado às MTD para as emissões confinadas de partículas, com exceção das resultantes dos processos associados ao forno, é inferior a 10 mg/Nm³, em média diária ou como média ao longo do período de amostragem (medições pontuais durante, pelo menos, meia hora).

Importa salientar que, no caso das pequenas fontes (<10 000 Nm³/h), deve ser tida em conta a adoção de uma abordagem por prioridades, baseada no sistema de gestão da manutenção, relativamente à frequência de verificação do desempenho do filtro (ver igualmente MTD 55).

1.4.3.3 Emissões de partículas provenientes dos processos associados ao forno

60. Para reduzir as emissões de partículas dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD o tratamento dos efluentes gasosos com um filtro segundo uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

	Técnica (1)	Aplicabilidade
a	Eletrofiltros	Os eletrofiltros são aplicáveis, principalmente, em fornos rotativos. Podem ser utilizados com temperaturas dos efluentes gasosos desde o ponto de orvalho e até 370-400 °C
b	Filtros de mangas	Os filtros de mangas para remoção de partículas dos efluentes gasosos podem, em princípio, ser utilizados em todas as unidades do processo de produção do óxido de magnésio. Podem ser utilizados com temperaturas dos efluentes gasosos desde o ponto de orvalho e até 280 °C. Na produção de magnésia calcinada com álcalis e de magnésia sinterizada/calcinada a fundo (<i>dead burned magnesia</i>), devido às elevadas temperaturas, à natureza corrosiva e ao elevado volume dos efluentes gasosos resultantes dos processos associados ao forno, têm de ser utilizados filtros de mangas especiais, com material de filtragem resistente a altas temperaturas. Contudo, a experiência desta indústria que produz magnésia sinterizada a fundo (<i>dead burned magnesia</i>) demonstra que não existe qualquer equipamento adequado para efluentes gasosos da produção de magnésia a temperaturas de aproximadamente 400 °C

	Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
c	Separadores centrífugos/ciclones	Devido ao limitado grau de separação dependente do sistema, os ciclones são utilizados, principalmente, como separadores preliminares de partículas de maior dimensão e efluentes gasosos
d	Separadores de partículas por via húmida	Geralmente aplicável

⁽¹⁾ No ponto 1.7.1 é apresentada uma descrição das técnicas.

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD para emissões de partículas dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno é inferior a 20 – 35 mg/Nm³ (média diária ou média do período de amostragem – medições pontuais durante, pelo menos, meia hora).

1.4.4 Compostos gasosos

1.4.4.1 Técnicas primárias gerais para reduzir as emissões de compostos gasosos

61. Para reduzir as emissões de compostos gasosos (a saber, NO_x, HCl, SO_x e CO) dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma, ou uma combinação, das seguintes técnicas primárias:

	Técnica	Aplicabilidade
a	<p>Selecionar e controlar rigorosamente todas as substâncias introduzidas no forno a fim de reduzir os precursores de poluentes, nomeadamente:</p> <p>I. Seleção de combustíveis com baixo teor de enxofre, se disponíveis, azoto e cloro</p> <p>II. Seleção de matérias-primas com baixo teor de matéria orgânica</p> <p>III. Seleção de resíduos utilizados como combustíveis adequados aos processos e aos queimadores</p>	<p>Geralmente aplicável, em função da disponibilidade local de matérias-primas e combustíveis, do tipo de forno utilizado, da qualidade pretendida para o produto e da possibilidade técnica de alimentar os combustíveis selecionados no forno escolhido</p> <p>Embora possam ser considerados combustíveis na indústria de produção de magnésia, os resíduos ainda não tinham sido utilizados como tal nesta indústria em 2007</p>
b	Utilizar medidas/técnicas de otimização dos processos que assegurem operações de forno regulares e estáveis, próximas do nível de ar estequiométrico	A otimização do controlo dos processos é aplicável a todos os tipos de fornos utilizados na indústria de produção de magnésia. Pode, contudo, ser necessário um sistema de controlo dos processos altamente sofisticado

1.4.4.2 Emissões de NO_x

62. Para reduzir as emissões de NO_x dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma combinação das seguintes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Seleção adequada do combustível, a par de um teor limitado de azoto no combustível	Geralmente aplicável, em função da disponibilidade de combustíveis
b	Otimização de processos e técnica melhorada de aquecimento dos fornos	Geralmente aplicável na indústria de produção de magnésia

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD para emissões de NO_x dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno é inferior a 500–1 500 mg/Nm³ (média diária ou média do período de amostragem – medições pontuais durante, pelo menos, meia hora), expressos em NO₂. Os valores mais elevados dizem respeito ao processo de produção de magnésia calcinado a fundo (DBM) a alta temperatura.

1.4.4.3 Emissões e disparos por CO

1.4.4.3.1 Emissões de CO

63. Para reduzir as emissões de CO dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma combinação das seguintes técnicas:

	Técnica	Descrição
a	Selecionar matérias-primas com baixo teor de matéria orgânica	Uma parte das emissões de CO é resultante da matéria orgânica proveniente das matérias-primas, pelo que a seleção de matérias-primas com baixo teor de matéria orgânica é suscetível de reduzir as emissões de CO
b	Otimizar o controlo dos processos	Para reduzir as emissões de CO, é fundamental uma combustão completa e correta. O fluxo de ar proveniente do arrefecedor e o ar primário, bem como a tiragem do ventilador da chaminé, podem ser controlados, a fim de manter o nível de oxigénio entre 1 (sinterização) e 1,5% (alcalinização) durante a combustão. Uma mudança da proporção de ar e de combustível pode reduzir as emissões de CO. Além disso, as emissões de CO podem ser reduzidas mediante a alteração da profundidade do queimador
c	Alimentar os combustíveis de forma controlada, constante e contínua	A alimentação controlada de combustível inclui, nomeadamente: <ul style="list-style-type: none"> — a utilização de alimentadores com controlo de peso e de válvulas rotativas de precisão para a alimentação com coque de petróleo e/ou — a utilização de medidores de fluxo e de válvulas de precisão para regular a alimentação dos queimadores dos fornos com óleos pesados ou gás

Aplicabilidade

As técnicas de redução das emissões de CO são geralmente aplicáveis na indústria de produção de magnésia. A seleção de matérias-primas com baixo teor de matéria orgânica está condicionada à disponibilidade de matérias-primas.

Valores de emissão associados às MTD

Os valores de emissão associados às MTD para emissões de CO dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno é inferior a 50–1 000 mg/Nm³ (média diária ou média do período de amostragem – medições pontuais durante, pelo menos, meia hora).

1.4.4.3.2 Redução dos disparos por CO

64. Para minimizar o número disparos por CO quando são utilizados eletrofiltros, constitui MTD a utilização das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Gerir os disparos por CO, a fim de reduzir o período de paragem dos eletrofiltros
b	Medir contínua e automaticamente o CO, com recurso a equipamento de monitorização situado perto da fonte de CO, e com tempo de resposta curto

Descrição

Por razões de segurança, devido ao risco de explosão, os eletrofiltros têm de ser desligados quando os níveis de CO nos efluentes gasosos são elevados. As técnicas seguintes evitam os disparos por CO, reduzindo os períodos de paragem dos eletrofiltros:

- controlo do processo de combustão
- controlo da carga orgânica das matérias-primas
- controlo da qualidade dos combustíveis e do sistema de alimentação do combustível.

As perturbações ocorrem, predominantemente, na fase de arranque da operação. Por razões de segurança das operações, os analisadores de gás para proteção dos eletrofiltros devem estar a funcionar durante todas as fases operacionais, podendo o tempo de paragem dos eletrofiltros ser reduzido mantendo em operação um sistema de monitorização redundante.

O tempo de resposta do sistema de monitorização em contínuo do CO deve ser otimizado e o sistema deve estar situado perto da fonte de CO, por exemplo, à saída do pré-aquecedor ou à entrada do forno, no caso de processos de forno por via húmida.

Aplicabilidade

Geralmente aplicável a fornos equipados com eletrofiltros.

1.4.4.4 Emissões de SO_x

65. Para reduzir as emissões de SO_x dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno, constitui MTD a utilização de uma combinação das seguintes técnicas primárias e secundárias:

	Técnica	Aplicabilidade
a	Utilizar técnicas de otimização dos processos	Geralmente aplicável
b	Selecionar combustíveis com baixo teor de enxofre	Geralmente aplicável em função da disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pela política energética dos Estados-Membros. A seleção do combustível é igualmente função da qualidade do produto final, das possibilidades técnicas e de considerações de ordem económica
c	Utilizar uma técnica de adição de absorventes por via seca (adição de absorventes no caudal de efluentes gasosos, como MgO reativo, cal hidratada, carvão ativado, etc.) em conjugação com um filtro ⁽¹⁾	Geralmente aplicável
d	Utilizar um sistema de tratamento por via húmida ⁽¹⁾	A aplicabilidade pode ser limitada em zonas secas, devido ao grande volume de água necessário e à necessidade de tratamento de águas residuais, bem como ao impacto ambiental conexo

⁽¹⁾ No ponto 1.7.2 é apresentada uma descrição da medida/técnica.

Valores de emissão associados às MTD

Ver quadro 15.

Quadro 15

Valores de emissão associados às MTD para emissões de SO_x dos efluentes gasosos dos processos associados ao forno na indústria de produção de magnésia

Parâmetro	Unidade	Valores de emissão associados às MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (média diária ou média do período de amostragem [medições pontuais durante, pelo menos, meia hora])
SO _x , expresso como SO ₂	mg/Nm ³	<50 – 400 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Os valores de emissão associados às MTD dependem do teor de enxofre das matérias-primas e dos combustíveis. Os valores mais baixos indicados estão associados à utilização de matérias-primas com baixo teor de enxofre e de gás natural; os mais elevados estão associados à utilização de matérias-primas com um teor de enxofre mais elevado e de combustíveis que contêm enxofre.

⁽²⁾ Para determinar a melhor combinação de MTD para reduzir as emissões de SO_x, devem ser tido em conta o os efeitos cruzados.

⁽³⁾ Quando não é possível utilizar um sistema de tratamento por via húmida, os valores de emissão associados às MTD dependem do teor de enxofre das matérias-primas e dos combustíveis. Neste caso, os valores de emissão associados às MTD são < 1 500 mg/Nm³, desde que a eficiência de remoção de SO_x seja no mínimo 60%.

1.4.5 Perdas/resíduos dos processos

66. Para reduzir/minimizar as perdas/resíduos dos processos, constitui MTD a reutilização nos processos de diferentes tipos de partículas de carbonato de magnésio recolhidas

Aplicabilidade

Geralmente aplicável, dependendo da composição química das partículas.

67. Para reduzir/prevenir as perdas/resíduos dos processos, constitui MTD a reutilização de diferentes tipos de partículas de carbonato de magnésio recolhidas no processo em outros produtos comercializáveis, sempre que estas não sejam recicláveis.

Aplicabilidade

O controlo da utilização de partículas de carbonato de magnésio noutros produtos comercializáveis pode não depender do operador.

68. Para reduzir/prevenir as perdas/resíduos dos processos, constitui MTD a reutilização das lamas resultantes da dessulfuração dos efluentes gasosos por via húmida, nos processos ou noutros setores.

Aplicabilidade

O controlo da reutilização das lamas resultantes da dessulfuração dos efluentes gasosos por via húmida noutros setores pode não depender do operador.

1.4.6 *Utilização de resíduos como matéria-prima e/ou combustível*

69. Para garantir as características dos resíduos a utilizar como combustível e/ou matéria-prima em fornos de óxido de magnésio, constitui MTD a utilização das seguintes técnicas:

	Técnica
a	Selecionar resíduos adequados aos processos e aos queimadores
b	Utilizar sistemas de garantia da qualidade para assegurar e controlar as características dos resíduos e analisar quaisquer resíduos que se pretenda utilizar, no que respeita a: <ul style="list-style-type: none"> I. Disponibilidade II. Constância da qualidade III. Critérios físicos, nomeadamente geração de emissões, granulometria, reatividade, combustibilidade e poder calorífico IV. Critérios químicos, nomeadamente teor de cloro, enxofre, álcalis e fosfatos e teor de metais relevantes (por exemplo, crómio, chumbo, cádmio, mercúrio e tálio totais)
c	Controlar o número de parâmetros relevantes em relação a quaisquer resíduos que se pretenda utilizar como combustível, nomeadamente o teor de halogéneos totais, metais (por exemplo, crómio, chumbo, cádmio, mercúrio e tálio totais) e enxofre

Aplicabilidade

Os resíduos podem ser utilizados como combustível e/ou matéria-prima na indústria de produção de magnésia (embora em 2007 ainda não tivessem sido utilizados nesta indústria), dependendo da disponibilidade, do tipo de forno utilizado, da qualidade pretendida para o produto e da possibilidade técnica de alimentar o forno escolhido com os combustíveis selecionados.

DESCRICÃO DAS TÉCNICAS

1.5 **Descrição das técnicas para a indústria de produção de cimento**1.5.1 *Emissões de partículas*

	Técnica	Descrição
a	Eletrofiltros	<p>Os eletrofiltros geram um campo eletrostático no percurso das partículas em suspensão no fluxo de ar. As partículas são carregadas com carga negativa e migram para placas que têm carga positiva. Estas placas de recolha são batidas ou vibradas periodicamente para soltar as partículas, que caem para as tremonhas de recolha que se encontram por baixo. É importante que os ciclos de batimento dos eletrofiltros sejam otimizados, de modo a minimizar as condições de reintrodução de partículas nos efluentes gasosos, conduzindo à visibilidade do penacho na chaminé.</p> <p>Os eletrofiltros são caracterizados pela sua capacidade de funcionar com altas temperaturas (até aproximadamente 400 °C) e elevada humidade. A principal desvantagem desta técnica consiste na redução da sua eficiência se se formarem capas isolantes e agarramentos de material que podem ser resultantes de níveis elevados de cloro e enxofre presentes. Para o bom desempenho global dos eletrofiltros, é importante evitar disparos por CO.</p> <p>Embora não existam quaisquer restrições técnicas à sua aplicabilidade nos diferentes processos da indústria de produção de cimento, os eletrofiltros raramente são utilizados para remover partículas nas moagens de cimento, devido aos custos de investimento e à reduzida eficiência (emissões relativamente elevadas) durante as operações de arranque e paragem.</p>
b	Filtros de mangas	<p>Os filtros de mangas são sistemas de despoeiramento eficientes. O princípio básico do funcionamento do filtro de mangas consiste na utilização de uma membrana de tecido permeável aos gases, mas que retém as partículas. Basicamente, o meio filtrante é disposto geometricamente. Numa primeira fase, as partículas são depositadas nas fibras superficiais e no interior do tecido, mas, à medida que a camada de material na superfície aumenta, as próprias partículas acabam por se tornar o principal meio filtrante. Os efluentes gasosos podem circular do interior da manga para o exterior ou vice-versa. A resistência à circulação dos gases aumenta à medida</p>

	Técnica	Descrição
		<p>que a espessura da camada de partículas depositadas à superfície da manga também aumenta. Assim, é necessário limpar regularmente o meio filtrante para controlar a perda de carga dos gases no filtro. O filtro de mangas deve ter múltiplos compartimentos suscetíveis de serem isolados individualmente em caso de rutura das mangas, que devem ser suficientemente numerosos para manter um desempenho adequado no caso de um compartimento isolado para manutenção. Cada compartimento deve estar equipado com «detetores de mangas rotas», que assinalem a necessidade de manutenção quando tal ocorre. As mangas filtrantes encontram-se disponíveis numa série diversos tecidos, de fibras naturais ou outras. As mangas de tecidos sintéticos modernos podem funcionar a temperaturas elevadas, até 280 °C.</p> <p>O desempenho dos filtros de mangas é influenciado, principalmente, por diversos parâmetros, como a compatibilidade do meio filtrante com as características dos efluentes gasosos e das partículas, a adequação das características em termos de resistência térmica, física e química, nomeadamente à hidrólise, aos ácidos, ao álcalis, à oxidação e à temperatura dos processos. A humidade e a temperatura dos efluentes gasosos deve ser tida em conta na seleção da técnica.</p>
c	Filtros híbridos	Os filtros híbridos são uma combinação de eletrofiltros e filtros de mangas no mesmo dispositivo. De um modo geral, resultam da conversão de eletrofiltros existentes, permitindo reutilizar parcialmente equipamento inicial.

1.5.2 Emissões de NO_x

	Técnica	Descrição
a	Medidas/técnicas primárias	
	I. Arrefecimento da chama	A adição de água ao combustível ou diretamente à chama através de diferentes métodos de injeção, como a injeção de um fluido (líquido) ou dois fluidos (líquido e ar comprimido ou sólidos), ou a utilização de resíduos líquidos/sólidos com elevado teor de água, reduz a temperatura e aumenta a concentração de radicais hidroxilos, o que pode ter um efeito positivo na redução de NO _x na zona de cozedura.
	II. Queimadores de baixo NO _x	<p>Embora as características dos queimadores de baixo NO_x (queima indireta) variem nos pormenores, no essencial injetam combustível e ar no forno através de tubos concêntricos. A proporção de ar primário é reduzida para 6-10% da necessária para a combustão estequiométrica (em regra, 10-15% nos queimadores tradicionais). É injetado ar axial com elevado momento no anel exterior. O carvão pode ser introduzido pelo tubo central ou pelo anel intermédio. Um terceiro anel é utilizado para o ar radial, sendo a turbulência induzida por aletas situadas na saída do tubo do queimador ou antes do mesmo. A vantagem deste queimador consiste na ignição muito precoce, especialmente dos componentes voláteis do combustível, numa atmosfera pobre em oxigénio, o que tende a reduzir a formação de NO_x.</p> <p>A utilização de queimadores de baixo NO_x nem sempre ocasiona a redução das emissões de NO_x. A regulação dos queimadores tem ser otimizada.</p>
	III. Mid-kiln firing	<p>Em fornos longos que utilizam processos por via húmida e via seca, a criação de uma zona de redução mediante a queima de combustível de elevado volume unitário pode reduzir as emissões de NO_x. Dado que os fornos longos não atingem temperaturas da ordem dos 900-1 000 °C, podem ser instalados sistemas de queima <i>Mid-kiln firing</i> que permitam utilizar combustíveis alternativos que não possam ser utilizados no queimador principal (por exemplo, pneus).</p> <p>A velocidade de queima dos combustíveis pode ser crítica. Se for demasiado lenta, podem ocorrer na zona de queima condições reductoras suscetíveis de afetar seriamente a qualidade do produto. Se for demasiado elevada, a secção onde estão instaladas as correntes metálicas do forno pode sobreaquecer podendo queimá-las. Temperaturas inferiores a 1 100 °C impedem a utilização de resíduos perigosos com um teor de cloro superior a 1%.</p>
	IV. Adição de mineralizadores para melhorar a aptidão à cozedura (clínquer mineralizado)	A adição de mineralizadores, como o flúor, à matéria-prima constitui uma técnica para ajustar a qualidade do clínquer e permitir a redução da temperatura na zona de cozedura. Se a temperatura de combustão for reduzida, a formação de NO _x é igualmente reduzida.

	Técnica	Descrição
	V. Otimização do processo	A otimização do processo, como a otimização e o aumento de regularidade da operação do forno e das condições de queima, a otimização do controlo de operação do forno e/ou a homogeneização da alimentação do combustível, pode ser utilizada para reduzir as emissões de NO_x . Foram aplicadas medidas/técnicas gerais de otimização primárias, como medidas/técnicas de controlo dos processos, uma melhor técnica de queima indireta, a ligação com o arrefecedor, uma seleção de combustíveis otimizada e a otimização dos níveis de oxigénio.
b	Combustão por etapas (combustíveis convencionais ou alternativos), nomeadamente em conjugação com um pré-calcinador, e a utilização de uma mistura de combustíveis otimizada	A combustão por etapas é utilizada em fornos de cimento dotados de um pré-calcinador especificamente concebido para o efeito. A primeira etapa de combustão tem lugar no forno rotativo, em condições ótimas para a cozedura do clínquer. A segunda etapa de combustão recorre a um queimador, à entrada do forno, que produz uma atmosfera redutora que decompõe uma parte dos óxidos de azoto gerados na zona de cozedura. A elevada temperatura desta zona é particularmente favorável à reação que reconverte os NO_x em azoto elementar. Na terceira etapa de combustão, o combustível é introduzido no calcinador juntamente com uma quantidade de ar terciário, produzindo, também aí, uma atmosfera redutora. Este sistema reduz a geração de NO_x com origem no combustível e diminui a quantidade de NO_x que sai do forno. Na quarta e última etapa de combustão, o ar terciário remanescente é introduzido no sistema como ar de acabamento para a combustão remanescente.
c	SNCR	A redução não catalítica seletiva (SNCR) implica a injeção de água amoniacal (até 25% de NH_3), componentes precursores do amoníaco ou uma solução de ureia nos gases de combustão, a fim de reduzir o NO a N_2 . A reação é otimizada numa gama de temperaturas entre 830 e 1 050 °C, devendo ser previsto um tempo de retenção suficiente para os agentes injetados reagirem com o NO .
d	SCR	A redução catalítica seletiva (SCR) reduz o NO e o NO_2 a N_2 com a ajuda de NH_3 e de um catalisador, a uma temperatura compreendida entre 300 e 400 °C. Esta técnica é amplamente utilizada para a redução dos NO_x noutras indústrias (centrais térmicas a carvão, incineradores de resíduos). Na indústria do cimento, são considerados, basicamente, dois sistemas: uma configuração para baixa concentração de partículas, localizada entre a unidade de despoeiramento e a chaminé, e uma configuração para elevada concentração de partículas, instalada entre o pré-aquecedor e a unidade de despoeiramento. Os sistemas de baixa concentração de partículas requerem o reaquecimento dos efluentes gasosos após despoeiramento, o que é suscetível de ocasionar custos de energia adicionais e perdas de carga adicionais. Os sistemas de elevada concentração de partículas são considerados preferíveis por razões de ordem técnica e económica. Estes sistemas não requerem reaquecimento, uma vez que a temperatura dos efluentes gasosos à saída do pré-aquecedor é geralmente adequada para a operação de SCR.

1.5.3 Emissões de SO_x

	Técnica	Descrição
a	Adição de absorventes	<p>Os absorventes são adicionados às matérias-primas (por exemplo, cal hidratada) ou injetados no fluxo de gases (por exemplo, cal hidratada ou apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), cal viva (CaO), cinzas volantes ativadas com elevado teor de CaO ou bicarbonato de sódio (NaHCO_3)).</p> <p>A cal hidratada pode ser introduzida no moinho em simultâneo com a matéria-prima ou adicionada diretamente à alimentação do forno. A adição de cal hidratada oferece a vantagem do aditivo rico em cálcio formar produtos de reação suscetíveis de serem diretamente incorporados no processo de cozedura do clínquer.</p> <p>A injeção de absorventes no fluxo de gases pode ser aplicada de forma seca ou húmida (lavagem por via semi-seca). Os absorventes são injetados no percurso dos efluentes gasosos a temperaturas próximas do ponto de orvalho da água, criando condições mais favoráveis para a captura de SO_2. Nos sistemas de fornos esta temperatura é geralmente atingida na zona que se situa entre o moinho e o filtro de despoeiramento.</p>

	Técnica	Descrição
b	Sistema de tratamento por via húmida	<p>O sistema de lavagem de gases por via húmida é a técnica mais frequentemente utilizada para a dessulfuração de efluentes gasosos em centrais térmicas a carvão. Nos processos de fabrico de cimento, a lavagem por via húmida para reduzir as emissões de SO₂ constitui uma técnica estabelecida. A lavagem por via húmida baseia-se na seguinte reação química:</p> $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <p>Os SO₂ são absorvidos por um líquido/suspensão, que é aspergido numa torre de aspersão. O absorvente mais utilizado é o carbonato de cálcio. De entre todos os métodos de dessulfuração de efluentes gasosos, os sistemas de lavagem de gases por via húmida são os que oferecem a máxima eficiência de remoção para gases ácidos solúveis, com o mínimo excesso relativo à quantidade estequiométrica e a mais baixa taxa de produção de resíduos sólidos. A técnica requer uma certa quantidade de água, com a consequente necessidade de tratamento das águas residuais.</p>

1.6 Descrição das técnicas para a indústria de produção de cal

1.6.1 Emissões de partículas

	Técnica	Descrição
a	Eletrofiltros	<p>No ponto 1.5.1 é apresentada uma descrição geral dos eletrofiltros.</p> <p>Os eletrofiltros podem ser utilizados com temperaturas superiores ao ponto de orvalho e até 400 °C. Podem ainda ser utilizados eletrofiltros a temperaturas próximas ou inferiores ao ponto de orvalho, mas próximas deste. Os fornos rotativos sem pré-aquecedores e os fornos rotativos com pré-aquecedores estão equipados com eletrofiltros devido ao grande volume dos fluxos e às relativamente elevadas cargas de partículas. Se utilizados em conjugação com uma torre de extinção, podem proporcionar excelentes resultados.</p>
b	Filtros de mangas	<p>No ponto 1.5.1 é apresentada uma descrição dos filtros de mangas.</p> <p>Os filtros de mangas são adequados para fornos e instalações de moagem e trituração de cal viva, bem como de calcário, instalações de hidratação da cal, transporte de materiais e instalações de armazenagem e de carga. Com frequência, é útil a sua conjugação com pré-filtros de ciclones. A utilização de filtros de mangas é limitada pelas condições dos efluentes gasosos, como temperatura, humidade, carga de partículas e composição química. Existem vários tipos de tecidos capazes de resistir ao desgaste mecânico, térmico e químico, que se verifica em consequência dessas condições.</p>
c	Tratamento de partículas por via húmida	<p>Os lavadores de gases por via húmida, eliminam as partículas dos fluxos de saída de gases através da colocação dos fluxos em contacto com um líquido de tratamento (normalmente água), de modo a que as partículas sejam retidas no líquido e possam ser eliminadas. Existem diversos tipos de tratamentos por via húmida que podem ser utilizados para remoção de partículas. Os principais tipos que têm sido utilizados em fornos de cal são os tratamentos por via húmida de cascata/multi-estádio, os tratamentos por via húmida dinâmicos e os tratamentos por via húmida <i>venturi</i>. A maior parte dos tratamentos por via húmida utilizados em fornos de cal são tratamentos por via húmida de cascata/multi-estádio.</p> <p>Os tratamentos por via húmida são escolhidos quando as temperaturas dos efluentes gasosos são próximas ou inferiores ao ponto de orvalho. Podem igualmente ser escolhidos quando o espaço é limitado. Os tratamentos por via húmida são por vezes utilizados com gases a temperaturas mais elevadas; nesse caso, a água arrefece os gases e reduz o seu volume.</p>
d	Separador centrífugo /ciclone	<p>Num separador centrífugo/ciclone, as partículas a eliminar dos fluxos de saída de gases são empurradas para a parede exterior da unidade por ação centrífuga, sendo em seguida eliminados através de uma abertura no fundo da unidade. A força centrífuga pode ser obtida mediante a orientação do fluxo de gases num movimento de espiral descendente através de um recipiente cilíndrico (separadores de ciclone) ou de um impulsor rotativo instalado na unidade (separadores centrífugos mecânicos). No entanto, estes separadores apenas são adequados como pré-separadores, devido à sua limitada eficiência de remoção de partículas, servindo para atenuar a carga de partículas a remover pelos eletrofiltros e pelos filtros de mangas, e para reduzir os problemas de abrasão.</p>

1.6.2 Emissões de NO_x

	Técnica	Descrição
a	Características do queimador (queimadores de baixo NO_x)	Os queimadores de baixo NO_x são úteis para reduzir a temperatura da chama, reduzindo, dessa forma, os NO_x formados termicamente e, até certo ponto, os NO_x provenientes do combustível. A redução dos NO_x é obtida mediante o fornecimento de ar para baixar a temperatura da chama ou o funcionamento pulsado dos queimadores. Os queimadores de baixo NO_x são concebidos para reduzir a parte de ar primário, com a conseqüente redução de formação de NO_x , enquanto os queimadores multicanal comuns funcionam com uma proporção de ar primário de 10 a 18% do ar de combustão total. Com uma proporção elevada de ar primário, a chama é curta e intensa, devido à mistura precoce de ar secundário quente com o combustível. Desta forma, as temperaturas da chama são mais elevadas, ocorrendo a formação de grandes quantidades de NO_x , o que pode ser evitado com a utilização de queimadores de baixo NO_x .
b	Distribuição de ar (<i>air staging</i>)	Se se reduzir o fornecimento de oxigénio nas zonas de reação primária, cria-se uma zona de redução. As elevadas temperaturas desta zona são particularmente favoráveis à reação que reconverte os NO_x em azoto elementar. Em zonas em que a combustão ocorre posteriormente, o fornecimento de ar e de oxigénio é aumentado para oxidar os gases formados. É necessária uma mistura efetiva de ar/gases na zona de aquecimento para assegurar que o CO e os NO_x são mantidos a níveis baixos. Em 2007, esta técnica ainda não havia sido utilizada no setor da cal.
c	SNCR	Os óxidos de azoto (NO e NO_2) dos efluentes gasosos são removidos por redução não catalítica seletiva e convertidos em azoto e água, mediante a injeção no forno de um agente redutor que reage com os óxidos de azoto. Em regra, o agente redutor utilizado é amoníaco ou ureia. A reação ocorre a temperaturas situadas entre 850 e 1 020 °C, idealmente entre 900 e 920 °C.

1.6.3 Emissões de SO_x

	Técnica	Descrição
a	Técnica de adição de absorventes	A técnica consiste na adição de um absorvente em forma seca diretamente no forno (por alimentação ou injeção) ou em forma seca ou húmida (por exemplo, cal hidratada ou bicarbonato de sódio) nos efluentes gasosos, a fim de eliminar as emissões de SO_x . Quando o absorvente é injetado nos efluentes gasosos, deve ser previsto, entre o ponto de injeção e o coletor de partículas (filtro de mangas ou eletrofiltro), um tempo de residência suficiente para assegurar uma absorção eficiente. No caso dos fornos rotativos, as técnicas de absorção podem incluir: — Utilização de calcário: Num forno vertical rotativo alimentado com dolomite, podem registar-se reduções significativas das emissões de SO_2 se na alimentação forem utilizadas pedras que contenham elevados níveis de calcário de baixa granulometria ou tendam a quebrar quando aquecidas. Os ustulados de calcário de baixa granulometria misturam-se com os efluentes gasosos do forno e removem o SO_2 no percurso para o coletor de partículas e no interior do mesmo. — Injeção de cal no ar de combustão. Uma técnica patenteada que remove as emissões de SO_2 dos fornos rotativos mediante a injeção de cal viva ou cal hidratada de baixa granulometria no ar introduzido na chaminé do forno.

1.7 Descrição das técnicas para a indústria de produção de magnésia (processo por via seca)

1.7.1 Emissões de partículas

	Medida/técnica	Descrição
a	Eletrofiltros	No ponto 1.5.1 é apresentada uma descrição geral dos eletrofiltros.

	Medida/técnica	Descrição
b	Filtros de mangas	<p>No ponto 1.5.1 é apresentada uma descrição geral dos filtros de mangas.</p> <p>Os filtros de mangas asseguram uma elevada retenção de partículas, em regra de 98%-99%, consoante a dimensão das partículas. Esta técnica é a mais eficiente em termos de recolha de partículas, comparativamente com outras medidas técnicas de redução de partículas aplicadas na indústria de produção de magnésia. Contudo, devido às elevadas temperaturas dos efluentes gasosos dos fornos, é necessário utilizar materiais de filtração especiais, resistentes a temperaturas elevadas.</p> <p>No caso da produção de magnésia calcinada a fundo (<i>dead burned magnesia</i>), são utilizados materiais de filtração resistentes a temperaturas que podem atingir 250 °C, nomeadamente material de filtração PTFE (Teflon). Este material de filtração oferece uma boa resistência a ácidos e álcalis e apresenta bastante menos problemas de corrosão.</p>
c	Ciclones (separadores centrifugos)	O ponto 1.6.1. apresenta uma descrição geral dos ciclones. Constituem um equipamento robusto e funcionam com uma vasta gama de temperaturas e baixos requisitos energéticos. Devido ao limitado grau de separação dependente do sistema, os ciclones são utilizados, principalmente, como separadores preliminares de partículas de maior dimensão dos efluentes gasosos.
d	Sistemas de lavagem de gases por via húmida	<p>O ponto 1.6.1. apresenta uma descrição geral dos sistemas de lavagem de gases por via húmida.</p> <p>Os sistemas de lavagem de gases por via húmida podem ser divididos em vários tipos, de acordo com as suas características e princípios de funcionamento, entre os quais o tipo <i>venturi</i>. Este tipo de lavador de gases por via húmida tem uma série de aplicações na indústria de produção de magnésia, nomeadamente quando os gases passam pelo interior da secção mais estreita do tubo <i>venturi</i>, o «pescoço de <i>venturi</i>», e chegam a atingir velocidades entre 60 e 120 m/s. Os fluidos de tratamento introduzidos no «pescoço» do tubo <i>venturi</i> difundem-se em gotas muito finas que se misturam intensamente com os gases. As partículas separadas nas gotas tornam-se mais pesadas e podem ser facilmente retiradas com recurso a um separador de gotas instalado no separador de partículas por via húmida <i>venturi</i>.</p>

1.7.2 Emissões de SO_x

	Técnica	Descrição
a	Técnica de adição de absorventes	A técnica consiste na injeção de um absorvente em forma seca ou húmida (tratamento por via semi-seca) nos efluentes gasosos, a fim de remover as emissões de SO _x . Um tempo de residência suficiente dos efluentes gasosos entre o ponto de injeção e o coletor de partículas é muito importante para obter uma absorção altamente eficiente. O MgO reativo pode ser utilizado como um absorvente eficiente do SO ₂ na indústria de produção da magnésia. Embora seja menos eficiente do que outros absorventes, a utilização de MgO reativo tem uma dupla vantagem, na medida em que reduz os custos de investimento e não contamina as partículas do filtro com outras substâncias, permitindo que estas sejam reutilizadas em substituição de matérias-primas na produção de magnésia ou utilizadas como fertilizantes (sulfato de magnésio), minimizando a geração de resíduos.
b	Sistema de tratamento por via húmida	Com a técnica de tratamento por via húmida, os SO _x são absorvidos por um líquido/suspensão, que é aspergido, em contracorrente, sobre os efluentes gasosos numa torre de aspersão. A técnica requer entre 5 e 12 m ³ de água por tonelada de produto, com a consequente necessidade de prever o tratamento de águas residuais.