

II

(Atos não legislativos)

DECISÕES

DECISÃO DE EXECUÇÃO DA COMISSÃO

de 28 de fevereiro de 2012

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

[notificada com o número C(2012) 865]

(Texto relevante para efeitos do EEE)

(2012/134/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 13.º, n.º 5,

Considerando o seguinte:

(1) O artigo 13.º, n.º 1 da Diretiva 2010/75/UE incumbe a Comissão da organização de um intercâmbio de informações relativo às emissões industriais entre ela e os Estados-Membros, as indústrias em causa e as organizações não governamentais que promovem a protecção do ambiente, a fim de facilitar a elaboração de documentos de referência sobre as melhores técnicas disponíveis (cia MTD), tal como definidos no artigo 3.º, n.º 11 dessa diretiva.

(2) Em conformidade com o artigo 13.º, n.º 2 da Diretiva 2010/75/UE, o intercâmbio de informações deve incidir sobre o desempenho ambiental das emissões 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) dessa diretiva.

(3) As «Conclusões MTD», como definido no artigo 3.º, n.º 12 da Diretiva 2010/75/UE, são o elemento fundamental dos documentos de referência MTD e apresentam 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 devem constituir a referência para a definição das condições de licenciamento das instalações abrangidas pelo Capítulo II dessa diretiva.

(5) O artigo 15.º, n.º 3 da Diretiva 2010/75/UE incumbe a autoridade competente de definir valores-limite de emissão que assegurem que, em condições normais de funcionamento, as emissões não excedam 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 ultrapassarem desproporcionadamente os benefícios ambientais obtidos devido à localização geográfica, às condições ambientais locais ou às características técnicas da instalação em causa.

(7) O artigo 16.º, n.º 1 da Diretiva 2010/75/UE dispõe que os requisitos de monitorização do licenciamento referido no artigo 14.º, n.º 1, alínea c) da Diretiva se devem basear nas conclusões sobre monitorização descritas nas conclusões MTD.

⁽¹⁾ JO L 334 de 17.12.2010, p. 17.

- (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, actualizar todas as condições de licenciamento e assegurar que a instalação cumpre essas condições de licenciamento.
- (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 protecção do ambiente.
- (10) Em conformidade com o artigo 13.º, n.º 4 da Diretiva 2010/75/2010/UE, a Comissão solicitou o parecer ⁽²⁾ desse fórum sobre o teor proposto do documento de referência MTD para a produção de vidro, em 13 de setembro de 2011, 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,

ADOPTOU A PRESENTE DECISÃO:

Artigo 1.º

As conclusões MTD para a produção de vidro são definidas no anexo à presente decisão.

Artigo 2.º

Os Estados-Membros são os destinatários da presente decisão.

Feito em Bruxelas, em 28 de fevereiro de 2012.

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 MTD para a Produção de Vidro

ÂMBITO DE APLICAÇÃO	6
DEFINIÇÕES	6
CONSIDERAÇÕES GERAIS	6
Períodos de amostragem e condições de referência para as emissões atmosféricas	6
Conversão para a concentração de oxigénio de referência	7
Conversão de concentrações em emissões mássicas específicas	8
Definições para determinados poluentes atmosféricos:	9
Períodos de amostragem para a descarga de águas residuais	9
1.1. Conclusões MTD gerais para a produção de vidro	9
1.1.1. Sistemas de gestão ambiental	9
1.1.2. Eficiência energética	10
1.1.3. Armazenagem e manuseamento de matérias	11
1.1.4. Técnicas primárias gerais	12
1.1.5. Emissões para a água provenientes dos processos de fabrico de vidro	14
1.1.6. Resíduos provenientes dos processos de fabrico de vidro	16
1.1.7. Ruído proveniente dos processos de fabrico de vidro	17
1.2. Conclusões MTD para a produção de vidro de embalagem	17
1.2.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão	17
1.2.2. Óxidos de azoto (NO _x) provenientes de fornos de fusão	17
1.2.3. Óxidos de enxofre (SO _x) provenientes de fornos de fusão	20
1.2.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão	20
1.2.5. Metais provenientes de fornos de fusão	21
1.2.6. Emissões provenientes de processos a jusante	21
1.3. Conclusões MTD para a produção de vidro plano	23
1.3.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão	23
1.3.2. Óxidos de azoto (NO _x) provenientes de fornos de fusão	23
1.3.3. Óxidos de enxofre (SO _x) provenientes de fornos de fusão	25
1.3.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão	26
1.3.5. Metais provenientes de fornos de fusão	26
1.3.6. Emissões provenientes de processos a jusante	27

1.4.	Conclusões MTD para a produção de fibra de vidro de filamento contínuo	28
1.4.1.	Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão	28
1.4.2.	Óxidos de azoto (NO _x) provenientes de fornos de fusão	29
1.4.3.	Óxidos de enxofre (SO _x) provenientes de fornos de fusão	29
1.4.4.	Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão	30
1.4.5.	Metais provenientes de fornos de fusão	31
1.4.6.	Emissões provenientes de processos a jusante	31
1.5.	Conclusões MTD para a produção de vidro doméstico	32
1.5.1.	Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão	32
1.5.2.	Óxidos de azoto (NO _x) provenientes de fornos de fusão	33
1.5.3.	Óxidos de enxofre (SO _x) provenientes de fornos de fusão	35
1.5.4.	Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão	35
1.5.5.	Metais provenientes de fornos de fusão	36
1.5.6.	Emissões provenientes de processos a jusante	38
1.6.	Conclusões MTD para a produção de vidro especial	39
1.6.1.	Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão	39
1.6.2.	Óxidos de azoto (NO _x) provenientes de fornos de fusão	39
1.6.3.	Óxidos de enxofre (SO _x) provenientes de fornos de fusão	42
1.6.4.	Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão	42
1.6.5.	Metais provenientes de fornos de fusão	43
1.6.6.	Emissões provenientes de processos a jusante	43
1.7.	Conclusões MTD para a produção de lã mineral	44
1.7.1.	Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão	44
1.7.2.	Óxidos de azoto (NO _x) provenientes de fornos de fusão	45
1.7.3.	Óxidos de enxofre (SO _x) provenientes de fornos de fusão	46
1.7.4.	Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão	47
1.7.5.	Sulfureto de hidrogénio (H ₂ S) proveniente de fornos de fusão de lã de rocha	48
1.7.6.	Metais provenientes de fornos de fusão	48
1.7.7.	Emissões provenientes de processos a jusante	49
1.8.	Conclusões MTD para a produção de lãs de isolamento de alta temperatura	50
1.8.1.	Emissões de partículas provenientes da fusão e de processos a jusante	50
1.8.2.	Óxidos de azoto (NO _x) provenientes da fusão e de processos a jusante	51

1.8.3.	Óxidos de enxofre (SO _x) provenientes da fusão e de processos a jusante	52
1.8.4.	Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão	52
1.8.5.	Metais provenientes de fornos de fusão e de processos a jusante	53
1.8.6.	Compostos orgânicos voláteis provenientes de processos a jusante	53
1.9.	Conclusões MTD para a produção de fritas	54
1.9.1.	Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão	54
1.9.2.	Óxidos de azoto (NO _x) provenientes de fornos de fusão	54
1.9.3.	Óxidos de enxofre (SO _x) provenientes de fornos de fusão	55
1.9.4.	Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão	56
1.9.5.	Metais provenientes de fornos de fusão	56
1.9.6.	Emissões provenientes de processos a jusante	57
	Glossário:	58
1.10.	Descrição das técnicas	58
1.10.1.	Emissões de partículas	58
1.10.2.	Emissões de NO _x	58
1.10.3.	Emissões de SO _x	60
1.10.4.	Emissões de HCl e HF	60
1.10.5.	Emissões de metais	60
1.10.6.	Emissões gasosas combinadas (por exemplo SO _x , HCl, HF, compostos de boro)	61
1.10.7.	Emissões combinadas (sólidas + gasosas)	61
1.10.8.	Emissões provenientes das operações de corte, trituração e polimento	61
1.10.9.	Emissões de H ₂ S e COV	62

ÂMBITO DE APLICAÇÃO

As presentes conclusões MTD dizem respeito às atividades industriais especificadas no anexo I da Diretiva 2010/75/UE, nomeadamente:

- 3.3. Produção de vidro, incluindo fibras de vidro, com uma capacidade de fusão superior a 20 toneladas por dia;
- 3.4. Fusão de matérias minerais, incluindo a produção de fibras minerais, com uma capacidade de fusão superior a 20 toneladas por dia.

As presentes conclusões MTD não abrangem as seguintes atividades:

- Produção de vidro de água, abrangida pelo documento de referência Produtos Químicos Inorgânicos com Grande Volume de Produção - Produtos Sólidos e Outros (LVIC-S)
- Produção de fibras policristalinas
- Produção de espelhos, abrangida pelo documento de referência relativo ao tratamento de superfícies utilizando solventes orgânicos (STS)

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

Documentos de referência	Atividade
Emissões resultantes do armazenamento (EFS)	Armazenamento e manuseamento de matérias-primas
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
Princípios gerais de monitorização (MON)	Monitorização das emissões e dos consumos

As técnicas enumeradas e descritas nas presentes conclusões MTD não são vinculativas nem exaustivas. Podem utilizar-se outras técnicas, que garantam um nível de proteção ambiental pelo menos equivalente.

DEFINIÇÕES

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

Termo utilizado	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.
Novo forno	Um forno construído no local após a publicação das presentes conclusões MTD ou uma reconstrução total de um forno após a publicação das presentes conclusões MTD.
Reconstrução normal do forno	Uma reconstrução entre campanhas sem alterações significativas nos requisitos do forno ou na tecnologia, em que a estrutura do forno não sofre ajustamentos significativos e em que as dimensões do forno permanecem basicamente inalteradas. O refratário do forno e, sempre que necessário, os regeneradores são reparados mediante a substituição total ou parcial dos materiais.
Reconstrução total do forno	Uma reconstrução que implique uma alteração significativa dos requisitos do forno ou da tecnologia, com ajustamentos significativos ou substituição do forno e de equipamentos associados.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Períodos de amostragem e condições de referência para as emissões atmosféricas

Salvo disposição em contrário, os valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis (VEA às MTD) para as emissões atmosféricas indicados nas presentes conclusões MTD são aplicáveis nos termos das condições de referência indicadas no quadro 1. Todos os valores para as concentrações de gases residuais referem-se a condições normais: gás seco, temperatura 273,15 K, pressão 101,3 kPa.

Para medições descontínuas	Os VEA às MTD referem-se ao valor médio de três amostras de, pelo menos, 30 minutos cada; para fornos regenerativos, o período de amostragem deve abranger um mínimo de duas inversões da combustão das câmaras de regeneração
Para medições contínuas	Os VEA às MTD referem-se a valores médios diários

Quadro 1

Condições de referência para VEA às MTD relativos às emissões atmosféricas

Atividades	Unidade	Condições de referência	
Atividades de fusão	Forno de fusão convencional em bacias de fusão contínua	mg/Nm ³	8 % de oxigénio em volume.
	Forno de fusão convencional em bacias de fusão descontínua	mg/Nm ³	13 % de oxigénio em volume.
	Fornos de oxigénio/combustível	kg/tonelada de vidro fundido	A expressão dos valores de emissão medidos em mg/Nm ³ para uma concentração de oxigénio de referência não é aplicável.
	Fornos elétricos	mg/Nm ³ ou kg/tonelada de vidro fundido	A expressão dos valores de emissão medidos em mg/Nm ³ para uma concentração de oxigénio de referência não é aplicável.
	Fornos de fusão de fritas	mg/Nm ³ ou kg/tonelada de frita fundida	As concentrações referem-se a 15 % de oxigénio em volume. Sempre que for utilizada combustão a ar/gás, são aplicáveis os VEA às MTD expressos sob a forma de concentração das emissões (mg/Nm ³). Sempre que for utilizada apenas combustão a oxigénio/combustível, são aplicáveis os VEA às MTD expressos como emissões mássicas específicas (kg/tonelada de frita fundida). Sempre que for utilizada combustão a ar enriquecido com oxigénio/combustível, são aplicáveis os VEA às MTD expressos como concentração das emissões (mg/Nm ³) ou como emissões mássicas específicas (kg/tonelada de frita fundida).
	Todos os tipos de fornos	kg/tonelada de vidro fundido	As emissões mássicas específicas referem-se a uma tonelada de vidro fundido.
Atividades de não fusão incluindo processos a jusante	Todos os processos	mg/Nm ³	Sem correção de oxigénio.
	Todos os processos	kg/tonelada de vidro	As emissões mássicas específicas referem-se a uma tonelada de vidro produzido.

Conversão para a concentração de oxigénio de referência

A fórmula para calcular a concentração das emissões a um nível de oxigénio de referência (ver quadro 1) é apresentada *infra*.

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

em que:

E_R (mg/Nm³): concentração das emissões corrigida para o nível de oxigénio de referência O_R ;

O_R (vol %): nível de oxigénio de referência;

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

O_M (vol %): nível de oxigénio medido.

Conversão de concentrações em emissões mássicas específicas

Os VEA às MTD indicados nas secções 1.2 a 1.9 como emissões mássicas específicas (kg/tonelada de vidro fundido) baseiam-se no cálculo abaixo, exceto no que diz respeito aos fornos de oxigénio/combustível e, num número limitado de casos, à fusão elétrica, em que os VEA às MTD indicados em kg/tonelada de vidro fundido decorrem de dados específicos comunicados.

O procedimento de cálculo utilizado para a conversão de concentrações em emissões mássicas específicas é apresentado abaixo.

Emissão mássica específica (kg/tonelada de vidro fundido) = fator de conversão × concentração das emissões (mg/Nm³)

em que: fator de conversão = $(Q/P) \times 10^{-6}$;

com Q = volume de gás residual em Nm³/h;

P = volume de produção em toneladas de vidro fundido/h.

O volume de gás residual (Q) é determinado pelo consumo específico de energia, pelo tipo de combustível e pelo oxidante (ar, ar enriquecido com oxigénio e oxigénio com grau de pureza dependente do processo de produção). O consumo de energia é uma função complexa (predominantemente) do tipo de forno, do tipo de vidro e da percentagem de casco.

No entanto, vários fatores podem influenciar a relação entre a concentração e o débito mássico específico, incluindo:

- tipo de forno (temperatura de pré-aquecimento do ar, técnica de fusão);
- tipo de vidro produzido (energia necessária para a fusão);
- mix energético (combustíveis fósseis/reforço elétrico);
- tipo de combustível fóssil (petróleo, gás);
- tipo de oxidante (oxigénio, ar, ar enriquecido com oxigénio);
- percentagem de casco;
- composição da mistura a fundir;
- envelhecimento do forno;
- dimensões do forno.

Os fatores de conversão apresentados no quadro 2 foram utilizados para converter VEA às MTD de concentrações em emissões mássicas específicas.

Os fatores de conversão foram determinados com base em fornos eficientes em termos energéticos e referem-se apenas a fornos alimentados exclusivamente a ar/combustível.

Quadro 2

Fatores indicativos utilizados para converter mg/Nm³ em kg/tonelada de vidro fundido com base em fornos energeticamente eficientes alimentados a ar/combustível

Setores	Fatores para converter mg/Nm ³ em kg/tonelada de vidro fundido	
Vidro plano	$2,5 \times 10^{-3}$	
Vidro de embalagem	Em geral	$1,5 \times 10^{-3}$
	Casos específicos (1)	Estudo caso a caso (frequentemente $3,0 \times 10^{-3}$)
Fibra de vidro de filamento contínuo	$4,5 \times 10^{-3}$	

Setores		Fatores para converter mg/Nm ³ em kg/tonelada de vidro fundido
Vidro doméstico	Carbonato de sódio e calcário	$2,5 \times 10^{-3}$
	Casos específicos ⁽²⁾	Estudo caso a caso (entre $2,5$ e $> 10 \times 10^{-3}$; frequentemente $3,0 \times 10^{-3}$)
Lã mineral	Lã de vidro	2×10^{-3}
	Cúpula de lã de rocha	$2,5 \times 10^{-3}$
Vidro especial	Vidro para televisores (painéis)	3×10^{-3}
	Vidro para televisores (funil)	$2,5 \times 10^{-3}$
	Borossilicato (tubo)	4×10^{-3}
	Vitrocerâmica	$6,5 \times 10^{-3}$
	Vidro para iluminação (carbonato de sódio e calcário)	$2,5 \times 10^{-3}$
Fritas		Estudo caso a caso (entre $5 - 7,5 \times 10^{-3}$)

⁽¹⁾ Os casos específicos correspondem a casos menos favoráveis (p. ex. pequenos fornos especiais com uma produção geralmente inferior a 100 toneladas/dia e uma percentagem de casco inferior a 30 %). Esta categoria representa apenas 1 ou 2 % da produção de vidro de embalagem.

⁽²⁾ Casos específicos correspondentes a casos menos favoráveis e/ou vidros que não os de base de carbonato de sódio e calcário: borossilicatos, vitrocerâmica, vidro cristal e, com menos frequência, cristal de chumbo.

DEFINIÇÕES PARA DETERMINADOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS:

Para efeitos das presentes conclusões MTD e dos VEA às MTD mencionados nas secções 1.2 a 1.9, entende-se por:

NO _x , expressos como NO ₂	O total de óxido de azoto (NO) e dióxido de azoto (NO ₂), expresso como NO ₂
SO _x , expressos como SO ₂	O total 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

PERÍODOS DE AMOSTRAGEM PARA A DESCARGA DE ÁGUAS RESIDUAIS

Salvo disposição em contrário, os valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis (VEA às MTD) para as emissões de águas residuais indicados nas presentes conclusões MTD referem-se ao valor médio de uma amostra composta recolhida ao longo de um período de duas horas ou de 24 horas.

1.1. Conclusões MTD gerais para a produção de vidro

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

As MTD específicas de cada processo incluídas nas secções 1.2 a 1.9 aplicam-se em complemento das MTD gerais mencionadas na presente secção.

1.1.1. Sistemas de gestão ambiental

1. É MTD implementar e respeitar um sistema de gestão ambiental (SGA) que incorpore todos os seguintes elementos:

- i. Empenho das chefias, incluindo chefias 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 conjugação com planeamento financeiro e investimento;
- iv. Implementação de procedimentos prestando particular atenção a:
 - a) estrutura e responsabilidade,
 - b) formação, consciencialização e competência,
 - c) comunicação,
 - d) envolvimento dos trabalhadores,
 - e) documentação,
 - f) controlo eficiente do processo,
 - g) programas de manutenção,
 - h) preparação e capacidade de resposta em situações de emergência,
 - i) salvaguardar o cumprimento da legislação ambiental;
- v. Verificação do desempenho e medidas corretivas, prestando particular atenção a:
 - a) monitorização e medição (ver também o documento de referência sobre os Princípios Gerais de Monitorização),
 - b) ação corretiva e preventiva,
 - c) manutenção de registos,
 - d) auditoria independente (sempre que praticável) interna ou 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 pelos quadros superiores quanto à respetiva aptidão, adequação e eficácia continuadas;
- vii. Acompanhamento do desenvolvimento de tecnologias mais limpas;
- viii. 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 comparativas (benchmarking) setoriais.

Aplicabilidade

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

1.1.2. Eficiência energética

2. É MTD reduzir o consumo específico de energia utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica	Aplicabilidade
i. Otimização de processos, através do controlo dos parâmetros operacionais	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Manutenção regular do forno de fusão	
iii. Otimização do <i>design</i> do forno e da seleção da técnica de fusão	Aplicável a novas instalações. Para as instalações existentes, a implementação requer uma reconstrução total do forno.
iv. Aplicação de técnicas de controlo da combustão	Aplicável a fornos de ar/combustível e de oxigénio/combustível.

Técnica	Aplicabilidade
v. Utilização de níveis crescentes de casco, quando disponível e técnica e economicamente viável	Não aplicável aos setores de fibra de vidro de filamento contínuo, lâ de isolamento de alta temperatura e fritas.
vi. Utilização de uma caldeira de calor residual para recuperação de energia, quando técnica e economicamente viável	Aplicável a fornos de ar/combustível e de oxigénio/combustível. A aplicabilidade e a viabilidade económica da técnica são ditadas pela eficiência global que possa ser obtida, incluindo a utilização eficaz do vapor gerado.
vii. Utilização de pré-aquecimento da mistura a fundir e do casco, quando técnica e economicamente viável	Aplicável a fornos de ar/combustível e de oxigénio/combustível. A aplicabilidade restringe-se normalmente a misturas a fundir com mais de 50 % de casco.

1.1.3. Armazenagem e manuseamento de matérias

3. É MTD evitar, ou quando tal não for praticável, reduzir as emissões de partículas difusas decorrentes da armazenagem e do manuseamento de matérias sólidas, utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

I. Armazenagem de matérias-primas

- i. Armazenar matérias pulverulentas a granel em silos fechados equipados com sistemas de redução de partículas (por exemplo filtros de mangas);
- ii. Armazenar matérias finas em contentores fechados ou sacos selados;
- iii. Armazenar em local abrigado as pilhas de matérias grosseiras que libertem pó;
- iv. Utilizar veículos de limpeza de estradas e técnicas de humedecimento.

II. Manuseamento de matérias-primas

Técnica	Aplicabilidade
i. Para matérias que são transportados à superfície, utilizar transportadores fechados para evitar perdas de matérias	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Quando é utilizado transporte pneumático, aplicar um sistema selado equipado com um filtro para limpar o ar de transporte antes de este ser libertado	
iii. Humedecimento da mistura a fundir	A utilização desta técnica é limitada pelas consequências negativas na eficiência energética do forno. Podem aplicar-se restrições à formulação de algumas misturas, mais concretamente para a produção de vidro de borossilicato.
iv. Aplicação de uma pressão ligeiramente negativa dentro do forno	Aplicável apenas como aspeto inerente à operação (p. ex. fornos de fusão para a produção de fritas) devido ao impacto negativo na eficiência energética do forno.
v. Utilização de matérias-primas que não provoquem fenómenos de decrepitação (principalmente dolomite e calcário). Estes fenómenos consistem em minerais que «crepitam» quando expostos ao calor, com um consequente aumento potencial das emissões de partículas	Aplicável dentro dos condicionamentos associados à disponibilidade de matérias-primas.
vi. Utilização de uma extração que ventile para um sistema de filtros nos processos passíveis de gerar partículas (por exemplo abertura de sacos, mistura de lotes de fritas, eliminação de partículas dos filtros de mangas, bacia de fusão de abóbada fria)	As técnicas são de aplicação geral.
vii. Utilização de alimentadores de hélice fechados	
viii. Isolamento das bolsas de alimentação	De aplicação geral. Pode ser necessário arrefecimento para evitar danos no equipamento.

4. É MTD evitar ou, quando tal não for praticável, reduzir as emissões gasosas difusas decorrentes da armazenagem e do manuseamento de matérias-primas voláteis utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

- i. Utilização nos tanques de tinta com baixa absorção solar para a armazenagem a granel sujeita a mudanças de temperatura devido ao aquecimento solar.
- ii. Controlo da temperatura de armazenagem das matérias-primas voláteis.
- iii. Isolamento dos tanques para armazenagem de matérias-primas voláteis.
- iv. Gestão de existências.
- v. Utilização de tanques de teto flutuante para armazenagem de grandes quantidades de produtos petrolíferos voláteis.
- vi. Utilização de sistemas de transferência do retorno de vapores na transferência de fluidos voláteis (por exemplo de camiões cisterna para o tanque de armazenagem).
- vii. Utilização de reservatórios flexíveis para armazenagem de matérias-primas líquidas.
- viii. Utilização de válvulas de pressão/vácuo nos tanques concebidos para resistir a flutuações de pressão.
- ix. Aplicação de um tratamento de descarga (por exemplo adsorção, absorção, condensação) na armazenagem de matérias perigosas.
- x. Aplicação de um preenchimento subsuperficial na armazenagem de líquidos com tendência para produzir espuma.

1.1.4. Técnicas primárias gerais

5. É MTD reduzir o consumo de energia e as emissões atmosféricas procedendo a uma monitorização constante dos parâmetros operacionais e uma manutenção programada do forno de fusão.

Técnica	Aplicabilidade
A técnica consiste numa série de operações de monitorização e manutenção que podem ser utilizadas individualmente ou em combinação adequada ao tipo de forno, com o intuito de minimizar os efeitos de envelhecimento no forno, tais como selar o forno e os blocos do queimador, manter o isolamento máximo, controlar as condições de chama estabilizada, controlar a razão ar/combustível, etc.	Aplicável a fornos regenerativos, recuperativos e de oxigénio/combustível. A aplicabilidade a outros tipos de fornos requer uma avaliação específica da instalação.

6. É MTD proceder a uma seleção e a um controlo criteriosos de todas as substâncias e matérias-primas que entrem no forno de fusão, a fim de reduzir ou evitar as emissões atmosféricas, utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica	Aplicabilidade
i. Utilização de matérias-primas e casco externo com baixo nível de impurezas (por exemplo metais, cloretos, fluoretos)	Aplicável dentro dos condicionalismos inerentes ao tipo de vidro produzido na instalação e à disponibilidade de matérias-primas e combustíveis.
ii. Utilização de matérias-primas alternativas (por exemplo menos voláteis)	
iii. Utilização de combustíveis com baixo teor de impurezas metálicas	

7. É MTD proceder regularmente à monitorização das emissões e/ou de outros parâmetros relevantes para o processo, incluindo o seguinte:

Técnica	Aplicabilidade
i. Monitorização contínua de parâmetros essenciais ao processo para garantir a estabilidade do mesmo, por exemplo temperatura, alimentação de combustível e caudal de ar	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Monitorização regular dos parâmetros do processo para evitar/reduzir a poluição, por exemplo teor de O ₂ dos gases de combustão para controlar a razão combustível/ar.	
iii. Medições em contínuo das emissões de partículas, NO _x e SO ₂ ou medições descontínuas pelo menos duas vezes por ano, associadas ao controlo de parâmetros alternativos para garantir que o sistema de tratamento está a funcionar devidamente entre as medições	
iv. Medições em contínuo ou periódicas de emissões de NH ₃ , sempre que forem aplicadas técnicas de redução catalítica seletiva (RCS) ou redução não catalítica seletiva (RNCS)	As técnicas são de aplicação geral.
v. Medições em contínuo ou periódicas regulares das emissões de CO sempre que forem aplicadas técnicas primárias ou técnicas de redução química por combustível para a redução de emissões de NO _x ou quando possa ocorrer combustão parcial	
vi. Medições periódicas regulares das emissões de HCl, HF, CO e metais, mais concretamente sempre que forem utilizadas matérias-primas que contenham essas substâncias ou possa ocorrer combustão parcial	As técnicas são de aplicação geral.
vii. Monitorização em contínuo de parâmetros alternativos para garantir que o sistema de tratamento de gases residuais está a funcionar devidamente e que os valores de emissão são mantidos entre as medições descontínuas. A monitorização de parâmetros alternativos inclui: alimentação de reagente, temperatura, alimentação de água, tensão, remoção de partículas, velocidade do(s) ventilador(es), etc.	

8. É MTD operar os sistemas de tratamento de gases residuais durante as condições normais de operação com capacidade e disponibilidade ótimas para evitar ou reduzir as emissões

Aplicabilidade

Podem ser definidos procedimentos especiais para condições de operação específicas, mais concretamente:

- i. Durante as operações de arranque e desligamento;
- ii. Durante outras operações especiais que possam afetar o correto funcionamento dos sistemas (por exemplo trabalhos de manutenção normais e extraordinários e operações de limpeza do forno e/ou do sistema de tratamento de gases residuais, ou alteração substancial da produção);
- iii. Em caso de caudal dos gases residuais ou temperatura insuficientes que impeçam a utilização do sistema na capacidade total.

9. É MTD limitar as emissões de monóxido de carbono (CO) do forno de fusão, sempre que forem aplicadas técnicas primárias ou redução química por combustível, para redução das emissões de NO_x

Técnica	Aplicabilidade
As técnicas primárias para redução das emissões de NO _x baseiam-se em modificações da combustão (por exemplo redução da razão ar/combustível, queimadores de combustão por etapas com baixa emissão de NO _x , etc.). A redução química por combustível consiste na adição de hidrocarbonetos ao fluxo de gás residual para reduzir o NO _x formado no forno. O aumento das emissões de CO devido à aplicação destas técnicas pode ser limitado através de um controlo cuidadoso dos parâmetros operacionais.	Aplicável em fornos convencionais de ar/combustível.

Quadro 3

VEA às MTD para emissões de monóxido de carbono provenientes dos fornos de fusão

Parâmetro	VEA às MTD
Monóxido de carbono, expresso como CO	< 100 mg/Nm ³

10. É MTD limitar as emissões de amoníaco (NH₃), sempre que forem aplicadas técnicas de redução catalítica seletiva (RCS) ou redução não catalítica seletiva (RNCS) para uma redução altamente eficiente das emissões de NO_x

Técnica	Aplicabilidade
A técnica consiste em adotar e manter as condições de operação adequadas dos sistemas de tratamento dos gases residuais por RCS ou RNCS, com o objetivo de limitar as emissões de amoníaco que não reagiu	Aplicável a fornos de fusão equipados com RCS ou RNCS.

Quadro 4

VEA às MTD para as emissões de amoníaco, sempre que forem aplicadas técnicas de RCS ou RNCS

Parâmetro	VEA às MTD (1)
Amoníaco, expresso como NH ₃	< 5 – 30 mg/Nm ³

(1) Os valores mais altos estão associados à admissão de concentrações mais elevadas de NO_x, a taxas de redução mais elevadas e ao envelhecimento do catalisador.

11. É MTD reduzir as emissões de boro do forno de fusão, sempre que forem utilizados compostos de boro na formulação da mistura a fundir, utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica (1)	Aplicabilidade
i. Operação de um sistema de filtração a uma temperatura adequada para potenciar a separação de compostos de boro em estado sólido, tendo em consideração que algumas espécies de ácido bórico podem estar presentes nos gases libertados sob a forma de compostos gasosos a temperaturas inferiores a 200 °C, mas também a temperaturas de 60 °C	A aplicabilidade a instalações existentes pode ser limitada por condicionalismos técnicos associados à localização e às características do sistema de filtros existente.
ii. Utilização de depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A aplicabilidade pode ser limitada por uma menor eficiência na remoção de outros poluentes gasosos (SO _x , HCl, HF) provocada pela deposição de compostos de boro na superfície do reagente alcalino seco.
iii. Utilização de lavadores	A aplicabilidade a instalações existentes pode ser limitada pela necessidade de um tratamento específico de águas residuais.

(1) É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.1, 1.10.4 e 1.10.6.

Monitorização

A monitorização das emissões de boro deve ser efetuada de acordo com uma metodologia específica que permita medir formas sólidas e gasosas e determinar a remoção efetiva destas espécies dos gases libertados.

1.1.5. Emissões para a água provenientes dos processos de fabrico de vidro

12. É MTD reduzir o consumo de água utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica	Aplicabilidade
i. Minimização de derrames e fugas	A técnica é de aplicação geral.
ii. Reutilização de águas de arrefecimento e de limpeza após tratamento	A técnica é de aplicação geral. A recirculação da água de depuração é aplicável à maioria dos sistemas de depuração; no entanto, pode ser necessário descarregar e substituir periodicamente o meio de depuração.

Técnica	Aplicabilidade
iii. Operação de um sistema de recirculação de água quase fechado, se tal for técnica e economicamente exequível	A aplicabilidade desta técnica pode ser limitada por condicionalismos associados à gestão de segurança do processo de produção. Mais concretamente: <ul style="list-style-type: none"> — pode ser utilizado arrefecimento de circuito aberto sempre que as questões de segurança assim o exijam (por exemplo para evitar incidentes quando é necessário arrefecer grandes quantidades de vidro); — a água utilizada em alguns processos específicos (por exemplo atividades a jusante no setor da fibra de vidro de filamento contínuo, polimento a ácido nos setores do vidro especial e doméstico, etc.) pode ter de ser descarregada na totalidade ou em parte para o sistema de tratamento de águas residuais.

13. É MTD reduzir a carga de emissões poluentes nas descargas de águas residuais, utilizando um ou uma combinação dos seguintes sistemas de tratamento de águas residuais:

Técnica	Aplicabilidade
i. Técnicas normalizadas de controlo da poluição, tais como decantação, gradagem, escumação, neutralização, filtração, arejamento, precipitação, coagulação e floculação, etc. Técnicas normalizadas de boas práticas para controlo de emissões provenientes da armazenagem de matérias-primas e produtos intermédios líquidos, tais como contenção, inspeção/ensaio de tanques, proteção contra transbordo, etc.	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Sistemas de tratamento biológico, tais como lamas ativadas, biofiltração para remover/degradar os compostos orgânicos	A aplicabilidade está limitada aos setores que utilizem substâncias orgânicas no processo de produção (por exemplo setores da fibra de vidro de filamento contínuo e da lâ mineral).
iii. Descarga para estações de tratamento de águas residuais municipais	Aplicável às instalações em que é necessária uma redução adicional dos poluentes.
iv. Reutilização externa das águas residuais	A aplicabilidade é geralmente limitada ao setor das fritas (possível reutilização na indústria cerâmica).

Quadro 5

VEA às MTD para a descarga nas águas de superfície de águas residuais provenientes da produção de vidro

Parâmetro ⁽¹⁾	Unidade	VEA às MTD ⁽²⁾ (amostra de compósito)
pH	—	6,5 – 9
Sólidos totais em suspensão	mg/l	< 30
Carência química de oxigénio (CQO)	mg/l	< 5 – 130 ⁽³⁾
Sulfatos, expressos como SO ₄ ²⁻	mg/l	< 1 000
Fluoretos, expressos como F ⁻	mg/l	< 6 ⁽⁴⁾
Hidrocarbonetos totais	mg/l	< 15 ⁽⁵⁾
Chumbo, expresso como Pb	mg/l	< 0,05 – 0,3 ⁽⁶⁾
Antimónio, expresso como Sb	mg/l	< 0,5
Arsénio, expresso como As	mg/l	< 0,3
Bário, expresso como Ba	mg/l	< 3,0

Parâmetro ⁽¹⁾	Unidade	VEA às MTD ⁽²⁾ (amostra de composto)
Zinco, expresso como Zn	mg/l	< 0,5
Cobre, expresso como Cu	mg/l	< 0,3
Crómio, expresso como Cr	mg/l	< 0,3
Cádmio, expresso como Cd	mg/l	< 0,05
Estanho, expresso como Sn	mg/l	< 0,5
Níquel, expresso como Ni	mg/l	< 0,5
Amoníaco, expresso como NH ₄	mg/l	< 10
Boro, expresso como B	mg/l	< 1 – 3
Fenol	mg/l	< 1

⁽¹⁾ A relevância das substâncias poluentes listadas no quadro depende do setor da indústria do vidro e das diferentes atividades desenvolvidas na instalação.

⁽²⁾ Os valores referem-se a uma amostra composta recolhida ao longo de um período de duas horas ou 24 horas.

⁽³⁾ Para o setor da fibra de vidro de filamento contínuo, o VEA às MTD é < 200 mg/l.

⁽⁴⁾ O valor refere-se a água tratada proveniente de atividades que envolvam polimento a ácido.

⁽⁵⁾ Em geral, os hidrocarbonetos totais são compostos por óleos minerais.

⁽⁶⁾ O valor mais elevado da gama é associado a processos a jusante para a produção de cristal de chumbo.

1.1.6. Resíduos provenientes dos processos de fabrico de vidro

14. É MTD reduzir a produção de resíduos sólidos a eliminar, utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica	Aplicabilidade
i. Reciclagem de matérias residuais da mistura a fundir, sempre que os requisitos de qualidade o permitam	A aplicabilidade pode ser limitada pelos condicionamentos associados à qualidade do produto final de vidro.
ii. Minimização de perdas de matérias durante a armazenagem e o manuseamento das matérias-primas	A técnica é de aplicação geral.
iii. Reciclagem de casco interno proveniente de produção rejeitada	De modo geral, não aplicável aos setores de fibra de vidro de filamento contínuo, lâ de isolamento de alta temperatura e fritas.
iv. Reciclagem de partículas na formulação da mistura a fundir, sempre que os requisitos de qualidade o permitam	A aplicabilidade pode ser limitada por diferentes fatores: <ul style="list-style-type: none"> — requisitos de qualidade do produto final de vidro; — percentagem de casco utilizado na formulação da mistura a fundir; — potenciais fenómenos de arrastamento de partículas e corrosão dos materiais refratários; — condicionamentos inerentes ao balanço de massa do enxofre.
v. Valorização de resíduos sólidos e/ou lamas através de utilização apropriada no local (por exemplo lamas provenientes do tratamento de águas) ou em outras indústrias	De aplicação geral no setor do vidro doméstico (para lamas de corte de cristal de chumbo) e no setor do vidro de embalagem (partículas finas de vidro misturadas com óleo). Aplicabilidade limitada a outros setores de produção de vidro devido a composição imprevisível e contaminada, baixos volumes e viabilidade económica.
vi. Valorização de materiais refratários em fim de vida para possível utilização em outras indústrias	A aplicabilidade é limitada pelos condicionamentos impostos pelos fabricantes de materiais refratários e potenciais utilizadores finais.
vii. Aplicação de tijolos à base de resíduos prensados ligados com cimento para reciclagem em altos-fornos de cúpula em que os requisitos de qualidade o permitam	A aplicabilidade de tijolos à base de resíduos prensados ligados com cimento está limitada ao setor da lâ de rocha. Deve efetuar-se uma abordagem de compromisso entre as emissões para a atmosfera e a geração de resíduos sólidos.

1.1.7. Ruído proveniente dos processos de fabrico de vidro

15. É MTD reduzir as emissões de ruído utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

- i. Proceder a uma avaliação do ruído ambiental e formular um plano de gestão do ruído apropriado para o ambiente local;
- ii. Isolar os equipamentos/operações ruidosos numa estrutura/unidade em separado;
- iii. Utilizar taludes que atuem como barreira à fonte de ruído;
- iv. Desenvolver atividades ruidosas no exterior durante o dia;
- v. Utilizar paredes ou barreiras naturais (árvores, arbustos) para proteção contra o ruído entre a instalação e a área protegida, com base nas condições locais.

1.2. Conclusões MTD para a produção de vidro de embalagem

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações de produção de vidro de embalagem.

1.2.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão

16. É MTD reduzir as emissões de partículas provenientes dos gases residuais do forno de fusão aplicando um sistema de limpeza dos gases libertados, como por exemplo um precipitador eletrostático ou um filtro de mangas.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
Os sistemas de limpeza dos gases libertados consistem em técnicas de fim de linha baseadas na filtração de todos as matérias que se encontrem no estado sólido no ponto de medição	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição dos sistemas de filtração (por exemplo precipitador eletrostático, filtro de mangas) na secção 1.10.1.

Quadro 6

VEA às MTD para emissões de partículas provenientes do forno de fusão no setor do vidro de embalagem

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Partículas	< 10 – 20	< 0,015 – 0,06

⁽¹⁾ Foram utilizados os fatores de conversão de $1,5 \times 10^{-3}$ e 3×10^{-3} para determinar respetivamente os valores mais baixo e mais alto da gama.

1.2.2. Óxidos de azoto (NO_x) provenientes de fornos de fusão

17. É MTD reduzir as emissões de NO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

I. Técnicas primárias, tais como:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Modificações da combustão	
a) Redução da razão ar/combustível	Aplicável em fornos convencionais a ar/combustível. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
b) Temperatura reduzida do ar de combustão	Aplicável apenas sob circunstâncias específicas da instalação, devido a uma menor eficiência do forno e a um consumo de combustível mais elevado (por exemplo utilização de fornos recuperativos em vez de fornos regenerativos).

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
c) Combustão por etapas: — Distribuição do ar — Distribuição do combustível	A distribuição de combustível é aplicável à maioria dos fornos a ar/combustível. A distribuição de ar possui aplicabilidade muito limitada devido à respetiva complexidade técnica.
d) Recirculação dos gases de combustão	A aplicabilidade desta técnica está limitada à utilização de queimadores especiais com recirculação automática dos gases residuais.
e) Queimadores com baixa emissão de NO _x	A técnica é de aplicação geral. Os benefícios ambientais alcançados são geralmente mais baixos para aplicações em fornos de combustão cruzada a gás, devido a condicionalismos técnicos e a um menor grau de flexibilidade do forno. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
f) Escolha do combustível	A aplicabilidade está limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade dos diferentes tipos de combustível, que pode ser afetada pelas políticas de energia do Estado-Membro.
ii. <i>Design</i> especial do forno	A aplicabilidade está limitada a misturas a fundir com formulações que contenham níveis elevados de casco externo (> 70 %). A aplicação requer uma reconstrução total do forno de fusão. O formato do forno (comprido e estreito) pode impor limitações de espaço.
iii. Fusão elétrica	Não aplicável à produção de grandes volumes de vidro (> 300 toneladas/dia). Não aplicável à produção que exija grandes variações de extração. A implementação requer a reconstrução total do forno.
iv. Fusão a oxigénio/combustível	Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas durante uma reconstrução total do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

II. Técnicas secundárias, tais como:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Redução catalítica seletiva (RCS)	A aplicação pode exigir uma atualização do sistema de redução de partículas para garantir uma concentração de partículas inferior a 10 - 15 mg/Nm ³ e um sistema de dessulfuração para remoção das emissões de SO _x . Devido à gama ótima de temperatura de operação, a aplicabilidade está limitada à utilização de precipitadores eletrostáticos. Em geral, esta técnica não é utilizada com o sistema de filtro de mangas, porque a baixa temperatura de operação, entre 180 - 200 °C, iria exigir o reaquecimento dos gases residuais. A implementação desta técnica pode requerer uma disponibilidade de espaço significativa.
ii. Redução não catalítica seletiva (RNCS)	Esta técnica é aplicável a fornos recuperativos. Aplicabilidade muito limitada em fornos regenerativos convencionais, em que é difícil aceder à gama de temperatura correta ou que não permitem uma boa mistura dos gases libertados com o reagente. Pode ser aplicável em fornos regenerativos novos equipados com câmaras de regeneração múltiplas; no entanto, a gama de temperatura é difícil de manter devido à inversão da combustão entre as câmaras, que provoca uma mudança cíclica da temperatura.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

Quadro 7

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro de embalagem

Parâmetro	MTD	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Modificações da combustão, <i>design</i> especial dos fornos ⁽²⁾ ⁽³⁾	500 – 800	0,75 – 1,2
	Fusão elétrica	< 100	< 0,3
	Fusão a oxigénio/combustível ⁽⁴⁾	Não aplicável	< 0,5 – 0,8
	Técnicas secundárias	< 500	< 0,75

⁽¹⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 para casos gerais ($1,5 \times 10^{-3}$), com exceção da fusão elétrica (casos específicos: 3×10^{-3}).

⁽²⁾ O valor mais baixo refere-se à utilização de *designs* especiais dos fornos, onde aplicável.

⁽³⁾ Estes valores devem ser reconsiderados aquando de uma reconstrução normal ou total do forno de fusão.

⁽⁴⁾ Os valores alcançáveis dependem da qualidade do gás natural e do oxigénio disponíveis (teor de azoto).

18. Sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir e/ou sejam necessárias condições especiais de combustão oxidante no forno de fusão para garantir a qualidade do produto final, é MTD reduzir as emissões de NO_x, minimizando a utilização destas matérias-primas, em combinação com técnicas primárias ou secundárias

Os VEA às MTD são indicados no quadro 7.

Caso sejam utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir para campanhas curtas ou para fornos de fusão com capacidade < 100 t/dia, os VEA às MTD são indicados no quadro 8.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
<p>Técnicas primárias:</p> <p>— minimizar a utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir</p> <p>A utilização de nitratos é aplicada para produtos de qualidade muito elevada (frascaria, frascos de perfume e recipientes para cosmética).</p> <p>São matérias alternativas eficazes sulfatos, óxidos de arsénio e óxido de cério.</p> <p>A aplicação de modificações no processo (por exemplo condições especiais de combustão oxidante) representa uma alternativa à utilização de nitratos.</p>	<p>A substituição dos nitratos na formulação da mistura a fundir pode estar limitada pelos custos elevados e/ou por um maior impacto ambiental das matérias alternativas.</p>

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

Quadro 8

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro de embalagem, sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir e/ou existam condições especiais de combustão oxidante em casos de campanhas curtas ou para fornos de fusão com capacidade < 100 t/dia

Parâmetro	MTD	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Técnicas primárias	< 1 000	< 3

⁽¹⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 para casos específicos (3×10^{-3}).

1.2.3. Óxidos de enxofre (SO_x) provenientes de fornos de fusão

19. É MTD reduzir as emissões de SO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.
ii. Minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do enxofre	A minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir é geralmente aplicável dentro dos condicionamentos inerentes aos requisitos de qualidade do produto final de vidro. A aplicação da otimização do balanço de massa do enxofre requer uma abordagem de compromisso entre a eliminação de emissões de SO _x e a gestão de resíduos sólidos (partículas dos filtros). A redução eficaz das emissões de SO _x depende da retenção de compostos de enxofre no vidro, que podem variar significativamente dependendo do tipo de vidro.
iii. Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre	A aplicabilidade pode estar limitada pelos condicionamentos associados à disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.3.

Quadro 9

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro de embalagem

Parâmetro	Combustível	VEA às MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽³⁾
SO _x , expressos como SO ₂	Gás natural	< 200 – 500	< 0,3 – 0,75
	Fuelóleo ⁽⁴⁾	< 500 – 1 200	< 0,75 – 1,8

⁽¹⁾ Relativamente a tipos especiais de vidro colorido (por exemplo vidros verdes reduzidos), preocupações relacionadas com os valores de emissões alcançáveis podem implicar a verificação do balanço de massa do enxofre. Os valores indicados no quadro podem ser difíceis de alcançar em combinação com a reciclagem das partículas dos filtros e a taxa de reciclagem de casco externo.

⁽²⁾ Os valores mais baixos estão associados a condições em que a redução de SO_x possui maior prioridade em relação a uma menor produção de resíduos sólidos correspondentes a poeira dos filtros com elevado teor de sulfatos.

⁽³⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 para casos gerais ($1,5 \times 10^{-3}$).

⁽⁴⁾ Os valores de emissões associados estão relacionados com a utilização de fuelóleo com teor de enxofre de 1 % em combinação com técnicas secundárias de redução das emissões.

1.2.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão

20. É MTD reduzir as emissões de HCl e HF provenientes dos fornos de fusão (possivelmente combinadas com gases libertados das atividades de tratamento de superfície a quente), utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionamentos inerentes ao tipo de vidro produzido na instalação e à disponibilidade de matérias-primas.
ii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.4.

Quadro 10

VEA às MTD para emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão no setor do vidro de embalagem

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl ⁽²⁾	< 10 – 20	< 0,02 – 0,03
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	< 1 – 5	< 0,001 – 0,008

⁽¹⁾ Foi aplicado o fator de conversão para casos gerais indicado no quadro 2 ($1,5 \times 10^{-3}$).

⁽²⁾ Os valores mais altos estão associados ao tratamento simultâneo de gases provenientes de operações de tratamento de superfície a quente.

1.2.5. Metais provenientes de fornos de fusão

21. É MTD reduzir as emissões de partículas metálicas provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas com baixo teor de metais para a formulação da mistura a fundir	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionamentos impostos pelo tipo de vidro produzido na instalação e pela disponibilidade de matérias-primas.
ii. Minimização da utilização de compostos metálicos na formulação da mistura a fundir, quando for necessário colorir ou descorar o vidro, sujeita aos requisitos de qualidade do vidro para consumo humano	
iii. Aplicação de um sistema de filtração (filtro de mangas ou precipitador eletrostático)	As técnicas são de aplicação geral.
iv. Aplicação de depuração a seco ou por via semiseca, em combinação com um sistema de filtração	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.5.

Quadro 11

VEA às MTD para emissões de metais provenientes do forno de fusão no setor do vidro de embalagem

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽⁴⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2 – 1 ⁽⁵⁾	< 0,3 – $1,5 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 5	< 1,5 – $7,5 \times 10^{-3}$

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Os valores mais baixos são VEA às MTD sempre que não forem utilizados intencionalmente compostos metálicos na formulação da mistura a fundir.

⁽³⁾ Os valores superiores estão associados à utilização de metais para colorir e descorar o vidro, ou sempre que os gases libertados das operações de tratamento de superfície a quente forem tratados em conjunto com as emissões do forno de fusão.

⁽⁴⁾ Foi aplicado o fator de conversão para casos gerais indicado no quadro 2 ($1,5 \times 10^{-3}$).

⁽⁵⁾ Em casos específicos, quando é produzido cristal ótico de alta qualidade que requer maiores quantidades de selénio para descorar (dependendo das matérias-primas), são registados valores mais elevados, que podem atingir 3 mg/Nm³.

1.2.6. Emissões provenientes de processos a jusante

22. Sempre que forem utilizados compostos de estanho, organoestânicos ou de titânio para operações de tratamento de superfície a quente, é MTD reduzir as emissões utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica	Aplicabilidade
i. Minimização das perdas de produto de tratamento de superfície garantindo uma boa estanquidade do sistema de aplicação e utilizando um exaustor eficaz. A boa construção e estanquidade do sistema de aplicação são essenciais para minimizar as perdas de produto por reagir para o ar.	A técnica é de aplicação geral.

Técnica	Aplicabilidade
<p>ii. Combinação dos gases provenientes das operações de tratamento de superfície com os gases residuais do forno de fusão ou com o ar de combustão do forno, sempre que for aplicado um sistema de tratamento secundário (filtro e depuração a seco ou por via semisseca).</p> <p>Com base na compatibilidade química, os gases residuais das operações de tratamento de superfície podem ser combinados com outros gases libertados antes do tratamento. Podem ser aplicadas as duas opções seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> — combinação com os gases provenientes do forno de fusão, a montante de um sistema secundário de redução das emissões (depuração a seco ou por via semisseca acrescido de sistema de filtração); — combinação com o ar de combustão antes de entrar no regenerador, seguido de um tratamento secundário para redução dos gases residuais gerados durante o processo de fusão (depuração a seco ou por via semisseca + sistema de filtração). 	<p>A combinação com gases provenientes do forno de fusão é de aplicação geral.</p> <p>A combinação com ar de combustão pode ser afetada por condicionalismos técnicos, devido a efeitos potenciais sobre a química do vidro e os materiais do regenerador.</p>
<p>iii. Aplicação de uma técnica secundária, por exemplo recurso a lavadores ou depuração a seco acrescida de filtração ⁽¹⁾.</p>	<p>As técnicas são de aplicação geral.</p>

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.4 e 1.10.7.

Quadro 12

VEA às MTD para emissões atmosféricas provenientes de atividades de tratamento de superfície a quente no setor do vidro de embalagem sempre que os gases libertados das operações a jusante forem tratados em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Partículas	< 10
Compostos de titânio, expressos como Ti	< 5
Compostos de estanho, incluindo organoestânicos, expressos como Sn	< 5
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl	< 30

23. Sempre que for utilizado SO₃ nas operações de tratamento de superfícies, é MTD reduzir as emissões de SO_x utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
<p>i. Minimização de perdas de produto, garantindo uma boa estanquidade do sistema de aplicação</p> <p>A boa construção e manutenção do sistema de aplicação são essenciais para minimizar as perdas de produto por reagir para o ar.</p>	<p>As técnicas são de aplicação geral.</p>
<p>ii. Aplicação de uma técnica secundária, por exemplo recurso a lavadores</p>	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.6.

Quadro 13

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes de atividades a jusante sempre que for utilizado SO₃ nas operações de tratamento de superfícies no setor do vidro de embalagem, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
SO _x , expressos como SO ₂	< 100 – 200

1.3. Conclusões MTD para a produção de vidro plano

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações de produção de vidro plano.

1.3.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão

24. É MTD reduzir as emissões de partículas provenientes dos gases residuais do forno de fusão aplicando um precipitador eletrostático ou um filtro de mangas

É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.1.

Quadro 14

VEA às MTD para emissões de partículas provenientes do forno de fusão no setor do vidro plano

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido (1)
Partículas	< 10 – 20	< 0,025 – 0,05

(1) Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

1.3.2. Óxidos de azoto (NO_x) provenientes de fornos de fusão

25. É MTD reduzir as emissões de NO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

I. Técnicas primárias, tais como:

Técnica (1)	Aplicabilidade
i. Modificações da combustão	
a) Redução da razão ar/combustível	Aplicável em fornos convencionais a ar/combustível. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
b) Temperatura reduzida do ar de combustão	A aplicabilidade restringe-se a fornos de pequena capacidade para a produção de vidro plano especializado e sob circunstâncias específicas para cada instalação, devido a uma menor eficiência do forno e a um maior consumo de combustível (isto é, utilização de fornos recuperativos em vez de fornos regenerativos).
c) Combustão por etapas: — Distribuição do ar — Distribuição do combustível	A distribuição de combustível é aplicável à maioria dos fornos a ar/combustível. A distribuição de ar possui aplicabilidade muito limitada devido à respetiva complexidade técnica.
d) Recirculação dos gases de combustão	A aplicabilidade desta técnica está limitada à utilização de queimadores especiais com recirculação automática dos gases residuais.
e) Queimadores com baixa emissão de NO _x	A técnica é de aplicação geral. Os benefícios ambientais alcançados são geralmente mais baixos para aplicações em fornos de combustão cruzada a gás, devido a condicionismos técnicos e a um menor grau de flexibilidade do forno. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno
f) Escolha do combustível	A aplicabilidade está limitada pelos condicionismos associados à disponibilidade dos diferentes tipos de combustível, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
ii. Processo Fenix Baseado na combinação de várias técnicas primárias para otimização da combustão em fornos regenerativos de combustão cruzada com banho de flutuação. As características principais são: — redução do excesso de ar — supressão de zonas de calor e homogeneização da temperatura das chamas — mistura controlada de combustível e ar de combustão	A aplicabilidade está limitada aos fornos regenerativos de combustão cruzada. Aplicável a novos fornos. Para fornos existentes, a técnica requer uma integração direta durante a conceção e construção do forno, durante uma reconstrução total do forno.
iii. Fusão a oxigénio/combustível	Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas durante uma reconstrução total do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

II. Técnicas secundárias, tais como:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Redução química por combustível	Aplicável a fornos regenerativos. A aplicabilidade está limitada por um maior consumo de combustível e consequente impacto ambiental e económico.
ii. Redução catalítica seletiva (RCS)	A aplicação pode exigir uma atualização do sistema de redução de partículas para garantir uma concentração de partículas inferior a 10 - 15 mg/Nm ³ e um sistema de dessulfuração para remoção das emissões de SO _x . Devido à gama ótima de temperatura de operação, a aplicabilidade está limitada à utilização de precipitadores eletrostáticos. Em geral, esta técnica não é utilizada com o sistema de filtro de mangas, porque a baixa temperatura de operação, entre 180 - 200 °C, iria exigir o reaquecimento dos gases residuais. A implementação desta técnica pode requerer uma significativa disponibilidade de espaço.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

Quadro 15

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro plano

Parâmetro	MTD	VEA às MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Modificações da combustão, processo Fenix ⁽³⁾	700 - 800	1,75 - 2,0
	Fusão a oxigénio/combustível ⁽⁴⁾	Não aplicável	< 1,25 - 2,0
	Técnicas secundárias ⁽⁵⁾	400 - 700	1,0 - 1,75

⁽¹⁾ São expectáveis valores de emissões mais altos quando forem ocasionalmente utilizados nitratos para a produção de vidros especiais.

⁽²⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

⁽³⁾ Os valores mais baixos da gama estão associados à aplicação do processo Fenix.

⁽⁴⁾ Os valores alcançáveis dependem da qualidade do gás natural e do oxigénio disponíveis (teor de azoto).

⁽⁵⁾ Os valores mais altos da gama estão associados a instalações existentes até se proceder à reconstrução normal ou total do forno de fusão. Os valores mais baixos estão associados a instalações recentes/adaptadas.

26. Sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir, é MTD reduzir as emissões de NO_x minimizando a utilização destas matérias-primas, em combinação com técnicas primárias e secundárias. Caso sejam aplicadas técnicas secundárias, são aplicáveis os VEA às MTD indicados no quadro 15.

Caso sejam utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir para a produção de vidros especiais num número limitado de campanhas curtas, os VEA às MTD são indicados no quadro 16.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
Técnicas primárias: minimizar a utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir A utilização de nitratos é aplicada em produções especiais (por exemplo vidro colorido). São matérias alternativas eficazes sulfatos, óxidos de arsénio e óxido de cério.	A substituição dos nitratos na formulação da mistura a fundir pode estar limitada pelos custos elevados e/ou por um maior impacto ambiental das matérias alternativas

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.2.

Quadro 16

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro plano, sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir para a produção de vidros especiais num número limitado de campanhas curtas

Parâmetro	MTD	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Técnicas primárias	< 1 200	< 3

⁽¹⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 para casos específicos ($2,5 \times 10^{-3}$)

1.3.3. Óxidos de enxofre (SO_x) provenientes de fornos de fusão

27. É MTD reduzir as emissões de SO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.
ii. Minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do enxofre	A minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir é geralmente aplicável dentro dos condicionalismos inerentes aos requisitos de qualidade do produto final de vidro. A aplicação da otimização do balanço de massa do enxofre requer uma abordagem de compromisso entre a eliminação de emissões de SO _x e a gestão de resíduos sólidos (partículas dos filtros).
iii. Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre	A aplicabilidade pode estar limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pelas políticas de energia do Estado-Membro.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.3.

Quadro 17

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro plano

Parâmetro	Combustível	VEA às MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
SO _x , expressos como SO ₂	Gás natural	< 300 – 500	< 0,75 – 1,25
	Fuelóleo ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	500 – 1 300	1,25 – 3,25

⁽¹⁾ Os valores mais baixos estão associados a condições em que a redução de SO_x possui maior prioridade em relação a uma menor produção de resíduos sólidos correspondentes a poeira dos filtros com elevado teor de sulfatos.

⁽²⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

⁽³⁾ Os valores de emissões associados estão relacionados com a utilização de fuelóleo com teor de enxofre de 1 % em combinação com técnicas secundárias de redução das emissões.

⁽⁴⁾ Para os fornos de vidro plano de grandes dimensões, preocupações relacionadas com os valores de emissão alcançáveis podem implicar a verificação do balanço de massa do enxofre. Os valores indicados no quadro podem ser difíceis de alcançar em combinação com a reciclagem da poeira dos filtros.

1.3.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão

28. É MTD reduzir as emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionalismos inerentes ao tipo de vidro produzido na instalação e à disponibilidade de matérias-primas.
ii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.4.

Quadro 18

VEA às MTD para emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão no setor do vidro plano

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl ⁽²⁾	< 10 – 25	< 0,025 – 0,0625
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	< 1 – 4	< 0,0025 – 0,010

⁽¹⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

⁽²⁾ Os valores mais altos da gama estão associados à reciclagem da poeira dos filtros na formulação da mistura a fundir.

1.3.5. Metais provenientes de fornos de fusão

29. É MTD reduzir as emissões de partículas metálicas provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de metais	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionalismos impostos pelo tipo de vidro produzido na instalação e pela disponibilidade de matérias-primas.
ii. Aplicação de um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.
iii. Aplicação de depuração a seco ou por via semiseca, em combinação com um sistema de filtração	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.5.

Quadro 19

VEA às MTD para emissões de metais provenientes do forno de fusão no setor do vidro plano, com exceção de vidros corados com selénio

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2 – 1	< 0,5 – $2,5 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 5	< 2,5 – $12,5 \times 10^{-3}$

⁽¹⁾ Os leques de valores referem-se ao total de metais presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($2,5 \times 10^{-3}$).

30. Sempre que forem utilizados compostos de selénio para colorir o vidro, é MTD reduzir as emissões de selénio provenientes do forno de fusão, utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimização da evaporação de selénio da composição da mistura a fundir, selecionando matérias-primas com maior eficácia de retenção no vidro e volatilização reduzida	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionamentos impostos pelo tipo de vidro produzido na instalação e pela disponibilidade de matérias-primas.
ii. Aplicação de um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.
iii. Aplicação de depuração a seco ou em via semiseca, em combinação com um sistema de filtração	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.5.

Quadro 20

VEA às MTD para emissões de selénio provenientes do forno de fusão no setor do vidro plano para a produção de vidro colorido

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽³⁾
Compostos de selénio, expressos como Se	1 – 3	2,5 – 7,5 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de selénio presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Os valores mais baixos correspondem a condições em que a redução das emissões de Se possui maior prioridade em relação a uma menor produção de resíduos sólidos provenientes da poeira dos filtros. Neste caso, é aplicada uma razão estequiométrica elevada (reagente/polvente) e é gerado um fluxo significativo de resíduos sólidos.

⁽³⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 (2,5 × 10⁻³).

1.3.6. Emissões provenientes de processos a jusante

31. A MTD consiste em reduzir as emissões atmosféricas provenientes de processos a jusante utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimização das perdas de produtos de tratamento de superfície aplicados sobre o vidro plano, garantindo uma boa estanquidade do sistema de aplicação	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Minimização das perdas de SO ₂ proveniente da arca de recozimento, operando o sistema de controlo da melhor forma possível	
iii. Combinação das emissões de SO ₂ provenientes da arca com os gases residuais provenientes do forno de fusão, sempre que tecnicamente possível, e sempre que for aplicado um sistema de tratamento secundário (filtro e depuração a seco ou em via semiseca)	
iv. Aplicação de uma técnica secundária, por exemplo recurso a lavadores ou depuração a seco e filtração	As técnicas são de aplicação geral. A seleção da técnica e o respetivo desempenho irá depender da composição do gás residual admitido.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição dos sistemas de tratamento secundários nas secções 1.10.3 e 1.10.6.

Quadro 21

VEA às MTD para emissões atmosféricas provenientes de processos a jusante no setor do vidro plano, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Partículas	< 15 – 20

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl	< 10
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	< 1 – 5
SO _x , expressos como SO ₂	< 200
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 5

1.4. Conclusões MTD para a produção de fibra de vidro de filamento contínuo

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações de produção de fibra de vidro de filamento contínuo.

1.4.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão

Os VEA às MTD indicados na presente secção para partículas referem-se a todos as matérias que se encontrem no estado sólido no momento da medição, incluindo compostos de boro em estado sólido. Os compostos de boro em estado gasoso no momento da medição não são incluídos.

32. É MTD reduzir as emissões de partículas provenientes dos gases residuais do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Redução dos componentes voláteis através de modificações nas matérias-primas A formulação das composições da mistura a fundir sem compostos de boro ou com níveis reduzidos de boro constitui uma das medidas principais para reduzir as emissões de partículas, geradas principalmente por fenómenos de volatilização. O boro é o constituinte principal das partículas emitidas pelo forno de fusão.	A aplicação da técnica está limitada por questões de propriedade, uma vez que as formulações de lotes isentos de boro ou com níveis reduzidos de boro estão patenteadas.
ii. Sistema de filtração: precipitador eletrostático ou filtro de mangas	A técnica é de aplicação geral. Os benefícios ambientais máximos são alcançados nas aplicações em novas instalações, em que o posicionamento e as características do filtro podem ser decididos sem restrições.
iii. Lavadores	A aplicação em instalações existentes pode ser limitada por condicionalismos técnicos, por exemplo pela necessidade de uma instalação específica para tratamento de águas residuais.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição dos sistemas de tratamento secundários nas secções 1.10.1 e 1.10.7.

Quadro 22

VEA às MTD para emissões de partículas provenientes do forno de fusão no setor da fibra de vidro de filamento contínuo

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
Partículas	< 10 – 20	< 0,045 – 0,09

⁽¹⁾ Foram registados valores < 30 mg/Nm³ (< 0,14 kg/tonelada de vidro fundido) para formulações isentas de boro, com a aplicação de técnicas primárias.

⁽²⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

1.4.2. Óxidos de azoto (NO_x) provenientes de fornos de fusão

33. É MTD reduzir as emissões de NO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Modificações da combustão	
a) Redução da razão ar/combustível	Aplicável em fornos convencionais a ar/combustível. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
b) Temperatura reduzida do ar de combustão	Aplicável em fornos convencionais de ar/combustível dentro dos condicionalismos inerentes à eficiência energética do forno e a um maior consumo de combustível. A maioria dos fornos é já do tipo recuperativo.
c) Combustão por etapas: — Distribuição do ar — Distribuição do combustível	A distribuição de combustível é aplicável à maioria dos fornos de ar/combustível e oxigénio/combustível. A distribuição de ar possui aplicabilidade muito limitada devido à respetiva complexidade técnica.
d) Recirculação dos gases de combustão	A aplicabilidade desta técnica está limitada à utilização de queimadores especiais com recirculação automática dos gases residuais.
e) Queimadores com baixa emissão de NO _x	A técnica é de aplicação geral. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
f) Escolha do combustível	A aplicabilidade está limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade dos diferentes tipos de combustível, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.
ii. Fusão a oxigénio/combustível	Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas durante uma reconstrução total do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

Quadro 23

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor da fibra de vidro de filamento contínuo

Parâmetro	MTD	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Modificações da combustão	< 600 – 1 000	< 2,7 – 4,5
	Fusão a oxigénio/combustível ⁽²⁾	Não se aplica	< 0,5 – 1,5

⁽¹⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

⁽²⁾ Os valores alcançáveis dependem da qualidade do gás natural e do oxigénio disponíveis (teor de azoto).

1.4.3. Óxidos de enxofre (SO_x) provenientes de fornos de fusão

34. É MTD reduzir as emissões de SO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do enxofre	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos inerentes aos requisitos de qualidade do produto final de vidro. A aplicação da otimização do balanço de massa do enxofre requer uma abordagem de compromisso entre a eliminação de emissões de SO _x e a gestão de resíduos sólidos (partículas dos filtros), que é necessário eliminar.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
ii. Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre	A aplicabilidade pode estar limitada pelos condicionais associados à disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.
iii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral. A presença de concentrações elevadas de compostos de boro nos gases libertados pode limitar a eficácia de redução de emissões por parte do reagente utilizado nos sistemas de depuração a seco ou por via semiseca.
iv. Utilização de lavadores	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionais técnicos; isto é, da necessidade de uma instalação específica para tratamento de águas residuais.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.3 e 1.10.6.

Quadro 24

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes do forno de fusão no setor da fibra de vidro de filamento contínuo

Parâmetro	Combustível	VEA às MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
SO _x , expressos como SO ₂	Gás natural ⁽³⁾	< 200 – 800	< 0,9 – 3,6
	Fuelóleo ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	< 500 – 1 000	< 2,25 – 4,5

⁽¹⁾ Os valores mais altos da gama estão associados à utilização de sulfatos na formulação da mistura a fundir para refinar o vidro.

⁽²⁾ Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

⁽³⁾ Para fornos de oxigénio/combustível com aplicação de lavadores, os VEA às MTD registados apresentam valores < 0,1 kg/tonelada de vidro fundido de SO_x, expressos como SO₂.

⁽⁴⁾ Os valores de emissões associados estão relacionados com a utilização de fuelóleo com teor de enxofre de 1 % em combinação com técnicas secundárias de redução das emissões.

⁽⁵⁾ Os valores mais baixos correspondem a condições em que a redução de SO_x possui maior prioridade em relação a uma menor produção de resíduos sólidos correspondentes a poeira dos filtros com elevado teor de sulfatos. Neste caso, os valores mais baixos estão associados à utilização de um filtro de mangas.

1.4.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão

35. É MTD reduzir as emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionais inerentes à formulação da mistura a fundir e à disponibilidade de matérias-primas.
ii. Minimização do teor de flúor na formulação da mistura a fundir A minimização das emissões de flúor provenientes do processo de fusão pode ser alcançada da seguinte forma: — minimizando/reduzindo a quantidade de compostos de flúor (por exemplo fluorite) utilizada na formulação da mistura a fundir, para o mínimo compatível com a qualidade do produto final. Os compostos de flúor são utilizados para otimizar o processo de fusão, facilitar a fibragem e minimizar a quebra de filamentos; — substituir os compostos de flúor por matérias alternativas (por exemplo sulfatos).	A substituição de compostos de flúor por matérias alternativas está limitada pelos requisitos de qualidade do produto.
iii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.
iv. Lavadores	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionais técnicos; isto é, da necessidade de uma instalação específica para tratamento de águas residuais.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.4 e 1.10.6.

Quadro 25

VEA às MTD para emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão no setor da fibra de vidro de filamento contínuo

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido (1)
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl	< 10	< 0,05
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF (2)	< 5 – 15	< 0,02 – 0,07

(1) Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

(2) Os valores mais altos da gama estão associados à utilização de compostos de flúor na formulação da mistura a fundir.

1.4.5. Metais provenientes de fornos de fusão

36. É MTD reduzir as emissões de metais provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica (1)	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de metais	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos inerentes à disponibilidade de matérias-primas.
ii. Aplicação de depuração a seco ou em via semiseca, em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.
iii. Aplicação de lavadores	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos técnicos; isto é, da necessidade de uma instalação específica para tratamento de águas residuais.

(1) É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.5 e 1.10.6.

Quadro 26

VEA às MTD para emissões de metais provenientes do forno de fusão no setor da fibra de vidro de filamento contínuo

Parâmetro	VEA às MTD (1)	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido (2)
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2 – 1	< $0,9 - 4,5 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 3	< $4,5 - 13,5 \times 10^{-3}$

(1) Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

(2) Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 ($4,5 \times 10^{-3}$).

1.4.6. Emissões provenientes de processos a jusante

37. É MTD reduzir as emissões dos processos a jusante utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica (1)	Aplicabilidade
i. Lavadores	As técnicas são de aplicação geral para o tratamento de gases residuais provenientes do processo de conformação (aplicação de revestimento nas fibras) ou de processos secundários que envolvam a utilização de agentes aglutinadores que necessitem de cura ou secagem.
ii. Precipitador eletrostático húmido	
iii. Sistema de filtração (filtro de mangas)	A técnica é de aplicação geral para o tratamento de gases residuais provenientes de operações de corte e trituração dos produtos

(1) É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.7 e 1.10.8.

Quadro 27

VEA às MTD para emissões atmosféricas provenientes de processos a jusante no setor da fibra de vidro de filamento contínuo, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Emissões provenientes dos processos de conformação e revestimento	
Partículas	< 5 – 20
Formaldeído	< 10
Amoníaco	< 30
Compostos orgânicos voláteis totais, expressos como C	< 20
Emissões provenientes dos processos de corte e trituração	
Partículas	< 5 – 20

1.5. Conclusões MTD para a produção de vidro doméstico

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações de produção de vidro doméstico.

1.5.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão

38. É MTD reduzir as emissões de partículas provenientes dos gases residuais do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica (1)	Aplicabilidade
<p>i. Redução dos componentes voláteis através de modificações nas matérias-primas.</p> <p>A formulação da composição da mistura a fundir pode conter componentes muito voláteis (por exemplo boro, fluoretos), que contribuem significativamente para a formação de emissões de partículas provenientes do forno de fusão</p>	<p>A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos inerentes ao tipo de vidro produzido e à disponibilidade de matérias-primas alternativas.</p>
<p>ii. Fusão elétrica</p>	<p>Não aplicável à produção de grandes volumes de vidro (> 300 toneladas/dia).</p> <p>Não aplicável à produção que exija grandes variações de extração.</p> <p>A implementação requer a reconstrução total do forno.</p>
<p>iii. Fusão a oxigénio/combustível</p>	<p>Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas a partir de uma reconstrução total do forno.</p>
<p>iv. Sistema de filtração: precipitador eletrostático ou filtro de mangas</p>	<p>As técnicas são de aplicação geral.</p>
<p>v. Lavadores</p>	<p>A aplicabilidade está limitada a casos específicos, nomeadamente a fornos de fusão elétricos, em que os volumes de gases libertados e as emissões de partículas sejam geralmente baixos e relacionados com fenómenos de transporte de partículas decorrente da formulação da mistura a fundir.</p>

(1) É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.5 e 1.10.7.

Quadro 28

VEA às MTD para emissões de partículas provenientes do forno de fusão no setor do vidro doméstico

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Partículas	< 10 – 20 ⁽²⁾	< 0,03 – 0,06
	< 1 – 10 ⁽³⁾	< 0,003 – 0,03

⁽¹⁾ Foi aplicado um fator de conversão de 3×10^{-3} (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico para produções específicas.

⁽²⁾ Foram registadas questões relacionadas com a viabilidade económica do cumprimento dos VEA às MTD no caso de fornos com capacidade < 80 t/d, para produção de vidro de base de carbonato de sódio e calcário.

⁽³⁾ Os presentes VEA às MTD são aplicáveis a formulações de lotes que contenham quantidades significativas de componentes classificáveis como substâncias perigosas, nos termos do Regulamento (CE) n.º 1272/2008.

1.5.2. Óxidos de azoto (NO_x) provenientes de fornos de fusão

39. É MTD reduzir as emissões de NO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Modificações da combustão	
a) Redução da razão ar/combustível	Aplicável em fornos convencionais a ar/combustível. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
b) Temperatura reduzida do ar de combustão	Aplicável apenas sob circunstâncias específicas da instalação, devido a uma menor eficiência do forno e a um consumo de combustível mais elevado (por exemplo utilização de fornos recuperativos em vez de fornos regenerativos).
c) Combustão por etapas: — Distribuição do ar — Distribuição do combustível	A distribuição de combustível é aplicável à maioria dos fornos a ar/combustível. A distribuição de ar possui aplicabilidade muito limitada devido à sua complexidade técnica.
d) Recirculação dos gases de combustão	A aplicabilidade desta técnica está limitada à utilização de queimadores especiais com recirculação automática dos gases residuais.
e) Queimadores com baixa emissão de NO _x	A técnica é de aplicação geral. Os benefícios ambientais alcançados são geralmente mais baixos para aplicações em fornos de combustão cruzada a gás, devido a condicionalismos técnicos e a um menor grau de flexibilidade do forno. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
f) Escolha do combustível	A aplicabilidade está limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade dos diferentes tipos de combustível, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.
ii. <i>Design</i> especial do forno	A aplicabilidade está limitada a lotes com formulações que contenham níveis elevados de casco externo (> 70 %). A aplicação requer uma reconstrução total do forno de fusão. O formato do forno (comprido e estreito) pode impor limitações de espaço.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
iii. Fusão elétrica	Não aplicável à produção de grandes volumes de vidro (> 300 toneladas/dia). Não aplicável à produção que exija grandes variações de extração. A implementação requer a reconstrução total do forno.
iv. Fusão a oxigénio/combustível	Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas durante uma reconstrução total do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

Quadro 29

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro doméstico

Parâmetro	MTD	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Modificações da combustão, <i>design</i> especial dos fornos	< 500 – 1 000	< 1,25 – 2,5
	Fusão elétrica	< 100	< 0,3
	Fusão a oxigénio/combustível ⁽²⁾	Não aplicável	< 0,5 – 1,5

⁽¹⁾ Foi aplicado um fator de conversão de $2,5 \times 10^{-3}$ para as modificações da combustão e para os *designs* especiais dos fornos, bem como um fator de conversão de 3×10^{-3} para a fusão elétrica (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico para produções específicas.

⁽²⁾ Os valores alcançáveis dependem da qualidade do gás natural e do oxigénio disponíveis (teor de azoto).

40. Sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir, é MTD reduzir as emissões de NO_x minimizando a utilização destas matérias-primas, em combinação com técnicas primárias e secundárias.

Os VEA às MTD são indicados no quadro 29.

Caso sejam utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir para um número limitado de campanhas curtas ou para fornos de fusão com capacidade < 100 t/dia para produção de tipos especiais de vidro de base de carbonato de sódio e calcário (vidro transparente/ultr transparente ou vidro colorido com utilização de selénio) e outros vidros especiais (por exemplo borossilicato, vitrocerâmica, vidro opala, cristal e cristal de chumbo), os VEA às MTD são apresentados no quadro 30.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
Técnicas primárias: — minimizar a utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir A utilização de nitratos faz-se para obtenção de produtos de qualidade muito elevada, quando é necessário um vidro sem cor (transparente) ou quando são produzidos vidros especiais. São matérias alternativas eficazes sulfatos, óxidos de arsénio e óxido de cério.	A substituição dos nitratos na formulação da mistura a fundir pode estar limitada pelos custos elevados e/ou por um maior impacto ambiental das matérias alternativas.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.2.

Quadro 30

VEA às MTD para as emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro doméstico, sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir para um número limitado de campanhas curtas ou para fornos de fusão com capacidade < 100 t/dia para produção de tipos especiais de vidro de base de carbonato de sódio e calcário (vidro transparente/ultr transparente ou vidro colorido com utilização de selénio) e outros vidros especiais (por exemplo borossilicato, vitrocerâmica, vidro opala, cristal e cristal de chumbo)

Parâmetro	Tipo de forno	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido (1)
NO _x , expressos como NO ₂	Fornos convencionais de combustível/ar	< 500 – 1 500	< 1,25 – 3,75
	Fusão elétrica	< 300 – 500	< 8 – 10

(1) Foi aplicado o fator de conversão indicado no quadro 2 para vidro de base de carbonato de sódio e calcário ($2,5 \times 10^{-3}$).

1.5.3. Óxidos de enxofre (SO_x) provenientes de fornos de fusão

41. É MTD reduzir as emissões de SO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica (1)	Aplicabilidade
i. Minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do enxofre	A minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir é geralmente aplicável dentro dos condicionalismos inerentes aos requisitos de qualidade do produto final de vidro. A aplicação da otimização do balanço de massa do enxofre requer uma abordagem de compromisso entre a eliminação de emissões de SO _x e a gestão de resíduos sólidos (partículas dos filtros).
ii. Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre	A aplicabilidade pode estar limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pelas políticas de energia do Estado-Membro.
iii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral

(1) É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.3.

Quadro 31

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro doméstico

Parâmetro	Combustível/técnica de fusão	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido (1)
SO _x , expressos como SO ₂	Gás natural	< 200 – 300	< 0,5 – 0,75
	Fuelóleo (2)	< 1 000	< 2,5
	Fusão elétrica	< 100	< 0,25

(1) Foi aplicado um fator de conversão de $2,5 \times 10^{-3}$ (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário um fator de conversão específico para produções específicas.

(2) Os valores estão relacionados com a utilização de fuelóleo com teor de enxofre de 1 % em combinação com técnicas secundárias de redução das emissões.

1.5.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão

42. É MTD reduzir as emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica (1)	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionalismos inerentes à formulação da mistura a fundir para o tipo de vidro produzido na instalação e à disponibilidade de matérias-primas.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
ii. Minimização do teor de flúor na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do flúor A minimização das emissões de flúor provenientes do processo de fusão pode ser conseguida minimizando/reduzindo a quantidade de compostos de flúor (por exemplo fluorite) utilizada na formulação da mistura a fundir para o mínimo compatível com a qualidade do produto final. Os compostos de flúor são adicionados à formulação da mistura a fundir para dar um aspeto opaco ou turvo ao vidro	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos inerentes aos requisitos de qualidade do produto final.
iii. Depuração a seco ou por via semisseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.
iv. Lavadores	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos técnicos; isto é, da necessidade de uma instalação específica para tratamento de águas residuais. Custos elevados e aspetos relacionados com o tratamento de águas residuais, incluindo restrições à reciclagem de lamas ou resíduos sólidos provenientes do tratamento de águas, podem limitar a aplicabilidade desta técnica.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.4 e 1.10.6.

Quadro 32

VEA às MTD para emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão no setor do vidro doméstico

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl ⁽²⁾ ⁽³⁾	< 10 – 20	< 0,03 – 0,06
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF ⁽⁴⁾	< 1 – 5	< 0,003 – 0,015

⁽¹⁾ Foi aplicado um fator de conversão de 3×10^{-3} (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico para produções específicas.

⁽²⁾ Os valores mais baixos estão associados à utilização de fusão elétrica.

⁽³⁾ Nos casos em que forem utilizados KCl ou NaCl como agentes de refinamento, os VEA às MTD são < 30 mg/Nm³ ou < 0,09 kg/tonelada de vidro fundido.

⁽⁴⁾ Os valores mais baixos estão associados à utilização de fusão elétrica. Os valores mais altos estão associados à produção de vidro opala, à reciclagem da poeira dos filtros ou à utilização de níveis elevados de casco externo na formulação da mistura a fundir.

1.5.5. Metais provenientes de fornos de fusão

43. É MTD reduzir as emissões de metais provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de metais	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionalismos impostos pelo tipo de vidro produzido na instalação e pela disponibilidade de matérias-primas.
ii. Minimização da utilização de compostos metálicos na formulação da mistura a fundir, através de uma seleção adequada de matérias-primas sempre que for necessário corar ou decorar o vidro ou conferir características específicas ao vidro	Para a produção de vidro cristal e de cristal de chumbo, a minimização dos compostos metálicos na formulação da mistura a fundir é restringida pelos limites definidos na Diretiva 69/493/CEE relativa à classificação da composição química dos produtos finais de vidro.
iii. Depuração a seco ou por via semisseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.5.

Quadro 33

VEA às MTD para emissões de metais provenientes do forno de fusão no setor do vidro doméstico, com exceção de vidros descorados com selénio

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2 – 1	< 0,6 – 3 × 10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 5	< 3 – 15 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Foi aplicado um fator de conversão de 3 × 10⁻³ (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico para produções específicas.

44. Sempre que forem utilizados compostos de selénio para descorar o vidro, é MTD reduzir as emissões de selénio provenientes do forno de fusão, utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimização dos compostos de selénio na formulação da mistura a fundir, através de uma seleção adequada das matérias-primas	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionamentos impostos pelo tipo de vidro produzido na instalação e pela disponibilidade de matérias-primas.
ii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.5.

Quadro 34

VEA às MTD para as emissões de selénio provenientes do forno de fusão no setor do vidro doméstico sempre que forem utilizados compostos de selénio para descorar o vidro

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
Compostos de selénio, expressos como Se	< 1	< 3 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de selénio presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Foi aplicado um fator de conversão de 3 × 10⁻³ (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico para produções específicas.

45. Sempre que forem utilizados compostos de chumbo para a produção de cristal de chumbo, é MTD reduzir as emissões de chumbo provenientes do forno de fusão, utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Fusão elétrica	Não aplicável à produção de grandes volumes de vidro (> 300 toneladas/dia). Não aplicável à produção que exija grandes variações de extração. A implementação requer a reconstrução total do forno.
ii. Filtro de mangas	A técnica é de aplicação geral.
iii. Precipitador eletrostático	
iv. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica nas secções 1.10.1 e 1.10.5.

Quadro 35

VEA às MTD para as emissões de chumbo provenientes do forno de fusão no setor do vidro doméstico sempre que forem utilizados compostos de chumbo para a produção de cristal de chumbo

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
Compostos de chumbo, expressos como Pb	< 0,5 – 1	< 1 – 3 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de chumbo presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Foi aplicado um fator de conversão de 3 × 10⁻³ (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico para produções específicas.

1.5.6. Emissões provenientes de processos a jusante

46. Para processos a jusante com emissões de partículas, é MTD reduzir as emissões de partículas e metais utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Execução de operações que gerem partículas (por exemplo corte, trituração, polimento) sob um líquido	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Aplicação de um sistema de filtro de mangas	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.8.

Quadro 36

VEA às MTD para emissões atmosféricas provenientes de processos a jusante com emissões de partículas no setor do vidro doméstico, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Partículas	< 1 – 10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI}) ⁽¹⁾	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn) ⁽¹⁾	< 1 – 5
Compostos de chumbo, expressos como Pb ⁽²⁾	< 1 – 1,5

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases residuais.

⁽²⁾ Os valores referem-se a operações a jusante em cristal de chumbo.

47. Para os processos de polimento a ácido, é MTD reduzir as emissões de HF utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimização de perdas do produto de polimento, garantindo uma boa estanquidade do sistema de aplicação	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Aplicação de uma técnica secundária, por exemplo recurso a lavadores.	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.6.

Quadro 37

VEA às MTD para emissões de HF provenientes de processos de polimento a ácido no setor do vidro doméstico, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	< 5

1.6. Conclusões MTD para a produção de vidro especial

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações de produção de vidro especial.

1.6.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão

48. É MTD reduzir as emissões de partículas provenientes dos gases residuais do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica (1)	Aplicabilidade
i. Redução dos componentes voláteis através de modificações nas matérias-primas. A formulação da composição da mistura a fundir pode conter componentes muito voláteis (por exemplo boro, fluoretos), que constituem os componentes principais das emissões de partículas provenientes do forno de fusão.	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos inerentes à qualidade do vidro produzido.
ii. Fusão elétrica	Não aplicável à produção de grandes volumes de vidro (> 300 toneladas/dia). Não aplicável à produção que exija grandes variações de extração. A implementação requer a reconstrução total do forno.
iii. Sistema de filtração: precipitador eletrostático ou filtro de mangas	A técnica é de aplicação geral.

(1) É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.1.

Quadro 38

VEA às MTD para emissões de partículas provenientes do forno de fusão no setor do vidro especial

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido (1)
Partículas	< 10 – 20	< 0,03 – 0,13
	< 1 – 10 (2)	< 0,003 – 0,065

(1) Foram utilizados os fatores de conversão de $2,5 \times 10^{-3}$ e $6,5 \times 10^{-3}$ para determinar os valores mais baixo e mais alto da gama de VEA às MTD (ver quadro 2), tendo alguns valores sido aproximados. No entanto, é necessário aplicar um fator de conversão específico, dependendo do tipo de vidro produzido (ver quadro 2).

(2) Os VEA às MTD são aplicáveis a formulações de lotes que contenham quantidades significativas de componentes classificáveis como substâncias perigosas, nos termos do Regulamento (CE) n.º 1272/2008.

1.6.2. Óxidos de azoto (NO_x) provenientes de fornos de fusão

49. É MTD reduzir as emissões de NO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

I. Técnicas primárias, tais como:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Modificações da combustão	
a) Redução da razão ar/combustível	Aplicável em fornos convencionais a ar/combustível. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
b) Temperatura reduzida do ar de combustão	Aplicável apenas sob circunstâncias específicas da instalação, devido a uma menor eficiência do forno e a um consumo de combustível mais elevado (por exemplo utilização de fornos recuperativos em vez de fornos regenerativos).
c) Combustão por etapas: — Distribuição do ar — Distribuição do combustível	A distribuição de combustível é aplicável à maioria dos fornos a ar/combustível. A distribuição de ar possui aplicabilidade muito limitada devido à complexidade técnica.
d) Recirculação dos gases de combustão	A aplicabilidade desta técnica está limitada à utilização de queimadores especiais com recirculação automática dos gases residuais.
e) Queimadores com baixa emissão de NO _x	A técnica é de aplicação geral. Os benefícios ambientais alcançados são geralmente mais baixos para aplicações em fornos de combustão cruzada a gás, devido a condicionamentos técnicos e a um menor grau de flexibilidade do forno. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
f) Escolha do combustível	A aplicabilidade está limitada pelos condicionamentos associados à disponibilidade dos diferentes tipos de combustível, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.
ii. Fusão elétrica	Não aplicável à produção de grandes volumes de vidro (> 300 toneladas/dia). Não aplicável à produção que exija grandes variações de extração. A implementação requer a reconstrução total do forno
iii. Fusão a oxigénio/combustível	Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas durante uma reconstrução total do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

II. Técnicas secundárias, tais como:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Redução catalítica seletiva (RCS)	A aplicação pode exigir uma atualização do sistema de redução de partículas para garantir uma concentração de partículas inferior a 10 - 15 mg/Nm ³ e um sistema de dessulfuração para remoção das emissões de SO _x . Devido à gama ótima de temperatura de operação, a aplicabilidade está limitada à utilização de precipitadores eletrostáticos. Em geral, esta técnica não é utilizada com o sistema de filtro de mangas, porque a baixa temperatura de operação, entre 180 - 200 °C, iria exigir o reaquecimento dos gases residuais. A implementação desta técnica pode requerer uma significativa disponibilidade de espaço.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
ii. Redução não catalítica seletiva (RNCS)	Aplicabilidade muito limitada em fornos regenerativos convencionais, em que é difícil aceder à gama de temperatura correta ou que não permitem uma boa mistura dos gases libertados com o reagente. Pode ser aplicável em fornos regenerativos novos equipados com câmaras de regeneração múltiplas; no entanto, a gama de temperatura é difícil de manter devido à reversão da combustão entre as câmaras, que provoca uma mudança cíclica da temperatura.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

Quadro 39

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro especial

Parâmetro	MTD	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Modificações da combustão	600 – 800	1,5 – 3,2
	Fusão elétrica	< 100	< 0,25 – 0,4
	Fusão a oxigénio/combustível ⁽²⁾ ⁽³⁾	Não se aplica	< 1 – 3
	Técnicas secundárias	< 500	< 1 – 3

⁽¹⁾ Foram utilizados os fatores de conversão de $2,5 \times 10^{-3}$ e 4×10^{-3} para determinar os valores mais baixo e mais alto da gama de VEA às MTD (ver quadro 2), tendo alguns valores sido aproximados. No entanto, é necessário aplicar um fator de conversão específico, baseado no tipo de produção (ver quadro 2).

⁽²⁾ Os valores mais altos estão relacionados com uma produção especial de tubos de vidro de borossilicato para utilização farmacêutica.

⁽³⁾ Os valores alcançáveis dependem da qualidade do gás natural e do oxigénio disponíveis (teor de azoto).

50. Sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir, é MTD reduzir as emissões de NO_x minimizando a utilização destas matérias-primas, em combinação com técnicas primárias ou secundárias

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
Técnicas primárias — minimizar a utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir A utilização de nitratos faz-se para obtenção de produtos de qualidade muito elevada, quando é necessário imprimir características especiais ao vidro. São matérias alternativas eficazes sulfatos, óxidos de arsénio e óxido de cério.	A substituição dos nitratos na formulação da mistura a fundir pode estar limitada pelos custos elevados e/ou por um maior impacto ambiental das matérias alternativas.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.2.

Quadro 40

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro especial sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir

Parâmetro	MTD	VEA às MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Minimização da utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir, combinada com técnicas primárias ou secundárias	< 500 – 1 000	< 1 – 6

⁽¹⁾ Os valores mais baixos estão associados à utilização de fusão elétrica.

⁽²⁾ Foram utilizados os fatores de conversão de $2,5 \times 10^{-3}$ e $6,5 \times 10^{-3}$ para determinar respetivamente os valores mais baixo e mais alto da gama de VEA às MTD, tendo os valores sido aproximados. Pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico, baseado no tipo de produção (ver quadro 2).

1.6.3. Óxidos de enxofre (SO_x) provenientes de fornos de fusão

51. É MTD reduzir as emissões de SO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do enxofre	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos inerentes aos requisitos de qualidade do produto final de vidro.
ii. Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre	A aplicabilidade pode estar limitada pelos condicionamentos associados à disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.
iii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.3.

Quadro 41

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro especial

Parâmetro	Combustível/técnica de fusão	VEA às MTD ⁽¹⁾	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
SO _x , expressos como SO ₂	Gás natural, fusão elétrica ⁽³⁾	< 30 – 200	< 0,08 – 0,5
	Fuelóleo ⁽⁴⁾	500 – 800	1,25 – 2

⁽¹⁾ As gamas de valores tomam em consideração os balanços de massa do enxofre variáveis associados ao tipo de vidro produzido.

⁽²⁾ Foi aplicado o fator de conversão de $2,5 \times 10^{-3}$ (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico baseado no tipo de produção.

⁽³⁾ Os valores mais baixos estão associados à utilização de fusão elétrica e à formulação de lotes sem sulfatos.

⁽⁴⁾ Os valores de emissões associados estão relacionados com a utilização de fuelóleo com teor de enxofre de 1 % em combinação com técnicas secundárias de redução das emissões.

1.6.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão

52. É MTD reduzir as emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionamentos inerentes à formulação da mistura a fundir para o tipo de vidro produzido na instalação e à disponibilidade de matérias-primas.
ii. Minimização dos compostos de flúor e/ou cloro na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do flúor e/ou do cloro Os compostos de flúor são utilizados para conferir características particulares aos vidros especiais (por exemplo vidro de iluminação opaco, vidro ótico). Os compostos de cloro podem ser utilizados como agentes afinantes para a produção de vidro de borossilicato.	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos inerentes aos requisitos de qualidade do produto final.
iii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.4.

Quadro 42

VEA às MTD para emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão no setor do vidro especial

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl ⁽²⁾	< 10 – 20	< 0,03 – 0,05
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	< 1 – 5	< 0,003 – 0,04 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Foi aplicado o fator de conversão de $2,5 \times 10^{-3}$, tendo alguns valores sido aproximados. Pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico, baseado no tipo de produção.

⁽²⁾ Os valores mais altos estão associados à utilização de matérias com cloro na formulação da mistura a fundir.

⁽³⁾ O valor mais alto da gama deriva de dados específicos transmitidos.

1.6.5. Metais provenientes de fornos de fusão

53. É MTD reduzir as emissões de metais provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de metais	A aplicabilidade pode estar limitada por condicionamentos impostos pelo tipo de vidro produzido na instalação e pela disponibilidade de matérias-primas.
ii. Minimização da utilização de compostos metálicos na formulação da mistura a fundir, através de uma seleção adequada de matérias-primas sempre que for necessário corar ou descorar o vidro ou conferir características específicas ao vidro	As técnicas são de aplicação geral.
iii. Depuração a seco ou por via semisseca em combinação com um sistema de filtração	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.5.

Quadro 43

VEA às MTD para emissões de metais provenientes do forno de fusão no setor do vidro especial

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽³⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,1 – 1	< 0,3 – 3×10^{-3}
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 5	< 3 – 15×10^{-3}

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Os valores mais baixos são VEA às MTD sempre que não forem utilizados intencionalmente compostos metálicos na formulação da mistura a fundir.

⁽³⁾ Foi utilizado o fator de conversão $2,5 \times 10^{-3}$ (ver quadro 2), tendo sido aproximados alguns dos valores indicados no quadro. Pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico, baseado no tipo de produção.

1.6.6. Emissões provenientes de processos a jusante

54. Para processos a jusante com emissões de partículas, é MTD reduzir as emissões de partículas e metais utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Execução de operações que gerem partículas (por exemplo corte, trituração, polimento) sob um líquido	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Aplicação de um sistema de filtro de mangas.	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.8.

Quadro 44

VEA às MTD para emissões de partículas e de metais provenientes de processos a jusante no setor do vidro especial, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Partículas	1 – 10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI}) ⁽¹⁾	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn) ⁽¹⁾	< 1 – 5

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases residuais.

55. Para os processos de polimento a ácido, é MTD reduzir as emissões de HF utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Descrição
i. Minimização de perdas do produto de polimento, garantindo uma boa estanquidade do sistema de aplicação	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Aplicação de uma técnica secundária, por exemplo recurso a lavadores	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.6.

Quadro 45

VEA às MTD para emissões de HF provenientes de processos de polimento a ácido no setor do vidro especial, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	< 5

1.7. Conclusões MTD para a produção de lâ mineral

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações de produção de lâ mineral.

1.7.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão

56. É MTD reduzir as emissões de partículas provenientes dos gases residuais do forno de fusão aplicando um precipitador eletrostático ou um filtro de mangas

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
Sistema de filtração: precipitador eletrostático ou filtro de mangas	A técnica é de aplicação geral. Os precipitadores eletrostáticos não são aplicáveis a altos-fornos de cúpula para a produção de lâ de rocha, devido ao risco de explosão pela ignição do monóxido de carbono produzido dentro do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.1.

Quadro 46

VEA às MTD para emissões de partículas provenientes do forno de fusão no setor da lâ mineral

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Partículas	< 10 – 20	< 0,02 – 0,050

⁽¹⁾ Foram utilizados os fatores de conversão de 2×10^{-3} e $2,5 \times 10^{-3}$ para determinar os valores mais baixo e mais alto da gama de VEA às MTD (ver quadro 2), de modo a abranger a produção de lâ de vidro e de lâ de rocha.

1.7.2. Óxidos de azoto (NO_x) provenientes de fornos de fusão

57. É MTD reduzir as emissões de NO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Modificações da combustão	
a) Redução da razão ar/combustível	Aplicável em fornos convencionais a ar/combustível. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
b) Temperatura reduzida do ar de combustão	Aplicável apenas sob circunstâncias específicas da instalação, devido a uma menor eficiência do forno e a um consumo de combustível mais elevado (por exemplo utilização de fornos recuperativos em vez de fornos regenerativos).
c) Combustão por etapas: — Distribuição do ar — Distribuição do combustível	A distribuição de combustível é aplicável à maioria dos fornos a ar/combustível. A distribuição de ar possui aplicabilidade muito limitada devido à sua complexidade técnica.
d) Recirculação dos gases de combustão	A aplicabilidade desta técnica está limitada à utilização de queimadores especiais com recirculação automática dos gases residuais.
e) Queimadores com baixa emissão de NO _x	A técnica é de aplicação geral. Os benefícios ambientais alcançados são geralmente mais baixos para aplicações em fornos de combustão cruzada a gás, devido a condicionalismos técnicos e a um menor grau de flexibilidade do forno. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
f) Escolha do combustível	A aplicabilidade está limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade dos diferentes tipos de combustível, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.
ii. Fusão elétrica	Não aplicável à produção de grandes volumes de vidro (> 300 toneladas/dia). Não aplicável à produção que exija grandes variações de extração. A implementação requer a reconstrução total do forno.
iii. Fusão a oxigénio/combustível	Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas durante uma reconstrução total do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

Quadro 47

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor da lâ mineral

Parâmetro	Produto	Técnica de fusão	VEA às MTD	
			mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Lã de vidro	Fornos de combustível/ar e elétricos	< 200 – 500	< 0,4 – 1,0
		Fusão a oxigénio/combustível ⁽²⁾	Não aplicável	< 0.5
	Lã de rocha	Todos os tipos de fornos	< 400 – 500	< 1,0 – 1,25

⁽¹⁾ Foram utilizados os fatores de conversão 2×10^{-3} para a lâ de vidro e $2,5 \times 10^{-3}$ para a lâ de rocha (ver quadro 2).

⁽²⁾ Os valores alcançáveis dependem da qualidade do gás natural e do oxigénio disponíveis (teor de azoto).

58. Sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir para a produção de lâ de vidro, é MTD reduzir as emissões de NO_x utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimizar a utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir Os nitratos são utilizados como agentes oxidantes na formulação de lotes com níveis elevados de casco externo, para compensar a presença de matéria orgânica no casco	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos inerentes aos requisitos de qualidade do produto final.
ii. Fusão elétrica	A técnica é de aplicação geral. A implementação da fusão elétrica requer uma reconstrução total do forno.
iii. Fusão a oxigénio/combustível	A técnica é de aplicação geral. Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas a partir de uma reconstrução total do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.2.

Quadro 48

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor da lâ de vidro sempre que forem utilizados nitratos na formulação da mistura a fundir

Parâmetro	MTD	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
NO_x , expressos como NO_2	Minimização da utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir, combinada com técnicas primárias	< 500 – 700	< 1,0 – 1,4 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Foi utilizado um fator de conversão de 2×10^{-3} (ver quadro 2).

⁽²⁾ Os valores mais baixos das gamas estão associados à aplicação de fusão a oxigénio/combustível.

1.7.3. Óxidos de enxofre (SO_x) provenientes de fornos de fusão

59. É MTD reduzir as emissões de SO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do enxofre	Na produção de lâ de vidro, a técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos inerentes à disponibilidade de matérias-primas com baixo teor de enxofre, nomeadamente casco externo. Níveis elevados de casco externo na formulação da mistura a fundir limitam a possibilidade de otimizar o balanço de massa do enxofre devido a um teor variável de enxofre. Na produção de lâ de rocha, a otimização do balanço de massa do enxofre pode requerer uma abordagem de compromisso entre a eliminação de emissões de SO_x dos gases de combustão e a gestão de resíduos sólidos, provenientes do tratamento dos gases de combustão (partículas dos filtros) e/ou do processo de fibragem, que possam ser reciclados na formulação da mistura a fundir (briquetes com aglutinador) ou que tenham de ser eliminados.
ii. Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre	A aplicabilidade pode estar limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pelas políticas de energia do Estado-Membro.
iii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	Os precipitadores eletrostáticos não são aplicáveis a altos-fornos de cúpula para a produção de lâ de rocha (ver MTD 56).
iv. Utilização de lavadores	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos técnicos; isto é, da necessidade de uma instalação específica para tratamento de águas residuais

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.3 e 1.10.6.

Quadro 49

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes do forno de fusão no setor da lâ mineral

Parâmetro	Produto/condições	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
SO _x , expressos como SO ₂	Lã de vidro		
	Fornos a gás e elétricos ⁽²⁾	< 50 – 150	< 0,1 – 0,3
	Lã de rocha		
	Fornos a gás e elétricos	< 350	< 0,9
	Altos-fornos de cúpula, sem reciclagem de briquetes e de escórias ⁽³⁾	< 400	< 1,0
Altos-fornos de cúpula, com reciclagem de briquetes com aglutinador e de escórias ⁽⁴⁾	< 1 400	< 3,5	

⁽¹⁾ Foram utilizados os fatores de conversão 2×10^{-3} para a lâ de vidro e $2,5 \times 10^{-3}$ para a lâ de rocha (ver quadro 2).

⁽²⁾ Os valores mais baixos das gamas estão associados à utilização de fusão elétrica. Os valores mais altos estão associados a níveis elevados de reciclagem de casco.

⁽³⁾ O VEA às MTD está associado a condições em que a redução de SO_x possui maior prioridade em relação a uma menor produção de resíduos sólidos.

⁽⁴⁾ Quando a redução de resíduos possui maior prioridade em relação às emissões de SO_x, são expectáveis emissões com valores mais altos. Os valores alcançáveis devem basear-se num balanço de massa do enxofre.

1.7.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão

60. É MTD reduzir as emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Descrição
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos inerentes à formulação da mistura a fundir e à disponibilidade de matérias-primas
ii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	Os precipitadores eletrostáticos não são aplicáveis a altos-fornos de cúpula para a produção de lâ de rocha (ver MTD 56).

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.4.

Quadro 50

VEA às MTD para emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão no setor da lâ mineral

Parâmetro	Produto	VEA às MTD	
		mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl	Lã de vidro	< 5 – 10	< 0,01 – 0,02
	Lã de rocha	< 10 – 30	< 0,025 – 0,075
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	Todos os produtos	< 1 – 5	< 0,002 – 0,013 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Foram utilizados os fatores de conversão 2×10^{-3} para a lâ de vidro e $2,5 \times 10^{-3}$ para a lâ de rocha (ver quadro 2).

⁽²⁾ Foram utilizados os fatores de conversão de 2×10^{-3} e $2,5 \times 10^{-3}$ para determinar os valores mais baixo e mais alto da gama de VEA às MTD (ver quadro 2).

1.7.5. Sulfureto de hidrogénio (H₂S) proveniente de fornos de fusão de lâ de rocha

61. É MTD reduzir as emissões de H₂S provenientes do forno de fusão aplicando um sistema de incineração dos gases residuais de modo a oxidar o sulfureto de hidrogénio para SO₂

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
Sistema de incineração de gases residuais	A técnica é de aplicação geral em altos-fornos de cúpula para produção de lâ de rocha.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.9.

Quadro 51

VEA às MTD para emissões de H₂S provenientes do forno de fusão na produção de lâ de rocha

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Sulfureto de hidrogénio, expresso como H ₂ S	< 2	< 0,005

⁽¹⁾ Foi utilizado um fator de conversão de $2,5 \times 10^{-3}$ para a lâ de rocha (ver quadro 2).

1.7.6. Metais provenientes de fornos de fusão

62. É MTD reduzir as emissões de metais provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de metais	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos inerentes à disponibilidade de matérias-primas. Na produção de lâ de vidro, a utilização de manganês na formulação da mistura a fundir como agente oxidante depende da quantidade e qualidade do casco externo empregado na formulação da mistura a fundir, podendo ser minimizado de forma correspondente.
ii. Aplicação de um sistema de filtração	Os precipitadores eletrostáticos não são aplicáveis a altos-fornos de cúpula para a produção de lâ de rocha (ver MTD 56).

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.5.

Quadro 52

VEA às MTD para emissões de metais provenientes do forno de fusão no setor da lâ mineral

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 0,2 – 1 ⁽³⁾	< 0,4 – $2,5 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 2 ⁽³⁾	< 2 – 5×10^{-3}

⁽¹⁾ Os leques de valores referem-se ao total de metais presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Foram utilizados os fatores de conversão de 2×10^{-3} e $2,5 \times 10^{-3}$ para determinar os valores mais baixo e mais alto da gama de VEA às MTD (ver quadro 2).

⁽³⁾ Os valores mais altos estão associados à utilização de altos-fornos de cúpula para a produção de lâ de rocha.

1.7.7. Emissões provenientes de processos a jusante

63. É MTD reduzir as emissões dos processos a jusante utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
<p>i. Aspersores e ciclones</p> <p>A técnica baseia-se na remoção de partículas e gotículas dos gases residuais por impacto, bem como de substâncias gasosas por absorção parcial com água. Normalmente é utilizada água de processo para os aspersores. A água do processo de reciclagem é filtrada antes de ser reutilizada</p>	<p>A técnica é de aplicação geral no setor da lã mineral, nomeadamente nos processos de lã de vidro para o tratamento de emissões provenientes da área de conformação (aplicação de revestimento nas fibras).</p> <p>Aplicabilidade limitada nos processos de lã de rocha, pois pode influenciar negativamente outras técnicas de redução das emissões que estejam a ser utilizadas.</p>
<p>ii. Lavadores</p>	<p>A técnica é de aplicação geral para o tratamento de gases residuais provenientes do processo de conformação (aplicação do revestimento nas fibras) ou para gases residuais combinados (conformação e cura).</p>
<p>iii. Precipitadores eletrostáticos húmidos</p>	<p>A técnica é de aplicação geral para o tratamento de gases residuais provenientes do processo de conformação (aplicação do revestimento nas fibras) ou das estufas de cura ou para gases residuais combinados (conformação e cura).</p>
<p>iv. Filtros de lã de rocha</p> <p>Consiste numa estrutura de aço ou betão no qual são montadas placas de lã de rocha que atuam como meio de filtração. O meio de filtração tem de ser limpo ou mudado periodicamente. Este filtro é adequado para gases residuais com elevado teor de humidade e partículas de natureza adesiva</p>	<p>A aplicabilidade está limitada principalmente a processos de lã de rocha para gases residuais provenientes da área de conformação e/ou das estufas de cura.</p>
<p>v. Incineração dos gases residuais</p>	<p>A técnica é de aplicação geral para o tratamento de gases residuais provenientes de estufas de cura, em particular nos processos de lã de rocha.</p> <p>A aplicação em gases residuais combinados (conformação e cura) não é economicamente viável, devido ao grande volume, à baixa concentração e à baixa temperatura dos gases residuais.</p>

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.7 e 1.10.9.

Quadro 53

VEA às MTD para emissões atmosféricas provenientes de processos a jusante no setor da lã mineral, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada produto acabado
<i>Área de conformação - Emissões combinadas dos processos de conformação e cura - Emissões combinadas dos processos de conformação, cura e arrefecimento</i>		
Partículas totais	< 20 – 50	—
Fenol	< 5 – 10	—
Formaldeído	< 2 – 5	—
Amoníaco	30 – 60	—

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada produto acabado
Aminas	< 3	—
Compostos orgânicos voláteis totais, expressos como C	10 – 30	—
Emissões da estufa de cura ⁽¹⁾ ⁽²⁾		
Partículas totais	< 5 – 30	< 0,2
Fenol	< 2 – 5	< 0,03
Formaldeído	< 2 – 5	< 0,03
Amoníaco	< 20 – 60	< 0,4
Aminas	< 2	< 0,01
Compostos orgânicos voláteis totais, expressos como C	< 10	< 0,065
NO _x , expressos como NO ₂	< 100 – 200	< 1

⁽¹⁾ Os valores de emissões expressos em kg/tonelada de produto acabado não são afetados pela espessura da manta de lã mineral produzida nem pela concentração ou diluição extremas dos gases libertados. Foi utilizado um fator de conversão de $6,5 \times 10^{-3}$.

⁽²⁾ Caso sejam produzidas lãs minerais com alta densidade ou alto teor de agentes aglutinadores, os valores de emissões associados às técnicas listadas como MTD para o setor podem ser significativamente mais elevados do que os presentes VEA às MTD. Caso estes tipos de produtos representem a maior parte da produção de determinada instalação, devem ser tomadas em consideração outras técnicas.

1.8. Conclusões MTD para a produção de lãs de isolamento de alta temperatura

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações de produção de lãs de isolamento de alta temperatura (LIAT).

1.8.1. Emissões de partículas provenientes da fusão e de processos a jusante

64. É MTD reduzir as emissões de partículas dos gases residuais do forno de fusão aplicando um sistema de filtração.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
O sistema de filtração é normalmente composto por um filtro de mangas.	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.1.

Quadro 54

VEA às MTD para emissões de partículas provenientes do forno de fusão no setor de LIAT

Parâmetro	MTD	VEA às MTD
		mg/Nm ³
Partículas	Limpeza de gases libertados com sistemas de filtração	< 5 – 20 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Os valores estão associados à utilização de um filtro de mangas.

65. Para os processos a jusante com emissões de partículas, é MTD reduzir as emissões utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
<p>i. Minimização das perdas de produto garantindo uma boa estanquidade da linha de produção, sempre que tecnicamente aplicável.</p> <p>As potenciais fontes de emissões de partículas e fibras são:</p> <ul style="list-style-type: none"> — fibragem e recolha; — formação da manta (agulhagem); — queima de lubrificante; — corte, guilhotinagem e embalagem do produto acabado. <p>A boa construção, a estanquidade e a manutenção dos sistemas de processamento a jusante são essenciais para minimizar as perdas de produto para o ar.</p>	As técnicas são de aplicação geral.
<p>ii. Corte, guilhotinagem e embalagem a vácuo, aplicando um sistema de extração eficiente em conjunto com um filtro de mangas.</p> <p>É aplicada uma pressão negativa na área de trabalho (por exemplo máquina de corte, caixa de cartão para embalagem) de modo a extrair as partículas e as fibras em suspensão e a encaminhá-las para um filtro de mangas.</p>	
<p>iii. Aplicação de um sistema de filtros de mangas ⁽¹⁾</p> <p>Os gases residuais provenientes das operações a jusante (por exemplo fibragem, formação da manta, queima de lubrificante) são encaminhados para um sistema de tratamento composto por um filtro de mangas.</p>	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.1.

Quadro 55

VEA às MTD para processos a jusante com emissões de partículas no setor de LIAT, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Partículas ⁽¹⁾	1 – 5

⁽¹⁾ O nível mais baixo da gama está associado a emissões de lã de vidro de silicato de alumínio/fibras de cerâmica refratária.

1.8.2. Óxidos de azoto (NO_x) provenientes da fusão e de processos a jusante

66. É MTD reduzir as emissões de NO_x provenientes do forno de queima de lubrificante aplicando controlo e/ou modificações da combustão

Técnica	Aplicabilidade
<p>Controlo e/ou modificações da combustão</p> <p>As técnicas para reduzir a formação de emissões de NO_x térmico incluem um controlo dos parâmetros principais da combustão:</p> <ul style="list-style-type: none"> — razão ar/combustível (teor de oxigénio na zona de reação) — temperatura da chama — tempo de permanência na zona de alta temperatura. <p>Um bom controlo da combustão consiste em gerar as condições que sejam menos favoráveis à formação de NO_x</p>	A técnica é de aplicação geral.

Quadro 56

VEA às MTD para NO_x proveniente do forno de queima de lubrificante no setor de LIAT

Parâmetro	MTD	VEA às MTD
		mg/Nm ³
NO _x , expressos como NO ₂	Controlo e/ou modificações da combustão	100 – 200

1.8.3. Óxidos de enxofre (SO_x) provenientes da fusão e de processos a jusante

67. É MTD reduzir as emissões de SO_x provenientes dos fornos de fusão e dos processos a jusante utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de enxofre.	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos inerentes à disponibilidade de matérias-primas.
ii. Utilização de combustível com baixo teor de enxofre.	A aplicabilidade pode estar limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.3.

Quadro 57

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes dos fornos de fusão e de processos a jusante no setor de LIAT

Parâmetro	MTD	VEA às MTD
		mg/Nm ³
SO _x , expressos como SO ₂	Técnicas primárias	< 50

1.8.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão

68. É MTD reduzir as emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão selecionando matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.4.

Quadro 58

VEA às MTD para emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão no setor de LIAT

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl	< 10
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	< 5

1.8.5. Metais provenientes de fornos de fusão e de processos a jusante

69. É MTD reduzir as emissões de metais provenientes do forno de fusão e/ou dos processos a jusante utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de metais	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Aplicação de um sistema de filtração	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.5.

Quadro 59

VEA às MTD para emissões de metais provenientes do forno de fusão e/ou de processos a jusante no setor de LIAT

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾
	mg/Nm ³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 5

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

1.8.6. Compostos orgânicos voláteis provenientes de processos a jusante

70. É MTD reduzir as emissões de compostos orgânicos voláteis (COV) provenientes do forno de queima de lubrificante utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Controlo da combustão, incluindo monitorização das emissões de CO associadas. A técnica consiste no controlo dos parâmetros da combustão (por exemplo teor de oxigénio na zona de reação, temperatura da chama) para garantir uma combustão completa dos componentes orgânicos (por exemplo polietilenoglicol) nos gases residuais. A monitorização das emissões de monóxido de carbono permite controlar a presença de matérias orgânicas não queimadas.	A técnica é de aplicação geral.
ii. Incineração dos gases residuais	A viabilidade económica pode limitar a aplicabilidade destas técnicas devido aos baixos volumes de gases residuais e às baixas concentrações de COV.
iii. Lavadores	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas nas secções 1.10.6 e 1.10.9.

Quadro 60

VEA às MTD para emissões de COV provenientes do forno de queima de lubrificante no setor de LIAT, quando tratadas em separado

Parâmetro	MTD	VEA às MTD
		mg/Nm ³
Compostos orgânicos voláteis, expressos como C	Técnicas primárias e/ou secundárias	10 – 20

1.9. Conclusões MTD para a produção de fritas

Salvo disposição em contrário, as conclusões MTD apresentadas na presente secção podem ser aplicadas a todas as instalações de produção de fritas.

1.9.1. Emissões de partículas provenientes de fornos de fusão

71. É MTD reduzir as emissões de partículas provenientes dos gases residuais do forno de fusão através de um precipitador eletrostático ou um sistema de filtro de mangas.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
Sistema de filtração: precipitador eletrostático ou filtro de mangas	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.1.

Quadro 61

VEA às MTD para emissões de partículas provenientes do forno de fusão no setor das fritas

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Partículas	< 10 – 20	< 0,05 – 0,15

⁽¹⁾ Foram utilizados os fatores de conversão de 5×10^{-3} e $7,5 \times 10^{-3}$ para determinar os valores mais baixo e mais alto da gama de VEA às MTD (ver quadro 2). No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico baseado no tipo de combustão.

1.9.2. Óxidos de azoto (NO_x) provenientes de fornos de fusão

72. É MTD reduzir as emissões de NO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Minimizar a utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir Na produção de fritas utilizam-se nitratos na formulação da mistura a fundir de muitos produtos, com o intuito de se obterem as características desejadas.	A substituição dos nitratos na formulação da mistura a fundir pode estar limitada pelos custos elevados e/ou por um maior impacto ambiental das matérias alternativas e/ou pelos requisitos de qualidade do produto final.
ii. Redução do ar parasita que entra no forno A técnica consiste em evitar a entrada de ar no forno selando os blocos dos queimadores, o alimentador de material e todas as outras aberturas do forno de fusão.	A técnica é de aplicação geral.
iii. Modificações da combustão	
a) Redução da razão ar/combustível	Aplicável em fornos convencionais a ar/combustível. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
b) Temperatura reduzida do ar de combustão	Aplicável apenas em circunstâncias específicas para cada instalação, devido a uma menor eficiência do forno e a um maior consumo de combustível.
c) Combustão por etapas: — Distribuição do ar — Distribuição do combustível	A distribuição de combustível é aplicável à maioria dos fornos a ar/combustível. A distribuição de ar possui aplicabilidade muito limitada devido à respetiva complexidade técnica.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
d) Recirculação dos gases de combustão	A aplicabilidade desta técnica está limitada à utilização de queimadores especiais com recirculação automática dos gases residuais.
e) Queimadores com baixa emissão de NO _x	A técnica é de aplicação geral. São obtidos benefícios totais em caso de reconstrução normal ou total do forno, quando combinada com a melhor geometria e o melhor <i>design</i> possível do forno.
f) Escolha do combustível	A aplicabilidade está limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade dos diferentes tipos de combustível, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.
iv. Fusão a oxigénio/combustível	Os benefícios ambientais máximos são alcançados em aplicações feitas durante uma reconstrução total do forno.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição da técnica na secção 1.10.2.

Quadro 62

VEA às MTD para emissões de NO_x provenientes do forno de fusão no setor do vidro de fritas

Parâmetro	MTD	Condições de operação	VEA às MTD ⁽¹⁾	
			mg/Nm ³ ⁽²⁾	kg/tonelada de vidro fundido ⁽³⁾
NO _x , expressos como NO ₂	Técnicas primárias	Combustão a oxigénio/ /combustível, sem nitratos ⁽³⁾	Não aplicável	< 2,5 – 5
		Combustão a oxigénio/ /combustível, com utilização de nitratos	Não aplicável	5 – 10
		Combustão a combustível/ /ar, combustível/ar enriquecido com oxigénio, sem nitratos	500 – 1 000	2,5 – 7,5
		Combustão a combustível/ /ar, combustível/ar enriquecido com oxigénio, com utilização de nitratos	< 1 600	< 12

⁽¹⁾ As gamas de valores tomam em consideração o conjunto dos gases de combustão provenientes de fornos onde são aplicadas diferentes técnicas de fusão e onde são produzidos diferentes tipos de fritas, com ou sem nitratos na formulação da mistura a fundir, que podem ser conduzidos para uma única chaminé, excluindo a possibilidade de caracterizar cada técnica de fusão aplicada e os diferentes produtos.

⁽²⁾ Foram utilizados os fatores de conversão de 5×10^{-3} e $7,5 \times 10^{-3}$ para determinar os valores mais baixo e mais alto da gama. No entanto, pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico baseado no tipo de combustão (ver quadro 2).

⁽³⁾ Os valores alcançáveis dependem da qualidade do gás natural e do oxigénio disponíveis (teor de azoto).

1.9.3. Óxidos de enxofre (SO_x) provenientes de fornos de fusão

73. É MTD controlar as emissões de SO_x provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de enxofre	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionalismos inerentes à disponibilidade de matérias-primas.
ii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	A técnica é de aplicação geral.
iii. Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre	A aplicabilidade pode estar limitada pelos condicionalismos associados à disponibilidade de combustíveis com baixo teor de enxofre, que pode ser afetada pelas políticas do Estado-Membro relativas à energia.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.3.

Quadro 63

VEA às MTD para emissões de SO_x provenientes do forno de fusão no setor das fritas

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
SO _x , expressos como SO ₂	< 50 – 200	< 0,25 – 1,5

⁽¹⁾ Foram utilizados os fatores de conversão 5×10^{-3} e $7,5 \times 10^{-3}$, no entanto, os valores indicados no quadro podem ter sido aproximados. Pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico, baseado no tipo de combustão (ver quadro 2).

1.9.4. Cloreto de hidrogénio (HCl) e fluoreto de hidrogénio (HF) provenientes de fornos de fusão

74. É MTD reduzir as emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e de flúor	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos inerentes à formulação da mistura a fundir e à disponibilidade de matérias-primas.
ii. Minimização dos compostos de flúor na formulação da mistura a fundir, quando utilizados para garantir a qualidade do produto final Os compostos de flúor são utilizados para conferir características específicas às fritas (por exemplo resistência térmica e química).	A minimização ou substituição de compostos de flúor por matérias alternativas está limitada pelos requisitos de qualidade do produto.
iii. Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração.	A técnica é de aplicação geral.

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.4.

Quadro 64

VEA às MTD para emissões de HCl e HF provenientes do forno de fusão no setor das fritas

Parâmetro	VEA às MTD	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽¹⁾
Cloreto de hidrogénio, expresso como HCl	< 10	< 0,05
Fluoreto de hidrogénio, expresso como HF	< 5	< 0,03

⁽¹⁾ Foi aplicado o fator de conversão de 5×10^{-3} , tendo alguns valores sido aproximados. Pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico, baseado no tipo de combustão (ver quadro 2).

1.9.5. Metais provenientes de fornos de fusão

75. É MTD reduzir as emissões de metais provenientes do forno de fusão utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de metais	A técnica é de aplicação geral dentro dos condicionamentos inerentes ao tipo de frita produzido na instalação e à disponibilidade de matérias-primas.

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
ii. Minimização da utilização de compostos metálicos na formulação da mistura a fundir, sempre que seja necessário conferir cor ou outras características específicas à frita	As técnicas são de aplicação geral.
iii. Depuração a seco ou por via semisseca em combinação com um sistema de filtração	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.5.

Quadro 65

VEA às MTD para emissões de metais provenientes do forno de fusão no setor das fritas

Parâmetro	VEA às MTD ⁽¹⁾	
	mg/Nm ³	kg/tonelada de vidro fundido ⁽²⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 1	< 7,5 × 10 ⁻³
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 5	< 37 × 10 ⁻³

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases libertados, tanto em fase sólida como gasosa.

⁽²⁾ Foi aplicado o fator de conversão de 7,5 × 10⁻³. Pode ser necessário aplicar um fator de conversão específico, baseado no tipo de combustão (ver quadro 2).

1.9.6. Emissões provenientes de processos a jusante

76. Para os processos a jusante com emissões de partículas, é MTD reduzir as emissões utilizando uma ou uma combinação das seguintes técnicas:

Técnica ⁽¹⁾	Aplicabilidade
i. Aplicação de técnicas de trituração por via húmida A técnica consiste em triturar a frita até as partículas adquirirem o tamanho desejado com líquido suficiente para formar uma lama. O processo é geralmente executado em moinhos de bolas de alumina com água.	As técnicas são de aplicação geral.
ii. Execução da trituração a seco e embalagem do produto seco sob um sistema eficiente de extração em conjunto com um filtro de mangas É aplicada uma pressão negativa ao equipamento de trituração ou à área de trabalho onde se procede à embalagem para encaminhar as emissões de partículas para um filtro de mangas.	
iii. Aplicação de um sistema de filtração	

⁽¹⁾ É apresentada uma descrição das técnicas na secção 1.10.1.

Quadro 66

VEA às MTD para emissões atmosféricas provenientes de processos a jusante no setor das fritas, quando tratadas em separado

Parâmetro	VEA às MTD
	mg/Nm ³
Partículas	5 – 10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI})	< 1 ⁽¹⁾
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr _{VI} , Sb, Pb, Cr _{III} , Cu, Mn, V, Sn)	< 5 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Os valores referem-se ao total de metais presente nos gases residuais.

Glossário

1.10. Descrição das técnicas

1.10.1. Emissões de partículas

Técnica	Descrição
Precipitador eletrostático	Os precipitadores eletrostáticos operam de modo que as partículas são carregadas e separadas por influência de um campo elétrico. Os precipitadores eletrostáticos podem operar sob um leque variado de condições.
Filtro de mangas	Os filtros de mangas são feitos de tecido poroso ou feltro através do qual os gases são forçados a passar para que as partículas sejam removidas. A utilização de um filtro de mangas requer a seleção de um material de filtração adequado às características dos gases residuais e à temperatura máxima de operação.
Redução dos componentes voláteis através de modificações nas matérias-primas	A formulação da composição da mistura a fundir pode conter componentes muito voláteis (por exemplo compostos de boro), que podem ser minimizados ou substituídos reduzindo as emissões de partículas geradas principalmente por fenómenos de volatilização.
Fusão elétrica	A técnica consiste num forno de fusão em que a energia é fornecida por aquecimento de uma resistência elétrica. Nos fornos de abóbada fria (em que os elétrodos são geralmente colocados no fundo do forno), a manta de composição cobre a superfície da massa fundida com uma consequente e significativa redução da volatilização dos componentes da composição (por exemplo compostos de chumbo).

1.10.2. Emissões de NO_x

Técnica	Descrição
Modificações da combustão	
i. Redução da razão ar/combustível	A técnica baseia-se principalmente nas seguintes características: — minimização de fugas de ar para dentro do forno; — controlo cuidadoso do ar utilizado na combustão; — <i>design</i> modificado da câmara de combustão do forno.
ii. Redução da temperatura do ar de combustão	A utilização de fornos recuperativos, em vez de fornos regenerativos, resulta numa redução da temperatura de pré-aquecimento do ar e, consequentemente, numa temperatura mais baixa da chama. No entanto, esta está associada a uma menor eficiência do forno (extração específica inferior), menor eficiência em termos de combustível e maior consumo de combustível, que resultam num potencial aumento das emissões (kg/tonelada de vidro).
iii. Combustão por etapas	— Distribuição de ar – envolve a combustão subestequiométrica e o fornecimento do ar ou oxigénio remanescente ao forno para completar a combustão; — Distribuição de combustível – uma chama primária de baixo impulso é desenvolvida no queimador (10 % da energia total); uma chama secundária cobre a base da chama primária, reduzindo a temperatura do respetivo núcleo.
iv. Recirculação dos gases de combustão	Implica a reinjeção dos gases residuais do forno na chama, para reduzir o teor de oxigénio e, consequentemente, a temperatura da chama. A utilização de queimadores especiais baseia-se na recirculação interna dos gases de combustão que arrefecem a base das chamas e reduzem o teor de oxigénio na parte mais quente das chamas.
v. Queimadores com baixa emissão de NO _x	A técnica baseia-se nos princípios de redução das temperaturas máximas da chama, atrasando, mas completando, a combustão e aumentando a transferência de calor (maior capacidade de emissão da chama). Pode ser associada a um <i>design</i> modificado da câmara de combustão do forno.

Técnica	Descrição
vi. Escolha do combustível	Regra geral, os fornos alimentados a combustível líquido apresentam emissões de NO_x inferiores às dos fornos a gás, devido a uma melhor capacidade de emissão térmica e a temperaturas mais baixas das chamas.
Design especial do forno	Forno do tipo recuperativo que integra várias características, permitindo temperaturas mais baixas das chamas. As características principais são: <ul style="list-style-type: none"> — tipos específicos de queimadores (número e posicionamento); — geometria modificada do forno (altura e dimensão); — pré-aquecimento das matérias-primas em duas fases com os gases residuais a passar sobre as matérias-primas que entram no forno e um pré-aquecedor de casco externo a jusante do recuperador utilizado para pré-aquecer o ar de combustão.
Fusão elétrica	A técnica num forno de fusão em que a energia é fornecida por aquecimento com uma resistência elétrica. As características principais são: <ul style="list-style-type: none"> — os eletrodos são normalmente colocados no fundo do forno (abóbada fria); — os nitratos são utilizados frequentemente na composição da mistura a fundir dos fornos elétricos de abóbada fria para proporcionar as condições de oxidação necessárias a um processo de produção estável, seguro e eficiente.
Fusão a oxigénio/combustível	A técnica envolve a substituição do ar de combustão por oxigénio (> 90 % de pureza), com a consequente eliminação/redução da formação de NO_x térmico a partir do nitrogénio que entra no forno. O teor residual de nitrogénio no forno depende da pureza do oxigénio fornecido, da qualidade do combustível (% de N_2 no gás natural) e da potencial admissão de ar.
Redução química por combustível	A técnica baseia-se na injeção de um combustível fóssil nos gases residuais com a redução química de NO_x para N_2 através de uma série de reações. No processo 3R, o combustível (gás natural ou combustível líquido) é injetado à entrada do regenerador. A tecnologia foi concebida para utilização em fornos regenerativos.
Redução catalítica seletiva (RCS)	A técnica baseia-se na redução de NO_x para nitrogénio num leito catalítico através de uma reação com amoníaco (regra geral, solução aquosa) a uma temperatura ótima de operação entre 300 e 450 °C. Pode ser aplicada uma ou duas camadas de leito catalítico. É alcançada uma maior redução de NO_x com a utilização de maiores quantidades de catalisador (duas camadas).
Redução não catalítica seletiva (RNCS)	A técnica baseia-se na redução de NO_x para nitrogénio através de uma reação com amoníaco ou ureia a alta temperatura. A temperatura de operação deve ser mantida entre 900 e 1 050 °C.
Minimização da utilização de nitratos na formulação da mistura a fundir	A minimização dos nitratos é utilizada para reduzir as emissões de NO_x decorrentes da decomposição destas matérias-primas quando aplicadas como agentes oxidantes para produtos de qualidade muito elevada, sempre que é necessário um vidro muito transparente ou para outros tipos de vidro com características específicas. Podem ser aplicadas as seguintes opções: <ul style="list-style-type: none"> — Reduzir a presença de nitratos na formulação da mistura a fundir para o mínimo compatível com os requisitos do produto e da fusão; — Substituir os nitratos por matérias alternativas. São alternativas eficazes sulfatos, óxidos de arsénio e óxido de cério; — Aplicar modificações ao processo (por exemplo condições especiais de combustão oxidante).

1.10.3. Emissões de SO_x

Técnica	Descrição
Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	É introduzido e disperso no fluxo de gases residuais um reagente alcalino sob a forma de pó seco ou de suspensão/solução. Esta matéria reage com as substâncias sulfurosas gasosas para formar uma substância sólida que tem de ser removida por filtração (filtro de mangas ou precipitador eletrostático). Em geral, a utilização de uma torre de reação melhora a eficiência de remoção do sistema de depuração.
Minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do enxofre	A minimização do teor de enxofre na formulação da mistura a fundir é aplicada para reduzir as emissões de SO _x decorrentes da decomposição de matérias-primas sulfurosas (em geral, sulfatos), utilizadas como agentes afinantes. A redução eficaz das emissões de SO _x depende da retenção de compostos de enxofre no vidro, que podem variar significativamente dependendo do tipo de vidro e da otimização do balanço de massa do enxofre.
Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre	A utilização de gás natural ou de fuelóleo com baixo teor de enxofre é aplicada para reduzir as emissões de SO _x decorrentes da oxidação do enxofre contido no combustível durante a combustão.

1.10.4. Emissões de HCl e HF

Técnica	Descrição
Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de cloro e flúor	A técnica consiste numa seleção cuidadosa das matérias-primas que possam conter cloretos e fluoretos como impurezas (por exemplo carbonato de sódio sintético, dolomite, casco externo, partículas dos filtros recicladas), para reduzir na fonte as emissões de HCl e HF decorrentes da decomposição destas matérias durante o processo de fusão.
Minimização dos compostos de flúor e/ou cloro na formulação da mistura a fundir e otimização do balanço de massa do flúor e/ou do cloro	A minimização das emissões de flúor e/ou cloro provenientes do processo de fusão pode ser conseguida minimizando/reduzindo a quantidade destas substâncias na formulação da mistura a fundir para o mínimo compatível com a qualidade do produto final. Os compostos de flúor (por exemplo fluorite, criolite, silicato de flúor) são utilizados para conferir características particulares aos vidros especiais (por exemplo vidro opaco, vidro ótico). Os compostos de cloro podem ser utilizados como agentes afinantes.
Depuração a seco ou por via semiseca em combinação com um sistema de filtração	É introduzido e disperso no fluxo de gases residuais um reagente alcalino sob a forma de pó seco ou de suspensão/solução. Esta matéria reage com os cloretos e os fluoretos gasosos para formar uma substância sólida que tem de ser removida por filtração (precipitador eletrostático ou filtro de mangas).

1.10.5. Emissões de metais

Técnica	Descrição
Seleção de matérias-primas para a formulação da mistura a fundir com baixo teor de metais	A técnica consiste numa seleção cuidadosa das matérias-primas da mistura que possam conter impurezas metálicas (por exemplo casco externo), para reduzir na fonte as emissões de metais decorrentes da decomposição dessas matérias durante o processo de fusão.
Minimização da utilização de compostos metálicos na formulação da mistura a fundir, quando for necessário colorir ou decorar o vidro, sujeita aos requisitos de qualidade do vidro para consumo humano	A minimização das emissões de metais provenientes do processo de fusão pode ser alcançada da seguinte forma: <ul style="list-style-type: none"> — minimizando a quantidade de compostos metálicos na formulação da mistura a fundir (por exemplo compostos de ferro, cromo, cobalto, cobre, manganês) na produção de vidros coloridos; — minimizando a quantidade de compostos de selénio e de óxido de cério utilizados como agentes de descoloração para a produção de vidro transparente.

Técnica	Descrição
Minimização dos compostos de selénio na formulação da mistura a fundir, através de uma seleção adequada das matérias-primas	A minimização das emissões de flúor provenientes do processo de fusão pode ser alcançada da seguinte forma: <ul style="list-style-type: none"> — minimizando/reduzindo a quantidade de selénio na formulação da mistura a fundir para o mínimo compatível com os requisitos do produto; — selecionando matérias-primas com selénio de baixa volatilidade, para reduzir os fenómenos de volatilização durante o processo de fusão.
Aplicação de um sistema de filtração	Os sistemas de redução de partículas (filtro de mangas e precipitador eletrostático) conseguem reduzir tanto as emissões de partículas como de metais, pois as emissões atmosféricas provenientes dos metais dos processos de fusão estão em grande parte contidas sob a forma de partículas. No entanto, no caso de alguns metais que apresentam compostos extremamente voláteis (por exemplo selénio), a eficácia da remoção pode variar significativamente com a temperatura de filtração.
Depuração a seco ou por via semisseca em combinação com um sistema de filtração	Os metais gasosos podem ser substancialmente reduzidos através da utilização de técnicas de depuração a seco ou por via semisseca com um reagente alcalino. O reagente alcalino reage com as substâncias gasosas para formar uma substância sólida que tem de ser removida por filtração (filtro de mangas ou precipitador eletrostático).

1.10.6. Emissões gasosas combinadas (por exemplo SO_x, HCl, HF, compostos de boro)

Lavadores	No processo de depuração húmida (recurso a lavadores), os compostos gasosos são dissolvidos num líquido adequado (água ou solução alcalina). A jusante do lavador, os gases libertados são saturados com água e é necessária uma separação das gotículas antes de descarregar os gases libertados. O líquido resultante tem de ser tratado por um processo de tratamento de águas residuais e a matéria insolúvel é recolhida por sedimentação ou filtração.
-----------	--

1.10.7. Emissões combinadas (sólidas + gasosas)

Técnica	Descrição
Lavadores	Num processo de depuração húmida (lavadores com um líquido adequado: água ou solução alcalina), é possível a remoção simultânea de compostos sólidos e gasosos. Os critérios de conceção para a remoção de partículas ou de gases são diferentes; por esse motivo, o <i>design</i> constitui um compromisso entre as duas opções. O líquido resultante tem de ser tratado por um processo de tratamento de águas residuais e a matéria insolúvel (emissões sólidas e produtos resultantes das reações químicas) é recolhida por sedimentação ou filtração. No setor da lã mineral e da fibra de vidro de filamento contínuo, os sistemas mais comumente aplicados são: <ul style="list-style-type: none"> — lavadores de leito fixo com jatos em contracorrente; — lavadores <i>venturi</i>.
Precipitadores eletrostáticos húmidos	A técnica consiste num precipitador eletrostático em que as matérias recolhidas são removidas das placas coletoras por um líquido adequado, normalmente água. É normalmente instalado um mecanismo para remover as gotículas de água antes de libertar os gases residuais (desumidificador ou uma zona final de vapor seco).

1.10.8. Emissões provenientes das operações de corte, trituração e polimento

Técnica	Descrição
Execução de operações que gerem partículas (por exemplo corte, trituração, polimento) sob um líquido	É geralmente utilizada água como líquido de arrefecimento nas operações de corte, trituração e polimento, bem como para evitar as emissões de partículas. Pode ser necessário um sistema de extração equipado com um desumidificador.

Técnica	Descrição
Aplicação de um sistema de filtro de mangas	A utilização de filtros de mangas é adequada para a redução de emissões de partículas e de metais, uma vez que os metais provenientes dos processos a jusante estão em grande parte contidos sob a forma de partículas.
Minimização de perdas do produto de polimento, garantindo uma boa estanquidade do sistema de aplicação	O polimento a ácido é executado por imersão dos artigos de vidro num banho de polimento composto por ácidos fluorídrico e sulfúrico. A libertação de vapores pode ser minimizada através de uma boa conceção e manutenção do sistema aplicado, para minimizar as perdas.
Aplicação de uma técnica secundária, por exemplo recurso a lavadores	A depuração húmida (recurso a lavadores) com água é utilizada para o tratamento de gases residuais, devido à natureza ácida das emissões e à elevada solubilidade dos poluentes gasosos a remover.

1.10.9. Emissões de H₂S e COV

Incineração dos gases residuais	<p>A técnica consiste num sistema de pós-combustão que oxida o sulfureto de hidrogénio (gerado por fortes condições de redução no forno de fusão) para dióxido de enxofre e de monóxido de carbono para dióxido de carbono.</p> <p>Os compostos orgânicos voláteis são incinerados termicamente com a consequente oxidação para dióxido de carbono, água e outros produtos de combustão (por exemplo NO_x, SO_x).</p>
---------------------------------	---