

9ª Reunião do Grupo de Trabalho sobre Emissão de Poluentes Atmosféricos por Fontes Fixas

29 a 30/11/2010

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fornos de fusão de vidro **já providos de licença de operação**, fornecida pelos Órgãos Ambientais Licenciadores.



RESUMO DA APRESENTAÇÃO

➤ I - Diretrizes do CONAMA para Elaboração da Proposta

II - Fundamentos Técnicos e Econômicos adotados na proposta da ABIVIDRO, que resultou nos Limites Máximos de Emissão de Poluentes Atmosféricos, contidos no ANEXO X da Resolução CONAMA N 382/2006.

- II.1 Considerações Gerais sobre o Setor de Vidro - **ANEXO 1**
- II.2 Sistemas Primários e Secundários de Abatimento dos Poluentes Atmosféricos Gerados nos Fornos de Fusão de Vidro - **ANEXO 2**
- II.3 Conceitos adotados na proposta aprovada dos limites máximos estabelecidos no ANEXO X da Resolução CONAMA nº 382/2006
 - II.3.1 - **ANEXO 3**
 - II.3.2 - **ANEXO 4**
 - II.3.3 – Considerações Específicas
 - II.3.3 – Considerações Finais

RESUMO DA APRESENTAÇÃO

- **III - 2º Inventário Nacional dos Fornos de Fusão das Indústrias Automáticas de Vidro – 2007/2008/2009 Outubro/2009 – ANEXO 5**

- **IV - Proposta de Resolução da Indústria Vidreira - ANEXO 6**

- **V - Ganhos Ambientais**

I. Diretrizes do CONAMA para Elaboração da Proposta

1. Os Limites Máximos de Emissão de Poluentes Atmosféricos para fornos de Fusão de vidro, já providos de Licença de Operação, deverão ser iguais aqueles exigidos pela resolução CONAMA nº382, de 26 de dezembro de 2006, para Fornos de Fusão de Vidro, cuja Licença de Instalação foi solicitada após sua publicação.
1. O **estabelecimento** dos Limites de Emissão deve ter como base **tecnologias de controle ambientalmente adequadas**, abrangendo todas as fases, desde a concepção, instalação, operação e manutenção das unidades, bem como o uso de matérias primas e insumos, e devem ser **técnica e economicamente viáveis e acessíveis**, e já desenvolvidas em escala, que permitam suas aplicações práticas.
1. A **aplicação** dos Limites Máximos de Emissão deve estar associada a critérios de capacidade de suporte do meio ambiente, ou seja, ao **grau de saturação da região** onde se encontra o empreendimento.
1. O Órgão Ambiental Licenciador poderá estabelecer, mediante decisão fundamentada, Limites Máximos de Emissão de Poluentes Atmosféricos **mais, ou menos, restritivos** aos legalmente exigidos, em áreas onde o **gerenciamento da qualidade do ar**, respectivamente, assim o exigir, ou assim o permitir, tendo em conta no caso de menos restritivos, as **limitações tecnológicas de controle** de emissões, e/ou **ganhos ambientais** comprovadamente alcançados pelo empreendedor.

II. Fundamentos Técnicos e Econômicos adotados na proposta da ABIVIDRO, que resultou nos Limites Máximos de Emissão de Poluentes Atmosféricos, contidos no ANEXO X da Resolução CONAMA N 382/2006.

1. Considerações Gerais sobre o Setor de Vidro

No **ANEXO 1** estão apresentados os principais Setores da Indústria de Fabricação de Vidro, as Atividades Industriais por elas desenvolvidas, Fluxogramas de Fabricação de Vidro, principais Matérias Primas utilizadas e Classificação dos Tipos de Vidro por Receita usada, algumas características dos Tipos de Fornos e da Fusão, e os Principais Problemas Ambientais da Indústria Vidreira.

ANEXO 1

Indústria de Fabricação de Vidro
SETORES
[sentido lato]

1. Vidro de Embalagem
2. Vidro Plano
3. Filamento Contínuo de Fibra de Vidro
4. Vidro Doméstico
5. Vidro Especial
6. Lã Mineral (Lã de Vidro e Lã de Rocha)
7. Lãs Isolantes de Alta Temperatura
8. Fritas

Indústria de Fabricação de Vidro
ATIVIDADES

1. Armazenamento e Manipulação de Matérias Primas
2. Mistura e Transferência
3. Fusão e Refino
4. Modelação ou formatação (ex.: laminação, sopro, filamentação, “float bath”)
5. Condicionamento (ex.: recozimento, “lehr”, tempera)
6. Revestimento, incluindo aglutinação (“blinder”) e aplicação de lubrificante
7. Tratamento Superficial (ex.: polimento ácido)
8. Atividades de Cura e Secagem
9. Processamento, Manipulação e Armazenamento de Resíduos

Típico Processo de Manufatura de Vidro

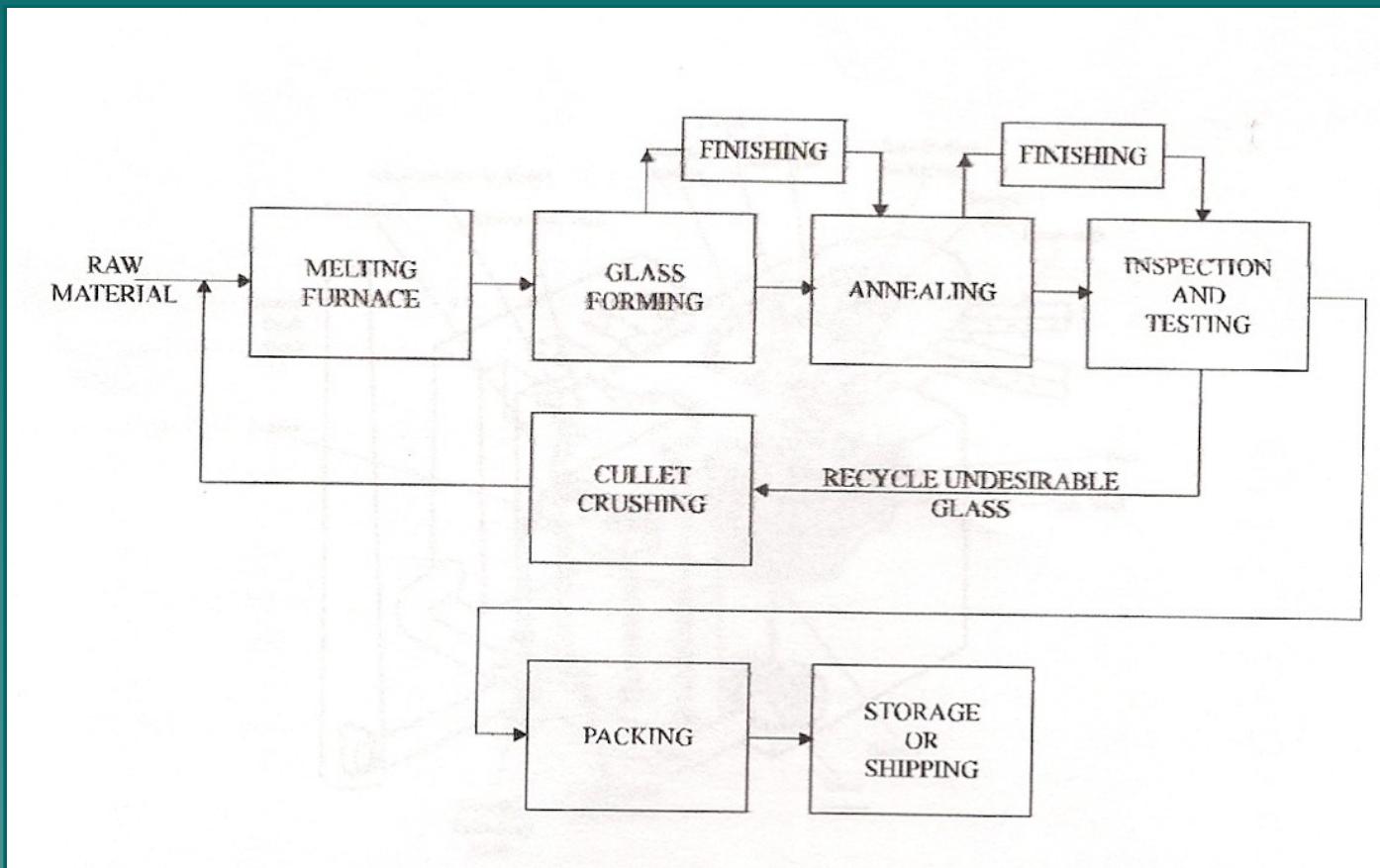
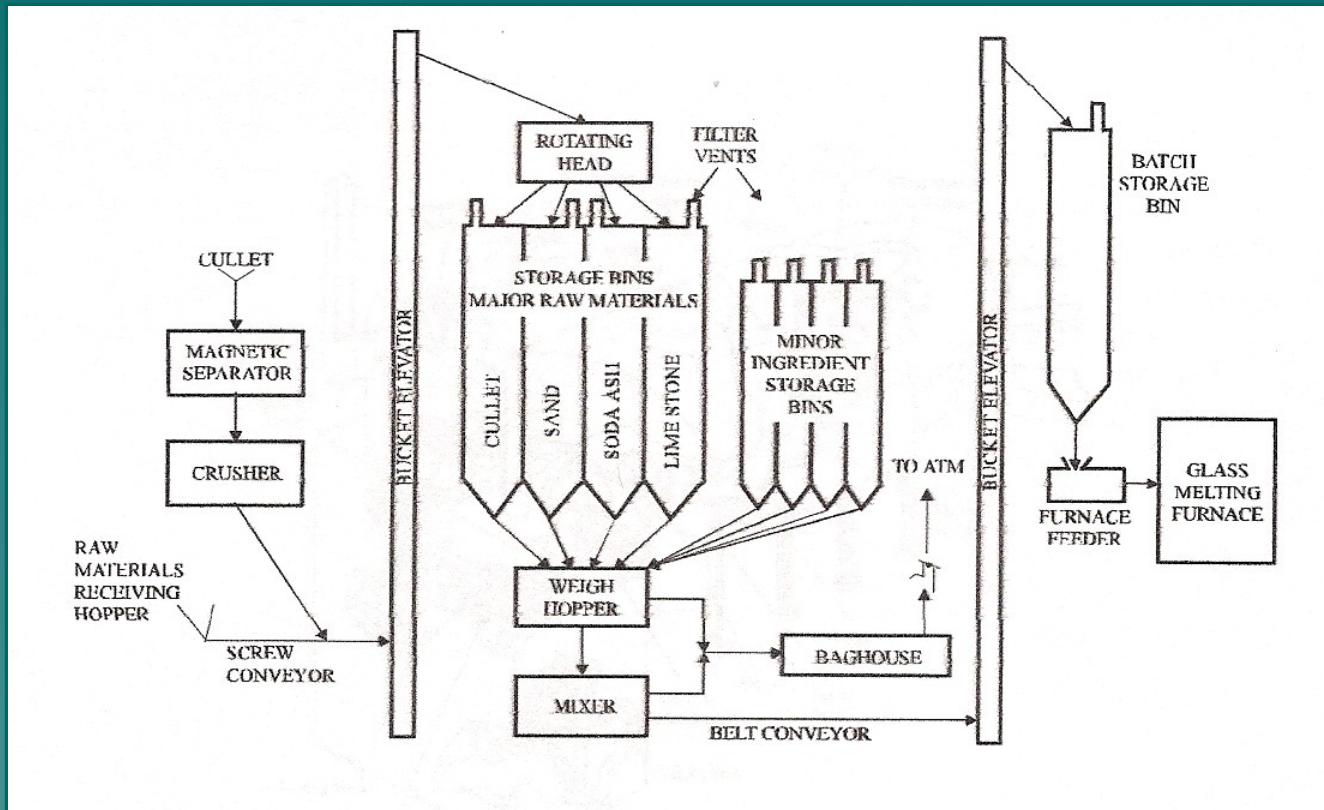


Diagrama Geral da Alimentação Matéria Prima



Fusão do Vidro

Temperatura = 1.300 à 1.550°C

Temperatura da Chama = até 1.650°C

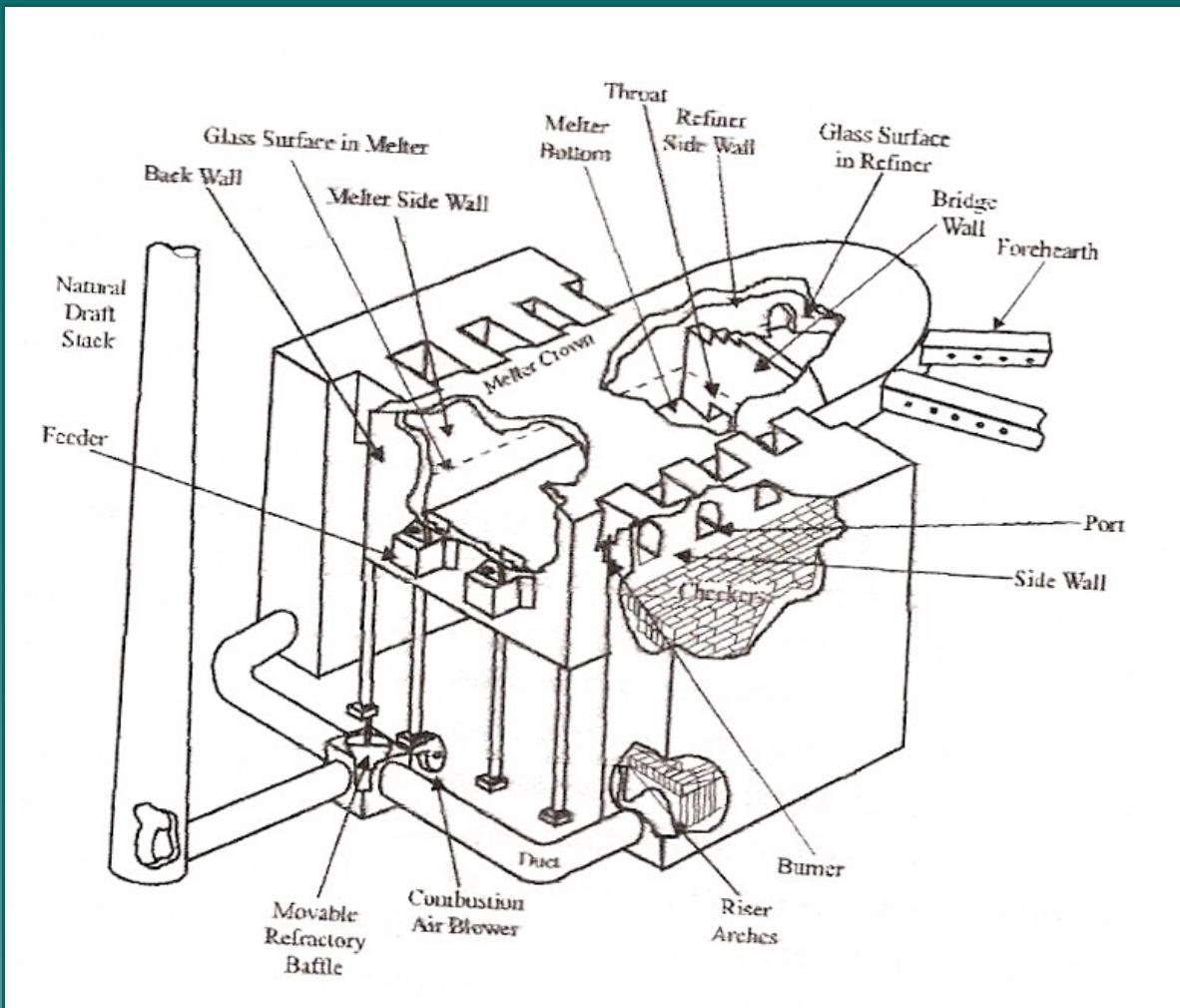
Tempo de Residência = ± 24 hs (embalagem) à 72 hs (plano)

Tipos de Fornos

1. Regenerativos
 - a. Side Port: capacidade = >500t/d
 - b. End Port: capacidade = 100 à 500 t/d
1. Recuperativos: capacidade em geral de 25 a 100 t/d
 - a. Unit Melter
 - b. LoNO_x
 - c. Flex
1. Oxi-Combustível: capacidade em geral de 25 a 100 t/d
1. Elétricos: capacidade em geral de 25 a 100 t/d
1. Especiais

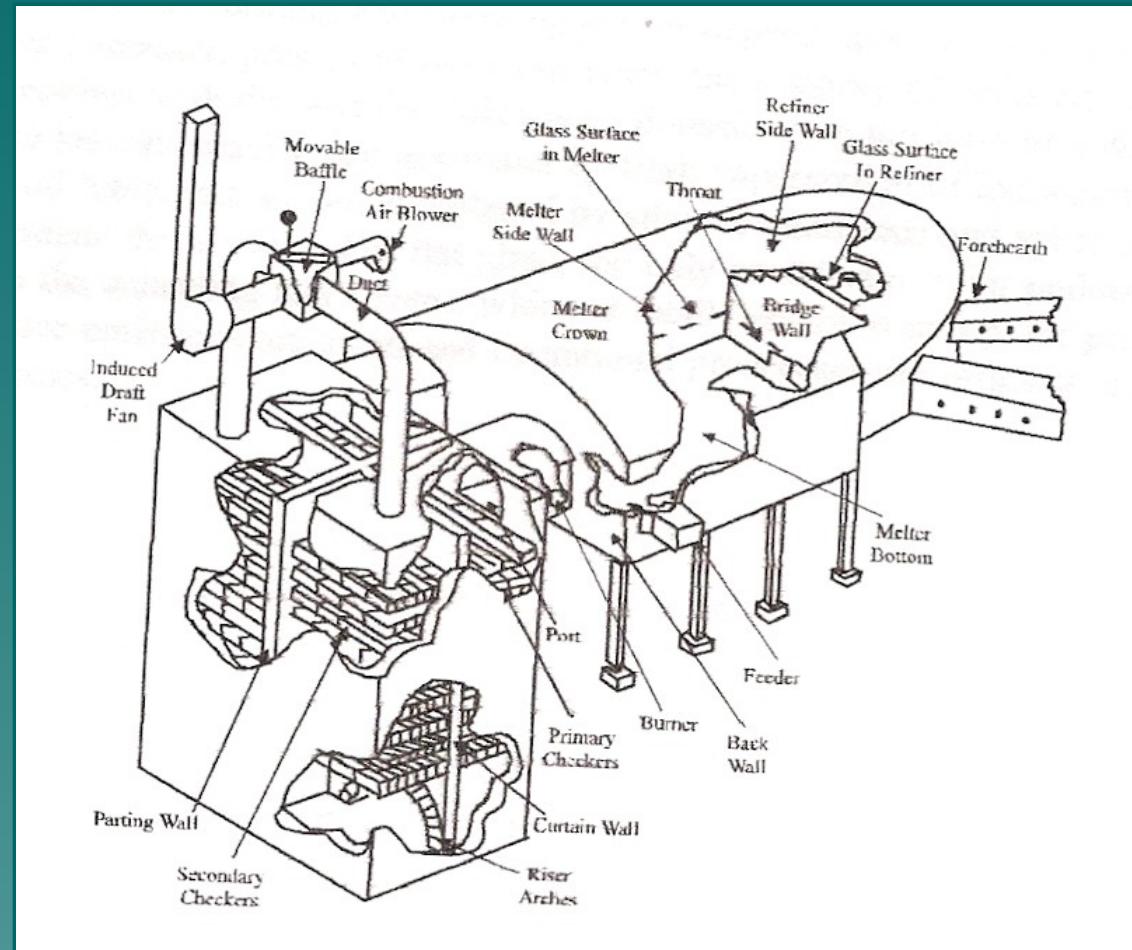
Tipos de Fornos

Forno "Side Port" Contínuo Regenerativo

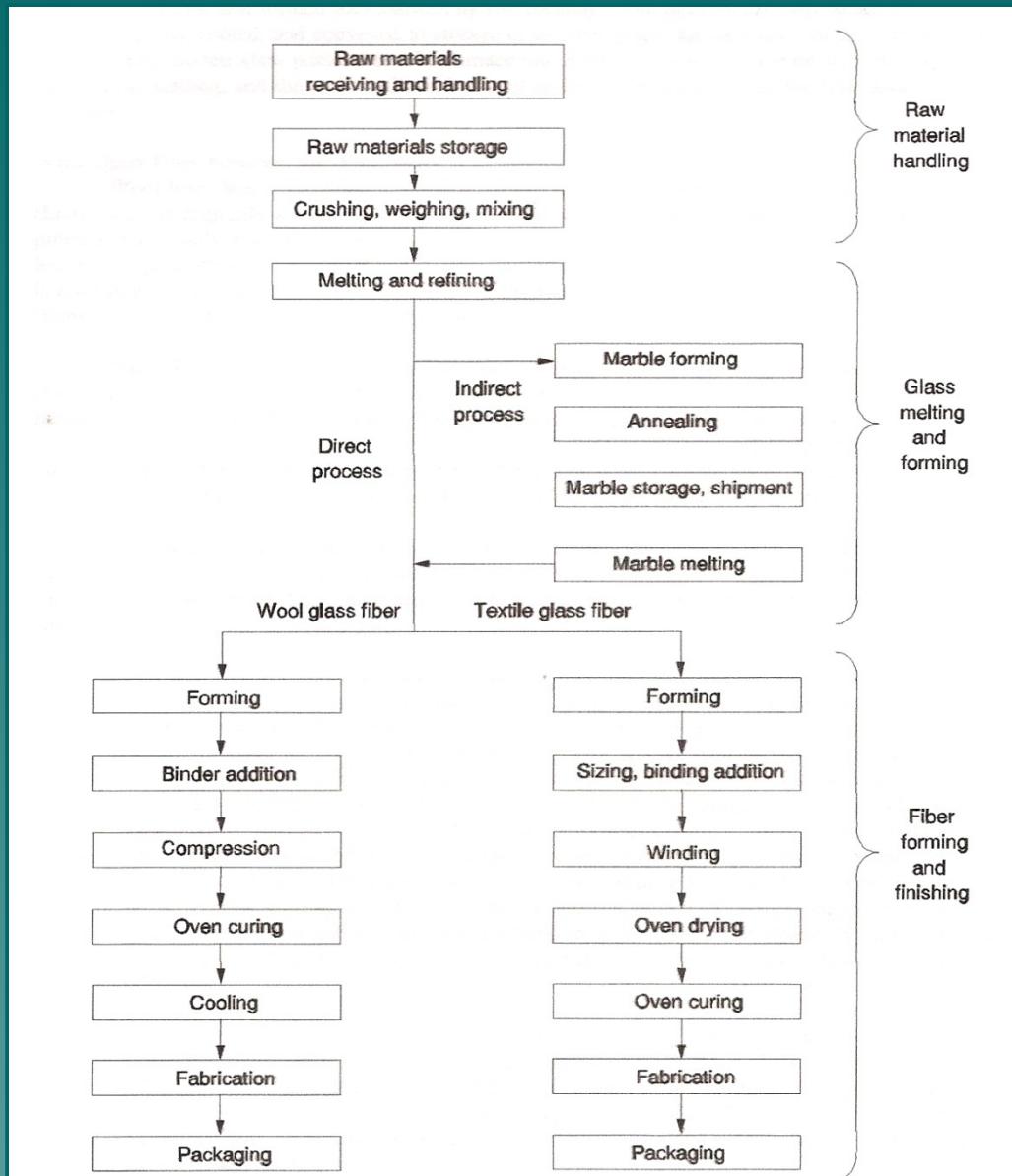


Tipos de Fornos

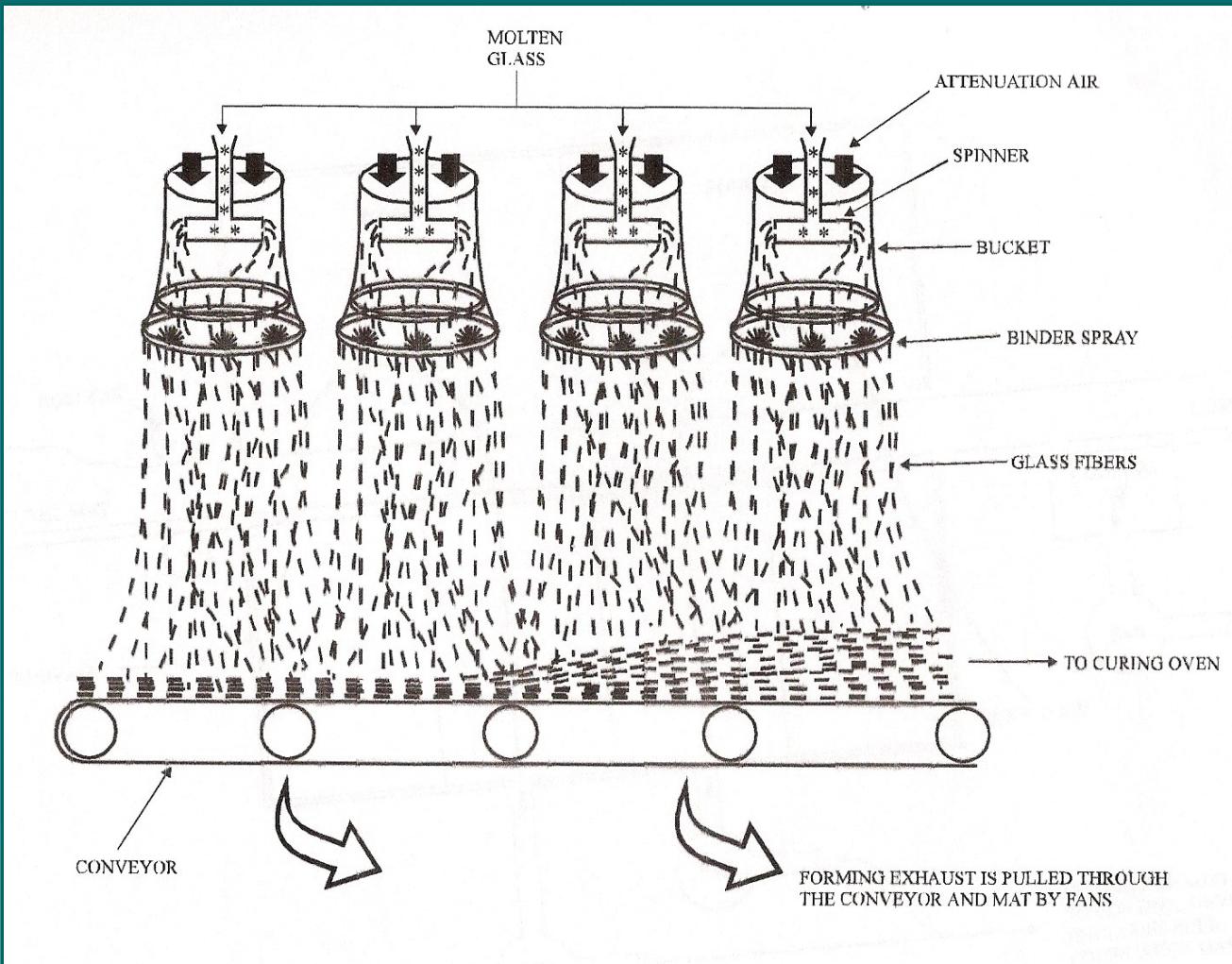
Forno "End Port" Contínuo Regenerativo



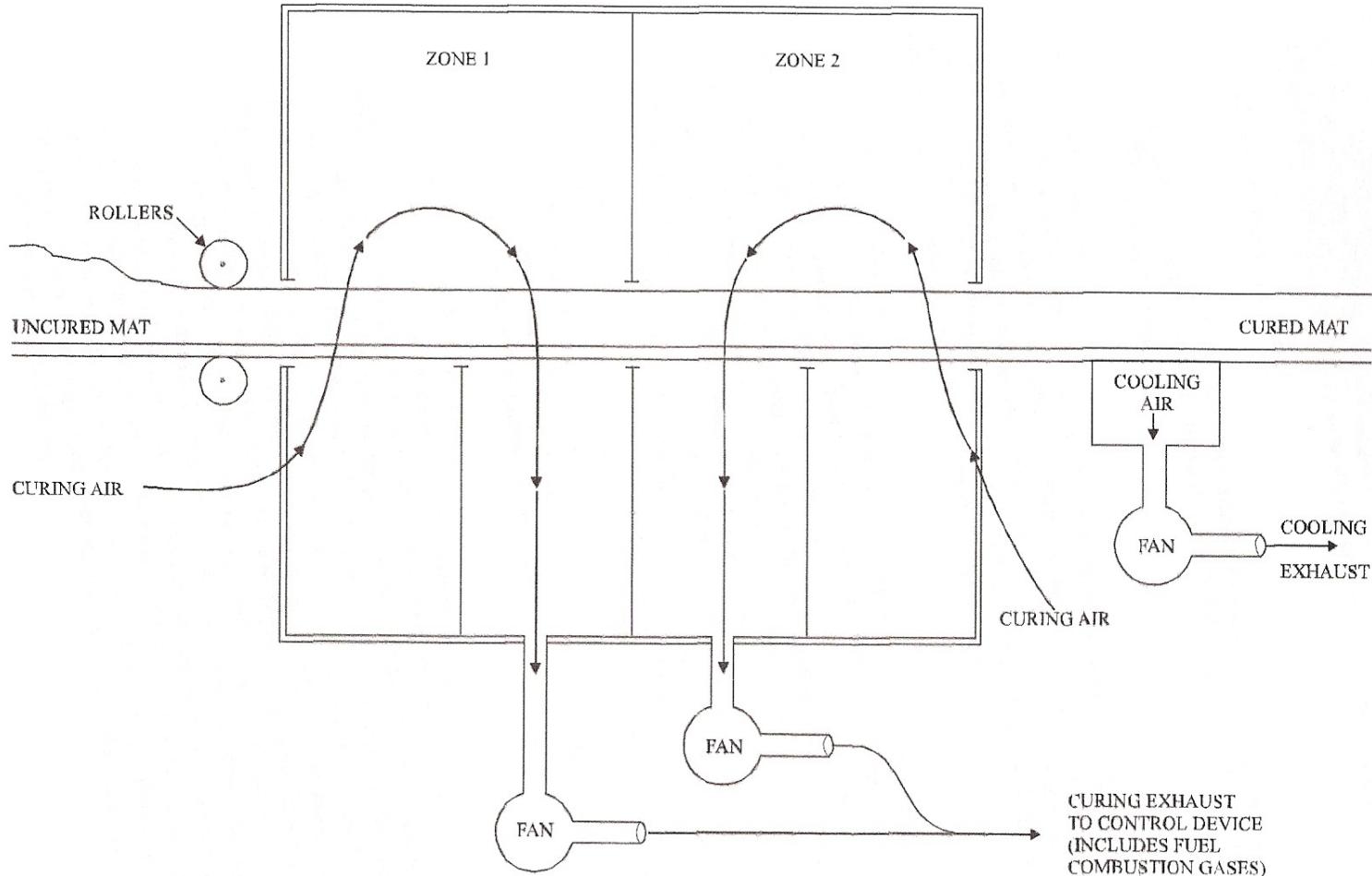
Típico Diagrama Processo Produção Fibra de Vidro



Um Típico Processo de Fiação



Vista Lateral do Forno de Cura (aquecimento indireto) e Seção de Resfriamento



Indústria de Fabricação de Vidro

Classificação dos Tipos de Vidro ou Receita

1. Vidros (Receita) Soda-Cal (plano, embalagem, doméstico)
1. Vidros (Receita) Borosilicato (fibra de vidro, embalagens farmacêuticas)
1. Vidro (Receita) Cristal e Cristal chumbo (doméstico e decorativo)
1. Vidros (Outras Receitas) Especiais (óticos, eletrônicos, tubos catódicos, raio-x, eletrodos)

Problemas Ambientais da Indústria Vidreira

Principais

1. Emissões atmosféricas: SO₂, NO_x e MP (poeiras e fumos)
2. Consumo de energia (alta temperatura, grande consumidor de energia)

Secundários

1. Efluentes líquidos industriais: baixo potencial
2. Resíduos sólidos industriais: baixo potencial
3. Matéria prima principal pouco tóxica: efeitos não significativos a saúde

Indústria de Fabricação de Vidro Estratégico

1. Muitos dos setores dentro da indústria vidreira utilizam grandes fornos contínuos com tempos de vida de até **14 ANOS** ou mais.
1. Esses fornos representam um grande comprometimento de **capital**, e a operação contínua do forno e as **reconstruções periódicas** provem um ciclo natural de **investimento** no processo.
1. As principais alterações da **tecnologia de fusão** são **mais economicamente** implementadas, se **coincidirem** com as reconstruções dos forno.
1. Isto também é verdadeiro para implementação de complexas medidas de **controle secundário**, que devem ser corretamente dimensionadas, e qualquer condicionamento do fluxo gasoso.

II. Fundamentos Técnicos e Econômicos adotados na proposta da ABIVIDRO, que resultou nos Limites Máximos de Emissão de Poluentes Atmosféricos, contidos no ANEXO X da Resolução CONAMA N 382/2006.

2. Sistemas Primários e Secundários de Abatimento dos Poluentes Atmosféricos Gerados nos Fornos de Fusão de Vidro

No **ANEXO 2** estão apresentados, sinteticamente, os sistemas de abatimento utilizados na indústria vidreira.

ANEXO 2

Controle e Prevenção Integrados da Poluição Melhores Técnicas Disponíveis nas Indústrias de Fabricação de Vidro

REFERÊNCIA

Institute for Prospective Technological Studies
Competitiveness and Sustainability Unit
European IPPC Bureau
2008

◆ Introdução

O Objetivo desta apresentação é demonstrar a dificuldade técnica e econômica, das plantas industriais existentes da indústria vidreira nacional, de adequação a curto prazo aos limites de emissões atuais para indústrias novas (CONAMA nº 382). Referenciado no modelo implantado na Comunidade Européia, o setor vidreiro propõe que a adequação aos novos limites ocorrerão na reforma dos fornos, no prazo máximo de 10 anos, cuja redução gradativa das emissões, seguindo cronograma das reconstruções, pode nos próximos 6 anos atingir 60% de redução do total a ser alcançado no prazo máximo em questão.

◆ Referência

A fonte base de consulta desta apresentação é o estudo publicado pelo European IPPC¹ Bureau sobre as melhores técnicas disponíveis na Indústria de Fabricação de Vidro para controle e prevenção da poluição.

Este documento é atualmente o mais completo estudo feito sobre o tema em questão, sendo referência mundial.

A publicação aqui utilizada é a versão de fevereiro de 2008.

Notas:

1. IPPC = Integrated Pollution Prevention and Control

◆ Diretrizes do European IPPC Bureau

O propósito é alcançar controle e prevenção integrados da poluição, orientando para um alto nível de proteção do meio ambiente como um todo.

A base legal das diretrizes se relacionam a proteção ambiental.

Sua implementação deve também levar em conta outros objetivos da Comunidade Européia (CE), tais como: a competitividade das indústrias da CE assim contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

◆ Definição de BAT¹ (Melhores Técnicas Disponíveis)

O mais efetivo e avançado estágio no desenvolvimento de atividades e seus métodos de operação que indica a conveniência prática de técnicas particulares para fornecer em princípio a base para valores limites de emissão projetados para prevenir e, onde isto não for praticável, geralmente reduzir emissões e o impacto sobre o meio ambiente com um todo.

Esses valores limites de emissão, parâmetros equivalentes e medidas técnicas devem, sem prejudicar a obediência aos padrões de qualidade ambiental, ser baseado nas melhores técnicas disponíveis, sem prescrever o uso de qualquer técnica ou tecnologia específica, mas levando em conta as características técnicas da instalação preocupante, sua localização geográfica e as condições ambientais locais.

Nota 1: BAT = Best Available Techniques

Referência: IPPC 2008, Glass Manufacturing Industry, Chapter 1, item 1.2

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

◆ Definição de BAT (Melhores Técnicas Disponíveis)

“Técnicas” incluem ambas a tecnologia usada e o modo na qual a instalação está projetada, construída, mantida e operada.

Técnicas “Disponível” são aquelas desenvolvidas sobre uma escala que permite implementação no setor industrial, sob condições viáveis tecnicamente e economicamente, levando em considerações custos e vantagens, desde que elas sejam razoavelmente acessíveis ao operador.

“Melhor” significa o mais eficaz para se alcançar um nível geral alto de proteção do meio ambiente como um todo.

◆ As fontes poluentes da indústria de vidro

O maior desafio da indústria de vidro são as emissões para a atmosfera e o consumo de energia. O vidro é feito em alta temperatura e intensa atividade de energia, resultando na emissão de produtos da combustão e oxidação do nitrogênio atmosférico (**SO₂, CO₂ e NO_x**).

As emissões dos fornos também contém material particulado, que surge principalmente da volatilização e subsequente condensação de materiais voláteis da batelada.

Emissões na água são relativamente baixas, o mesmo se aplica aos resíduos sólidos, e neste caso, muitas iniciativas de reciclagem tem sido implementadas. Estes tópicos não fazem parte deste trabalho.

◆ Duração dos Fornos

Muitos dos segmentos dentro da indústria de vidro utilizam grandes fornos contínuos com tempo de vida de até 14 anos ou mais.

Estes fornos representam um grande compromisso de capital e a operação contínua do forno e as reconstruções periódicas formam o ciclo natural do investimento.

◆ Abatimentos Primários e Secundários

Técnicas Primárias são aquelas que reduzem ou evitam a formação dos poluentes.

Técnicas Secundárias são aquelas que atuam nos poluentes para torná-los menos prejudiciais ou coletando-os de forma que possam ser reutilizados, reciclados ou dispostos.

A performance ambiental do forno é resultado de uma combinação da escolha da técnica de fusão, o método de operação, e a provisão de medidas de abatimento secundária.

◆ Abatimentos Primários e Secundários

De um perspectiva ambiental, as técnicas de fusão que são inherentemente menos poluente ou que podem ser controladas por meios primários são geralmente preferidas à aquelas que contam com abatimento secundário. Entretanto, a praticidade técnica e econômica tem de ser considerada e a escolha final deve ser um equilíbrio otimizado

- ◆ Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão.

MATERIAL PARTICULADO

A natureza da emissão de material particulado de um forno de vidro varia para os diferentes processos, mas dependem principalmente do desenho/geometria e operação do forno, e da composição do vidro. As 3 principais fontes de MP são:

- Arraste de material da batelada
- Volatilização e reação de substâncias dos materiais da batelada e o vidro fundido
- Metais impuros nos combustíveis

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**MATERIAL PARTICULADO
TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO**

- ◆ Controle da matéria prima
 1. Qualidade de matéria prima.
 2. Umedecimento da batelada.
 3. Controle da granulometria.
- ◆ Redução da temperatura na superfície fundida
 1. Projeto e geometria do forno, essas modificações apenas podem ser implementadas na reconstrução do forno.
 2. Aumento do uso de sucata de vidro.
- ◆ Posição dos queimadores
 1. A alta velocidade do gás ou o alto nível de turbulência na superfície do fundido aumenta a taxa de volatilização. Progresso tem sido feito com posicionamento dos queimadores para otimizar a direção e velocidade do ar de combustão. Mudanças que envolve modificações no desenho do forno apenas podem ser implementadas na reconstrução do forno, e outras mudanças são algumas vezes mais efetivas quando implementadas com o redesenho do forno.
- ◆ Conversão da queima de óleo para gás natural

Referência: IPPC 2008, Glass Manufacturing Industry, Chapter 4, item 4.4.1.1

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**MATERIAL PARTICULADO
TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO**

◆ **Vantagens**

1. Baixo custo
2. Foco na prevenção ao invés de abatimento
3. Não envolve uso de energia ou o potencial resíduo sólido que pode estar associado com técnicas secundárias.

◆ **Desvantagens**

1. Medidas primárias não podem alcançar os níveis de emissões associados com técnicas secundárias, tais como os Precipitadores Eletrostáticos. Isto é improvável de mudar em um futuro previsível.
2. Medidas primárias colocam restrições operacionais adicionais sobre o processo.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**MATERIAL PARTICULADO
TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO**

◆ Precipitador Eletrostático

1. Em princípio, esta técnica é aplicável a instalações novas e existentes em todos os segmentos de vidro. Os custos são maiores para plantas existentes, particularmente, onde há restrições de espaço.
2. Custo estimado de instalação para um forno de 600t/d, R\$ 7 milhões, não incluso tempo de parada da produção e retorno a qualidade.
3. Gasto estimado com operação/manutenção anual, R\$ 500 mil.

Nota:

Nos próximos anos, a indústria de vidro explorará e desenvolverá o potencial das medidas primárias para reduzir a emissão de material particulado. Devido a falta de previsões sólidas, não é possível antecipar os desenvolvimentos. Portanto, a decisão sobre a melhor técnica disponível deve ser baseada no conhecimento que está disponível hoje.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**MATERIAL PARTICULADO
TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO
PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO**

◆ **Vantagens**

1. Alta eficiência na remoção de material particulado (pó).
2. Pó coletado geralmente permite re-uso.
3. Baixa queda de pressão relativo aos filtros mangas e relativamente baixo custo de operação.
4. Pode formar parte de um sistema de tratamento integrado com lavadores e SCR.
5. PEs não são facilmente bloqueados devido a alta carga ou conteúdo úmido, que pode ser problema com filtros em tecido
6. Em geral, há mais experiência operacional em alta temperatura do que com filtros mangas

◆ **Desvantagens**

1. Uso de energia, custos são mais significantes porque é eletricidade.
2. Resíduo sólido gerado não é sempre possível reciclar
3. PEs pode envolver maior custo de capital do que outros sistemas.
4. É crítico manter a operação da planta dentro das condições de projeto, performance pode cair consideravelmente.
5. Precauções de segurança deve ser observada no uso dos equipamentos de alta voltagem.
6. Muitos processos requerem lavadores de gás ácido e nestes casos um absorvente é consumido.

**MATERIAL PARTICULADO
TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO**

◆ **Filtro Manga**

1. Em princípio, os filtros de tecido podem ser aplicados a todos os tipos de fornos dentro da indústria de vidro, e em ambos fornos novos e existentes. Entretanto, em muito dos segmentos ele não tem sido a técnica escolhida devido ao relativamente alto requerimento de manutenção e potencial para entupir, resultando na troca custosa do filtro.
2. Máxima temperatura de operação entre 130°C e 220°C. Na maioria dos processos de vidro a temperatura dos gases está entre 450°C a 800°C. Portanto, o gás deve ser resfriado antes do filtro, por diluição ou por um trocador de calor.

◆ **Outras técnicas pouco utilizadas**

1. Coletores Mecânicos
2. Lavadores úmidos

- ◆ Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão.

ÓXIDOS DE NITROGÊNIO (NOx)

Devido a alta temperatura nos fornos de vidro a maior fonte de NOx é gerada termicamente, surgindo da oxidação do nitrogênio na atmosfera de combustão em temperaturas acima de 1300°C.

Técnicas que melhoram a eficiência energética geralmente resultam em emissões inferiores de NOx.

A redução do NOx térmico é um resultado de uma combinação de fatores mas principalmente, temperaturas inferiores e reduzido nível de ar de combustão.

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

NOx TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO

As medidas de controle primário para NOx buscam gerar condições menos favorável para a formação de NOx, ou seja, evitar a presença simultânea de nitrogênio e oxigênio em alta temperatura. As principais técnicas para minimizar o NOx térmico são sumarizadas abaixo:

◆ Reduzida relação ar/combustível

1. Geralmente os fornos operam com um excesso de ar de 5 a 10% (1 a 2% de O₂) para assegurar completa combustão. Reduzindo-se a relação ar/combustível para próximo da estequiométrica níveis significante de reduções de NOx podem ser alcançados e a técnica pode também resultar em significantes ganhos em energia. Porém se a combustão é sub-estequiométrica níveis de monóxido de carbono e desgaste do refratário aumenta, e o de redox do vidro pode ser alterado então afetando a qualidade do vidro.

◆ Escolha do combustível

1. A experiência geral dentro da indústria de vidro é que o forno a gás resulta em maior emissão de NOx do que o forno a óleo. A maior razão disto é que as chamas a gás tem uma menor emissividade térmica do que as chamas a óleo, requerendo maiores temperaturas de chama para ativar a mesma transferência de calor para o vidro fundido e assim condições mais favoráveis para formação de NOx. Porém, como a indústria tem desenvolvido mais experiência com a queima de gás e os desenhos dos fornos tem mudado, a diferença nas emissões de NOx e requisitos de combustível para os dois combustíveis tem reduzido.

Melhores Técnicas Disponíveis nas Indústrias de Fabricação de Vidro IPPC 2008

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

NOx TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO

◆ Queimadores de baixa emissão de NOx

As principais características desses queimadores são:

1. Mistura do ar e combustível mais lenta para reduzir o pico das temperaturas de chama (formato da chama)
2. Velocidade de injeção mínima que permita completa combustão
3. Maior emissividade das chamas.

◆ Formulação da batelada

1. O uso de Nitratos varia largamente entre os diferentes segmentos da indústria de vidro (exemplo: vidro colorido). A quantidade de NO emitida do Nitrato depende da taxa de aquecimento, do estado redox da batelada e o efeito de redução dos gases (redução de chama) quando em contato com o nitrato contido na manta. **Alternativas efetivas para os nitratos são limitadas a considerações ambientais e econômicas.**

◆ Desenhos especiais de fornos

1. Forno Sorg Lo NOx e Processo Fenix, estas técnicas são consideradas ainda não consolidadas e proprietárias (Processo Fenix) e somente podem ser implementadas em fornos novos ou na reconstrução de fornos existentes.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**NOx
TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO
MODIFICAÇÕES NA COMBUSTÃO**

◆ **Vantagens**

1. Relativo baixo custos.
2. Substancial redução nas emissões de NOx.
3. Aplicáveis a fornos novos e existentes.
4. Essas técnicas não tem nenhum significante aspecto ambiental negativo e pode resultar em significante economia de energia.
5. Temperaturas e energia menores no forno usam também resultar em menores emissões.

◆ **Desvantagens**

1. Substancial perícia requerida para obter melhores resultados.
2. Desenhos modificados dos fornos podem ser requeridos para obter melhores resultados.
3. Cuidado deve ser tomado para evitar problemas de qualidade no vidro devido a mudanças na Redox.
4. Níveis de CO devem se controlados para evitar danos nos refratários.
5. Atmosfera mais redutora pode encorajar emissões de SO₂.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**NOx
TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO**

◆ **Fusão Oxi-combustível**

1. Implica na troca do ar de combustão por oxigênio (pureza >90%)
2. Na maioria dos fornos modernos a geometria é otimizada para queima oxi-combustível e minimização do NOx.
3. A fusão oxi-combustível requer diferente desenho de queimadores do que os utilizados na queima ar-gás convencional.
4. A queima oxi-combustível pode também ajudar a reduzir, em geral, as emissões de materiais voláteis e particulado do forno, devido a reduzido fluxo de gás sobre o fundido e em alguns casos reduzida turbulência.
5. O uso na indústria de vidro como um todo tem sido limitado por um número de fatores. A técnica é ainda considerada como uma tecnologia em desenvolvimento com potencialmente alto risco financeiro para fornos de capacidade maior que 500t/d.
6. Em geral, é benéfico atrasar a instalação até a próxima reforma do forno para maximizar potenciais benefícios e evitar quaisquer problemas de operação antecipados. Em princípio, os queimadores oxi-gás podem ser instalados em qualquer processo sem esperar até a reforma.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**NOx
TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO
FUSÃO OXI-COMBUSTÍVEL**

◆ **Vantagens**

1. Baixos valores de emissão de NOx podem ser alcançados.
2. Em algumas aplicações da técnica o custo é neutro ou resulta em economias.
3. Substancial redução de consumo de energia em algumas aplicações.
4. Potencialmente menor emissões de materiais voláteis e particulados
5. Potencial melhora na produção/m² e no controle do processo.

◆ **Desvantagens**

1. Se substancial economia de energia não são alcançadas a técnica pode ser muito cara, especialmente para fornos soda-cal maiores.
2. Tem ocorrido problemas com desgaste de refratários levando a encurtar o tempo de vida dos fornos, o qual não foi completamente resolvido.
3. A técnica é mais efetivamente instalada na reforma do forno.
4. A armazenagem, geração e uso do oxigênio tem riscos inerentes e apropriadas considerações de segurança são necessárias.
5. As emissões de SO₂ podem aumentar porque a retenção de enxofre no vidro pode diminuir.
6. Quando alta qualidade é requerida esta técnica pode ser restrita.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**NOx
TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO**

◆ **Processo 3R (Reação e Redução em Regeneradores)**

1. A base do processo 3R é adição de gás natural, de maneira controlada, ao fluxo de gás residual na entrada dos regeneradores. Este combustível não queima mas desassocia e atua quimicamente para reduzir NOx formado no forno. Aplicável somente em fornos regenerativos.
2. Uma importante restrição desta técnica é que ela pode causar danos nos refratários dos regeneradores devido ao aumento da temperatura e atmosfera de redução criada nos regeneradores.
3. Aumento de consumo de gás natural geralmente na ordem de 7% (aproximadamente R\$ 3,2 milhões/ano).
4. Tecnologia proprietária, custo de licenciamento da tecnologia na ordem de EUR 0,5/tonelada fundida (R\$ 250K/ano)
5. O aumento do custo com combustível e a penalidade associada ao aumento da emissão de CO₂ estão provavelmente para afetar o uso de 3R no futuro.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

**NOx
TÉCNICAS PRIMÁRIAS DE ABATIMENTO
PROCESSO 3R**

◆ **Vantagens**

1. Pode alcançar substancial redução de NOx de todas as fontes.
2. Aplicável a maioria dos fornos regenerativos.
3. Não implica em maiores mudanças no projeto da planta e operação.
4. Baixos custos de capital (investimento).
5. Pode ser aplicado sem a necessidade de parar o forno.
6. Nenhum reagente químico requerido.
7. Pode ser considerado como tecnologia testada e disponível.

◆ **Desvantagens**

1. Aumento no consumo de combustível (geralmente 7%).
2. Aumento das emissões de CO₂.
3. Preocupação sobre o efeito no material refratário em algumas aplicações.
4. Não aplicáveis a fornos não regenerativos.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

NOx

TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO

◆ Redução Seletiva Catalítica (SCR)

1. SCR implica na reação de NOx com amônia em um berço catalítico em temperatura apropriada (300 a 450°C). Os catalisadores mais comuns são óxidos de titânio e vanádio impregnados em um substrato metálico ou cerâmico.
2. Em geral, a técnica é considerada ter alto custo de investimento e moderadamente alto custo de operação. Isto porque SCR é um sistema de abatimento integrado de 3 estágios (PE, SCR e Lavador de gas). Investimento estimado para um forno com capacidade de fundir 600t/d de vidro, R\$ 15 milhões, não incluso custo da parada de produção e retorno a qualidade, e gasto anual operacional de R\$4,8 milhões.
3. SCR requer muito espaço, em plantas existentes onde o espaço é limitado, isto pode adicionar substancialmente ao custo da técnica ou em alguns casos fazê-la proibitivamente cara.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

NOx

**TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO
REDUÇÃO SELETIVA CATALÍTICA (SCR)**

◆ **Vantagens**

1. Alta eficiência na redução de NOx.
2. Reduz NOx de todas as fontes no forno, não apenas NOx térmico.
3. Vários exemplos dentro da indústria de vidro.
4. Garantia de performance, frequentemente disponível, pelos fornecedores.

◆ **Desvantagens**

1. Assuntos técnicos a serem resolvidos em algumas aplicações.
2. Amônia é consumida e emitida.
3. Significante consumo de energia.
4. Relativamente alto custo de investimento.
5. Deve ser instalada com PE e lavador de gases.
6. Alto espaço requerido.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

NOx

TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO

◆ Redução Seletiva Não Catalítica (SNCR)

1. No SNCR o NOx no fluxo gás residual são reduzidos a nitrogênio pela reação com amônia ou uréia em alta temperatura. As reações químicas são as mesmas envolvidas na SCR, porém as reações tomam lugar em maior temperatura (mais efetiva ao redor de 950°C) sem a necessidade de catalisadores.
2. Emissões de amônia são também uma preocupação e podem ser um fator limitante na eficiência da técnica.
3. Em princípio, a técnica é aplicável para todos os processos de vidro incluindo plantas novas e existentes, SNCR implica em menor investimento e requer menor espaço que a SCR. Também a SNCR pode ser operada sem lavador de gás e precipitador eletrostático.
4. Investimento estimado para um forno com capacidade de fundir 600t/d de vidro, R\$ 4,4 milhões, não incluso custo da parada de produção e retorno a qualidade, e gasto anual operacional de R\$3,9 milhões.

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

NOx

TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO

◆ Redução Seletiva Não Catalítica (SNCR)

1. Porém, a SNCR tem certos fatores que limitam sua aplicabilidade na indústria de vidro, a mais importante dessas é se o reagente pode ser introduzido em um ponto no sistema de gás residual onde a temperatura correta pode ser mantida para um tempo de reação adequado.
2. Na prática, a SNCR é muito improvável de ser usado em fornos regenerativos existentes, os custos e dificuldades associados geralmente levam o operador a escolher um meio alternativo de redução de emissões de NOx.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

NOx

**TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO
REDUÇÃO SELETIVA NÃO CATALÍTICA (SNCR)**

◆ **Vantagens**

1. SNCR pode alcançar boa eficiência na redução de NOx se corretas condições existirem.
2. Baixo investimento comparado a algumas alternativas.
3. Não requer catalisadores.
4. Baixo requisitos de energia.

◆ **Desvantagens**

1. Injeção de amônia dentro de correta janela de temperatura é essencial, mas algumas vezes difícil ou impraticável alcançar (particularmente em fornos regenerativos)
2. Mistura uniforme é importante e pode ser difícil alcançar.
3. Amônia é consumida e emitida, apresentando preocupações ambientais e de segurança.
4. Preocupação sobre possível dano nos refratários dos regeneradores.

- ◆ Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão.

ÓXIDOS DE ENXOFRE (SOx)

As duas principais fontes de emissão de SOX estão na oxidação do enxofre nos combustíveis e a decomposição/oxidação de compostos de enxofre presente nos materiais da batelada.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

SOx

TÉCNICAS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO

- ◆ Troca de combustível (óleo x gás natural) [Primária]
- ◆ Formulação da Batelada (composição) [Primária]
 1. Aumentar a reciclagem de sucata de vidro
 2. Minimizar o uso de sulfato
- ◆ Lavadores secos ou semi-secos [Secundária]
 1. Os princípios de reação nos lavadores secos ou semi-secos são as mesmas. O material reativo (absorvente) é introduzido no fluxo do gás residual. Este material reagem com o SOx para formar um sólido, que tem de ser removido do gás residual por um sistema PE ou filtro de manga. O mais comum na indústria de vidro é utilizar o processo seco em combinação com um PE.
 2. O investimento estimado para um fluxo de gás residual de 50.000Nm³/h com um PE é de R\$ 10 milhões e um custo operacional anual de R\$500K.

**Melhores Técnicas Disponíveis nas
Indústrias de Fabricação de Vidro
IPPC 2008**

Técnicas de controle de emissões atmosféricas das atividades de fusão

SOx

**TÉCNICAS SECUNDÁRIAS DE ABATIMENTO
LAVADORES SECOS E SEMI-SECOS**

◆ **Vantagens**

1. Substancial redução de SOx pode ser alcançada (dependendo do balanço específico de enxofre e reciclagem)
2. Na maioria das instalações de fusão de vidro, o pó coletado pode ser reciclado.
3. Não requer catalisadores.
4. Baixo requisitos de energia.

◆ **Desvantagens**

1. A técnica consome energia
2. A técnica implica em substancial custo de investimento e operacional.
3. A técnica resulta na geração de um resíduo sólido que se ele não puder ser reciclado aumenta o nível de resíduos. Em muitos casos ele pode reciclado mas requer ajuste no processo e pode limitar a eficiência na redução de SOx.

RESUMO

Com base no material exposto, retirado integralmente do estudo publicado pelo European IPPC Bureau, versão de fevereiro de 2008, verificamos que:

1. A Comunidade Européia adotou o critério de adequação a novos limites de emissão para plantas existentes na reconstrução dos fornos de fusão de vidro.
2. É grande a dificuldade técnica e econômica de implementação, em planta de vidro existente, de muita das tecnologias disponíveis para redução de emissões de MP, NOx e SOx, antes da reconstrução do forno.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

II. Fundamentos Técnicos e Econômicos adotados na proposta da ABIVIDRO, que resultou nos Limites Máximos de Emissão de Poluentes Atmosféricos, contidos no ANEXO X da Resolução CONAMA N 382/2006.

3. Conceitos adotados na proposta aprovada dos limites máximos estabelecidos no ANEXO X da Resolução CONAMA nº 382/2006.

II.3.1. Considerações Preliminares

Desde 1980 o Setor Vidreiro no Estado de São Paulo, com o reconhecimento e apoio da CETESB, vem aplicando as **melhores técnicas PRIMÁRIAS disponíveis de controle das emissões atmosféricas de Fornos de Fusão de Vidro**, tanto em termos de material particulado e dióxido de enxofre, como em termos de óxidos de nitrogênio.

A primeira experiência satisfatória no setor ocorreu num forno para vidro plano, impresso, onde além do controle da **qualidade da matéria prima** utilizada, e da temperatura da chama para evitar principalmente a geração de **fumos**, e da **umidificação** do material pulverulento **da formulação**, concomitantemente com a adequada **disposição dos maçaricos de óleo**, para evitar o carreamento de **poeiras**, foi também substituído o ar para combustão por **oxigênio puro**, reduzindo substancialmente a emissão de **óxidos de nitrogênio**.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

Este exemplo difundiu-se para outras vidrarias em São Paulo, tendo as técnicas primárias sido adotadas em pelo menos mais 6 (seis) fornos de fusão de vidro, tanto de embalagem, como para doméstico e especiais, todas com excelentes resultados ambientais, inclusive minimização a níveis socialmente significativos das eventuais reclamações das populações circunvizinhas as fábricas contra a poluição do ar.

Finalmente cumpre ressaltar que em 1984 a USEPA/Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América do Norte estabeleceu padrões de desempenho em termos de material particulado para Plantas de Manufatura de Vidro (Subpart CC/Part 60/title 40/Code of Federal Regulations (**ANEXO 3**)); tais padrões, especialmente 0,5 kg de material particulado por tonelada de vidro fundido também serviram como base para a formulação da Proposta SINDIVIDRO (**ANEXO 4**), apresentada à CETESB, e cuja aprovação, via Decisão de Diretoria, está sendo aguardada. A CETESB os tem aceito, em casos ambientalmente viáveis, como Padrões de Emissão, a serem atingidos, quer no licenciamento, quer na fiscalização.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

ANEXO 3

USEPA Subpart CC-Standards of Performance for Glass Manufacturing Plants

Last Updated: 2/7/02

Source: Federal Register dated 7/1/98. revised to reflect 2/12/99 revision, revised 2/7/02 to reflect FR 10/17f00

§ 60.290 Applicability and designation of affected facility.

- (a) Each glass melting furnace is an affected facility to which the provisions of this subpart apply.
- (b) Any facility under paragraph (a) of this section that commences construction or modification after June 15, 1979, is subject to the requirements of this subpart.
- (c) This subpart does not apply to hand glass melting furnaces, glass melting furnaces designed to produce less than 4.55 Mg (5 tons) of glass per day and all-electric melters.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

§ 60.291 Definitions.

As used in this subpart, all terms not defined herein shall have the meaning given them in the Act and in subpart A of this part, unless otherwise required by the context.

All-electric melter means a glass melting furnace in which all the heat required for melting is provided by electric current from electrodes submerged in the molten glass, although some fossil fuel may be charged to the furnace as raw material only.

Borosilicate recipe means glass product composition of the following approximate ranges of weight proportions:

60 to 80 percent silicon dioxide, 4 to 10 percent total R2O (e.g., Na2O and K2O), 5 to 35 percent boric oxides, and 0 to 13 percent other oxides.

Container glass means glass made of soda-lime recipe, clear or colored, which is pressed and/or blown into bottles, jars, ampoules, and other products listed in Standard Industrial Classification 3221 (SIC 3221).

Experimental furnace means a glass melting furnace with the sole purpose of operating to evaluate glass melting processes, technologies, or glass products. An experimental furnace does not produce glass that is sold (except for further research and development purposes) or that is used as a raw material for non experimental furnaces.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

Flat glass means glass made of soda-lime recipe and produced into continuous flat sheets and other products listed in SIC 3211.

Flow channels means appendages used for conditioning and distributing molten glass to fonning apparatuses and are a pennantly separate source of emissions such that no mixing of emissions occurs with emissions from the melter cooling system prior to their being vented to the atmosphere.

Glass melting furnace means a unit comprising a refractory vessel in which raw materials are charged, melted at high temperature, refined, and conditioned to produce molten glass. The unit includes foundations, superstructure and retaining walls, raw material charger systems, heat exchangers, melter cooling system, exhaust system, refractory brick work, fuel supply and electrical boosting equipment, integral control systems and instrumentation, and appendages for conditioning and distributing molten glass to forming apparatuses. The fonning apparatuses, including the float bath used in flat glass manufacturing and flow channels in wool fiberglass and textile fiberglass manufacturing, are not considered part of the glass melting furnace.

Glass produced means the weight of the glass pulled from the glass melting furnace.

Hand glass melting furnace means a glass melting furnace where the molten glass is removed from the furnace by a glassworker using a blowpipe or a pontil.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

Lead recipe means glass product composition of the following ranges of weight proportions: 50 to 60 percent silicon dioxide, 18 to 35 percent lead oxides, 5 to 20 percent total R20 (e.g., Na₂O and K₂O), 0 to 8 percent total R2O3 (e.g., Al₂O₃), 0 to 15 percent total RO (e.g., CaO, MgO), other than lead oxide, and 5 to 10 percent other oxides.

Pressed and blown glass means glass which is pressed, blown, or both, including textile fiberglass, non continuous flat glass, non container glass, and other products listed in SIC 3229. It is separated into:

- (1) Glass of borosilicate recipe.
- (2) Glass of soda-lime and lead recipes.
- (3) Glass of opal, fluoride, and other recipes.

Rebricking means cold replacement of damaged or worn refractory parts of the glass melting furnace. Rebricking includes replacement of the refractories comprising the bottom, side-walls, or roof of the melting vessel; replacement of refractory work in the heat exchanger; replacement of refractory portions of the glass conditioning and distribution system.

Soda-lime recipe means glass product composition of the following ranges of weight proportions: 60 to 75 percent silicon dioxide, 10 to 17 percent total R20 (e.g., Na₂O and K₂O), 8 to 20 percent total RO but not to include any PbO (e.g., CaO, and MgO), 0 to 8 percent total R2O3 (e.g., Al₂O₃), and 1 to 5 percent other oxides.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

Textile Fiberglass means fibrous glass in the form of continuous strands having uniform thickness.

With modified-processes means using any technique designed to minimize emissions without the use of add-on pollution controls.

Wool Fiberglass means fibrous glass of random texture, including fiberglass insulation, and other products listed in SIC 3296.

[45 FR 66751, Oct. 7, 1980, as amended at 49 FR 41035, Oct. 19, 1984]

§60.292 Standards for particulate matter.

(a) On and after the date on which the performance test required to be conducted by § 60.8 is completed, no owner or operator of a glass melting furnace subject to the provisions of this subpart shall cause to be discharged into the atmosphere

(1) From any glass melting furnace fired exclusively with either a gaseous fuel or a liquid fuel, particulate matter at emission rates exceeding those specified in Table CC-I, Column 2 and Column 3, respectively.

(1) From any glass melting furnace, fired simultaneously with gaseous and liquid fuels, particulate matter at emission rates exceeding STD as specified by the following equation:

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

$$\text{STD} = X [1.3(Y) + (Z)]$$

Where:

STD = Particulate matter emission limit, g of particulate / kg (lb of particulate/ton) of glass produced.

X = Emission rate specified in Table CC-I for furnaces fired with gaseous fuel (Column 2).

Y = Decimal fraction of liquid fuel heating value to total (gaseous and liquid) fuel heating value fired in the glass melting furnaces as determined in § 60.296(b). (joules/joules).

Z = (1-Y).

(b) Conversion of a glass melting furnace to the use of liquid fuel is not considered a modification for the purposes of § 60.14.

(c) Rebricking and the cost of rebricking is not considered a reconstruction for the purposes of § 60.15.

(d) An owner or operator of an experimental furnace is not subject to the requirements of this section.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

- (e) During routine maintenance of add-on pollution controls, an owner or operator of a glass melting furnace subject to the provisions of paragraph (a) of this section is exempt from the provisions of paragraph (a) of this section if:
- (1) Routine maintenance in each calendar year does not exceed 6 days;
 - (2) Routine maintenance is conducted in a manner consistent with good air pollution control practices for minimizing emissions; and
 - (3) A report is submitted to the Administrator 10 days before the start of the routine maintenance (if 10 days cannot be provided, the report must be submitted as soon as practicable) and the report contains an explanation of the schedule of the maintenance.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

TABLECC-I - Emission Rates
[g of particulate/kg of glass produced]

Col. I-Glass manufacturing plant industry segment	Col. 2- Fumace fired with gaseous fuel	Col.3-Fumace fired with liquid
Container glass .	0.1	0.13
Pressed and blown glass		
(a) Borosilicate Recipes .	0.5	0.65
(b) Soda-Lime and Lead Recipes .	0.1	0.13
(c) Other-Than Borosilicate, Soda-Lime, and Lead Recipes (including opal, fluoride, and other recipes). .	0.25	0.325
Wool fiberglass .	0.25	0.325
Flat glass .	0.225	0.225

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

§ 60.293 Standards for particulate matter from glass melting furnace with modified-processes.

- (a) An owner or operator of a glass melting furnaces with modified-processes is not subject to the provisions of § 60.292 if the affected facility complies with the provisions of this section.
- (b) On and after the date on which the performance test required to be conducted by § 60.8 is completed, no owner or operator of a glass melting furnace with modified-processes subject to the provisions of this subpart shall cause to be discharged into the atmosphere from the affected facility:
- (1) Particulate matter at emission rates exceeding 0.5 gram of particulate per kilogram of glass produced (g/kg) as measured according to paragraph (e) of this section for container glass, flat glass, and pressed and blown glass with a soda-lime recipe melting furnaces.
 - (2) Particulate matter at emission rates exceeding 1.0 g/kg as measured according to paragraph (e) of this section for pressed and blown glass with a borosilicate recipe melting furnace.
 - (3) Particulate matter at emission rates exceeding 0.5 g/kg as measured according to paragraph (e) of this section for textile fiberglass and wool fiberglass melting furnaces.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

(c) The owner or operator of an affected facility that is subject to emission limits specified under paragraph (b) of this section shall:

(1) Install, calibrate, maintain, and operate a Continuous monitoring system for the measurement of the opacity of emissions discharged into the atmosphere from the affected facility.

(2) During the performance test required to be conducted by § 60.8, conduct continuous opacity monitoring during each test run.

(3) Calculate 6-minute opacity averages from 24 or more data points equally spaced over each 6 minute period during the test runs.

(4) Determine, based on the 6-minute opacity averages, the opacity value corresponding to the 99 percent upper confidence level of a normal distribution of average opacity values.

(5) For the purposes of § 60.7, report to the Administrator as excess emissions all of the 6-minute periods during which the average opacity, as measured by the continuous monitoring system installed under paragraph (c)(1) of this section, exceeds the opacity value corresponding to the 99 percent upper confidence level determined under paragraph (c)(4) of this section.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

(d)

(1) After receipt and consideration of written application, the Administrator may approve alternative continuous monitoring systems for the measurement of one or more process or operating parameters that is or are demonstrated to enable accurate and representative monitoring of an emission limit specified in paragraph (b) of this section.

(2) After the Administrator approves an alternative continuous monitoring system for an affected facility, the requirements of paragraphs (c) (1) through (5) of this section will not apply for that affected facility.

(e) An owner or operator may redetermine the opacity value corresponding to the 99 percent upper confidence level as described in paragraph (c)(4) of this section if the owner or operator:

(1) Conducts continuous opacity monitoring during each test run of a performance test that demonstrates compliance with an emission limit of paragraph (b) of this section,

(2) Recalculates the 6-minute opacity averages as described in paragraph (c)(3) of this section, and

(3) Uses the redetermined opacity value corresponding to the 99 percent upper confidence level for the purposes of paragraph (c)(5) of this section.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

(f) Test methods and procedures as specified in § 60.296 shall be used to determine compliance with this section except that to determine compliance for any glass melting furnace using modified processes and fired with either a gaseous fuel or a liquid fuel containing less than 0.50 weight percent sulfur, Method 5 shall be used with the probe and filter holder heating system in the sampling train set to provide a gas temperature of 120 ± 14 DC (248 ± 25 DF).

§§ 60.294-60.295 [Reserved]

§60.296 Test methods and procedures.

(a) If a glass melting furnace with modified processes is changed to one without modified processes or if a glass melting furnace without modified processes is changed to one with modified processes, the owner or operator shall notify the Administrator at least 60 days before the change is scheduled to occur.

(b) When gaseous and liquid fuels are fired simultaneously in a glass melting furnace, the owner or operator shall determine the applicable standard under § 60.292(a)(2) as follows:

(1) The ratio (Y) of liquid fuel heating value to total (gaseous and liquid) fuel heating value fired in the glass melting furnaces shall be computed for each run using the following equation:

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

$$Y = (H_L) / (H_L + H_G G)$$

where:

Y = decimal fraction of liquid fuel heating value to *total fuel heating value*.

H_L= gross calorific value o fiquid fuel, J / kg.

H_G=gross calorific value of gaseous fuel, J / kg.

L = liquid flow rate, kg / hr,

G =gaseous flow rate, kg / hr;

(2) Suitable methods shall be used to determine the rates (L and G) of fuels burned during each test period and a material balance over the glass melting furnace shall be used to confirm the rates.

(3) ASTM Method D 240-76 or 92 (liquid fuels) and D 1826-77 or 94 (gaseous fuels) (incorporated by reference-see § 60. I 7), as applicable, shall be used to determine the gross calorific values.

(c) In conducting the performance tests required in § 60.8, the owner or operator shall use as reference methods and procedures the test methods in appendix A of this part or other methods and procedures as specified in this section, except as provided in § 60.8(b).

(d) The owner or operator shall determine compliance with the particulate matter standards in §§ 60.292 and 60.293 as follows:

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

(1) The emission rate (E) of particulate matter shall be computed for each run using the following equation:

$$E = (Cs \cdot Qsd - A) / P$$

where:

E = emission rate of particulate matter, g/kg.

Cs = concentration of particulate matter, g/dsm.

Qsd= volumetric flow rate, dscm/hr.

A = zero production rate correction

= 227 g/hr for container glass, pressed and *blown (soda-lime and lead) glass, and pressed and blown (other than borosilicate, soda-lime, and lead) glass.*

= 454 g/hr for pressed and blown (borosilicate) glass, wool fiberglass, and flat glass.

P =glass production rate, kg/hr.

(2) Method 5 shall be used to determine the particulate matter concentration (cs) and volumetric flow rate (Qsd) of the effluent gas. The sampling time and sample volume for each run shall be at least 60 minutes and 0.90 dscm (31.8 dscf). The probe and filter holder heating system may be set to provide a gas temperature no greater than $177 \pm 14^{\circ}\text{C}$ ($350 \pm 25^{\circ}\text{F}$), except under the conditions specified in § 60.293(e).

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

- (3) Direct measurement or material balance using good engineering practice shall be used to determine the amount of glass pulled during the performance test. The rate of glass produced is defined as the weight of glass pulled from the affected facility during the performance test divided by the number of hours taken to perform the performance test.
- (4) Method 9 and the procedures in § 6().11 shall be used to determine opacity.
[54 FR 6674, Feb. 14, 1989; 54 FR 21344, May 17, 1989]

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

ANEXO 4

São Paulo, 01 abril de 2004.

CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Att Prof. Hamilton João Targa

Coordenador das Câmaras Ambientais da Atividade Produtiva

Em atenção à PROPOSTA CETESB 01, referente a Limites Máximos de Emissão para Indústrias de Vidro com Processos Modificados, vimos pela presente formalizar a entrega de nossa PROPOSTA SINDIVIDRO, que resulta de um amplo debate com os representantes das indústrias paulistas produtoras de vidro.

Este documento tem por objetivo consolidar o trabalho de parceria anteriormente desenvolvido pelo Grupo de Trabalho SINDIVIDRO - CETESB no período 1999/2001 e o cenário ambiental da atualidade, representado pela implantação do Licenciamento Ambiental Renovável e pelas Técnicas de Produção Mais Limpa.

A indústria vidreira paulista, cônscia de suas responsabilidades para com o Meio Ambiente, não tem pouparado esforços no aprimoramento de sua gestão ambiental e entende que somente através de mecanismos de parceria e forte interação com o Órgão Ambiental, conseguirá encontrar o direcionamento adequado para ganhos ambientais contínuos e consistentes.

É em conformidade com essa ótica que submetemos o presente documento à sua apreciação, seguros de que teremos uma rápida finalização desta etapa de nosso trabalho conjunto, para em seguida nos dedicarmos a outros desafios na área ambiental.

Antecipadamente gratos por sua atenção e providências, despedimo-nos,
Atenciosamente,

Eng. Livino Lopes do Nascimento

SINDIVIDRO-Representante junto à Câmara Ambiental

Eng. Celso Monteiro de Carvalho

SIR-Representante junto à Câmara Ambiental

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

PROPOSTA SINDIVIDRO
Limites Máximos de Emissão para Indústrias de Vidro,
com Processos Modificados (7)

Limites de Emissão ⁽¹⁾

Prazo de adequação		Volume de Controle	Unidades Existentes	Novas Unidades⁽⁵⁾
		Forno Individual	0,50 kg MP ⁽²⁾ /TVF ⁽³⁾	0,50 kg MP/TVF
	Imediato ⁽⁶⁾	Site ⁽⁴⁾	0,45 kg MP/TVF	
		Forno Individual	0,50 kg MP/TVF	0,45 kg MP/TVF
MP⁽²⁾	03 anos	Site ⁽⁴⁾	0,45 kg MP/TVF	
		Forno Individual	0,50 kg MP/TVF	0,45 kg MP/TVF
	05 anos	Site ⁽⁴⁾	0,40 kg MP/TVF	
SOx	Imediato ⁽⁶⁾		20 kg SOx/10 Gcal	20 kg SOx/10 Gcal

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

- (1) Esses limites não são válidos para vidro do tipo boro-silicatos.
 - (2) MP= material particulado
 - (3) TVF= tonelada de vidro fundido
 - (4) Site= conjunto de fornos de um mesmo endereço (inclusive fornos com sistemas de controle de emissões atmosféricas)
 - (5) Esses limites devem ser aplicados às novas fontes a serem licenciadas a partir da data de publicação deste termo, sem prazo de adequação.
 - (6) Este prazo poderá ser alterado pelas Agências Ambientais da Cetesb, a critério destas, mas nunca ultrapassando cinco anos a partir da publicação desta.
 - (7) Processo Modificado (Válido somente para unidades individuais) são aqueles que por modificações do forno, do processo de combustão, atendam os limites fixados nesta diretriz sem o uso de equipamentos de controle de poluição do ar.
 - (8) Para a medição destes limites de emissão deverão ser utilizadas as Normas CETESB relacionadas à amostragem de efluentes gasosos em dutos e chaminés (L9.221, L9.222, L9.223, L9.224, L9.225, L9.228 e E16.030).
- Deve-se ressaltar que, para verificação do atendimento ao limite de emissão para o Site, a indústria deve realizar as amostragens dos fornos de forma simultânea, sendo que esse critério é aplicável somente às fontes de emissão que estiverem em operação.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

Exemplo: Indústria A

Forno 1 - Emissão amostrada: 1,0 kg MP/h; Produção: 2,0 TVF/h

Forno 2 - Emissão amostrada: 0,5 kg MP/h; Produção: 1,5 TVF/h

Emissão do Forno 1: $1,0 / 2,0 = 0,5$ kg MP/TVF

Emissão do Forno 2: $0,5 / 1,5 = 0,33$ kg MP/TVF

Emissão do Site: $(1,0 + 0,5) / (2,0 + 1,5) = 0,43$ kg MP/TVF

Para os óxidos de enxofre, o limite de emissão será definido em termos de emissão de poluentes por energia consumida no processo de produção. O limite, independentemente do tipo de processo e da vida útil da planta, será fixado em 20 Kg/10.000.000 Kcal.

(1) 10.000.000 Kcal = 1 t de óleo

10.000.000 Kcal = x m³ de gás natural

As plumas provenientes dos fornos de vidro com processo modificado e sujeito aos limites de emissão desta diretriz não deverão causar efeito significativo na visibilidade atmosférica.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

Regionalidade

Os limites de emissão estabelecidos nesta diretriz são aplicáveis para todo o Estado de São Paulo, porém, nos municípios onde dados de qualidade do ar forem disponíveis, estes poderão ser utilizados para melhor ajustar a realidade ambiental e os níveis de emissão permissíveis para as empresas. Desta forma, os dados representativos da situação local, em conjunto com os dados de emissão do empreendimento, devendo ser inclusive consideradas a existência de reclamações, poderão implicar em alteração dos limites acima estabelecidos, tanto para serem mais restritivos quanto para serem menos restritivos. Todas as propostas de flexibilização dos parâmetros devem ser acompanhadas de estudo de dispersão e avaliação dos impactos no meio, considerando a alteração da qualidade do ar da região.

Na ausência desses dados, permanecem em vigor os limites definidos na Tabela 1.

Auto-monitoramento

A verificação do atendimento aos limites estabelecidos nesta diretriz será realizada por meio de amostragens pontuais realizadas com periodicidade anual, podendo esta ser alterada, em função das ações de controle estabelecidas pela Agência local. A freqüência de monitoramento poderá ser contínua, quando sanitária e ambientalmente necessária, a critério da Cetesb.

São Paulo, 01 de abril de 2004.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

II.3.3. Considerações Específicas

Tendo em vista o estabelecimento de limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para **novos fornos de fusão de vidro, a serem instalados em todo território brasileiro, para os quais o CONAMA não estabeleceu diretrizes**, vinculando-os as diferentes classes de uso de solo, estabelecidas na **Resolução CONAMA nº 5**, de 15.06..89 (Política de Não Deterioração Significativa da Qualidade do Ar/Classes I, II e III), o setor vidreiro houve por bem, recomendar e propor ao CONAMA padrões para os diversos poluentes, baseados na adoção das melhores técnicas primárias de controle, entendendo que limites máximos baseados em equipamentos de controle de poluição do ar (técnicas secundárias) seriam derivados de uma ação complementar dos governos estaduais, face a condições críticas ou saturadas da qualidade do ar.

Os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para novos fornos de fusão de vidro, contidos no ANEXO X da **Resolução CONAMA nº 382/06**, são **meritórios, convenientes e adequados para proteção da saúde publica e do meio ambiente em âmbito nacional**.

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

II.3.4. Considerações Finais

Considerando a diretriz do **CONAMA**, ignorando o item 2.1 de sua **Resolução** nº 5/89, de que os limites máximos de emissão "... serão mais rígidos para as fontes novas de poluição", exigindo que os mesmos sejam iguais os para fontes novas e existentes, os padrões contidos no ANEXO X na Resolução nº 382/06, atendem um dos principais objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente, contemplado no Inciso I da Lei nº 6938, de 31/08/81: "**a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico**".

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

III. 2º Inventário Nacional dos Fornos de Fusão das Indústrias Automáticas de Vidro 2007/2008/2009 – Outubro/2009

No **ANEXO 5** está apresentado o 2º Inventário Nacional.

ANEXO 5

2º Inventário Nacional dos Fornos de Fusão das Indústrias Automáticas de Vidro

2007/2008/2009
OUTUBRO/2009

RELAÇÃO DAS EMPRESAS PARTICIPANTES DO INVENTÁRIO

- CEBRACE CRISTAL PLANO LTDA
- CIV – CIA INDUSTRIAL DE VIDROS
- CVL – COMPONENTES DE VIDRO LTDA
- ELECTROVIDRO – GRUPO SEVES
- GUARDIAN DO BRASIL VIDROS PLANOS LTDA
- NADIR FIGUEREDO IND. COMÉRCIO SA
- OWENS CORNING FIBERGLAS AS LTDA
- OWENS ILLINOIS DO BRASIL INDÚSTRIA E COMERCIO SA
- PILKINGTON BRASIL LTDA
- SAINT GOBAIN VIDROS SA
- SCHOTT BRASIL LTDA – Divisão VITROFARMA
- SGD BRASIL VIDROS LTDA
- SOBRAL INVICTA SA
- UBV – UNIÃO BRASILEIRA DE VIDROS AS
- VIDRARIA ANCHIETA LTDA
- WHEATON BRASIL VIDROS LTDA

Resumo do 2º Inventário Nacional

1. 16 Empresas
2. 42 Fornos
3. 9.500 t/d Produção Estimada
4. 6 estados: Minas gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (62%)
5. 86% Gás Natural / Maioria Receita Soda-Cal
6. 32% Caco Reciclado
7. 16 Fornos Tipo End Port
8. 15 Fornos Tipo Side Port
9. 8 Fornos Tipo Oxi-Combustível
10. 3 Fornos Tipo Unit Melter
11. 86% Produção Vidros Plano e Embalagem
12. Todos fornos possuem sistema abatimento
 - a. 25 primário
 - b. 17 secundário
 - c. 15 precipitadores eletrostáticos (MP)
 - d. 2 filtros manga (MP)
 - e. 14 lavadores úmidos (SO_2)
 - f. 1 lavador seco (SO_2 , gases ácidos)

2º Inventário Nacional: Vidro Plano

TABELA Nº 01 - Inventário das Emissões Atmosféricas / VIDRO PLANO (Soda Cal)

Forno	Tipo Forno	Combustível *1	Capacidade	MP *2	SOx *2	NOx *2	Comentários *3
Sistemas de Abatimento das Emissões *4							
VP-1	side port	GN+OC	635	0,17	1,05	3,57	float; vi+vcol; LU com solução alcalina + PE
VP-2	side port	GN+OC	600	0,22	2,93	3,63	float; vi; LU com solução alcalina + PE
VP-3	side port	GN+OC	700	0,1	1,72	5,44	float; vi; LU com solução alcalina + PE
VP-4	side port	GN	800	0,54	1,42	6,46	float; vi+vcor; SPA
VP-5	side port	GN	600	0,28	1,18	5,88	float; vi+vcor; SPA
VP-6	side port	GN	800	--	--	--	float; vi+vcor; SPA; UNIDADE RECEM INAUGURADA
VP-7	oxi-oleo	OC	165	0,47	2,43	0,67	impresso; vi; SPA
VP-8	end port	GN	240	0,35	0,88	3,67	impresso; vi; SPA

*1 Combustível - Gás Natural (GN); Óleo Combustível (OC); EM+OC: misturas variando de 0-100% GN

*2 Média Aritmética das emissões monitoradas nos anos de 2007, 2008, e 2009

*3 Comentários - Cor do Vidro: Incolor (vi); e Colorido (vcol); Tipos de Vidro Plano: Float e Impresso

*4 Sistemas de Abatimentos das Emissões - Sistemas Primários de Abatimento (SPA); Sistema Secundários de Abatimento (SSA): Lavador Úmido (LU), Precipitador Eletrostático (PE), e Filtros Manga (FM)

OBSERVAÇÃO

1. Dos 8 (oito) fornos listados, com capacidade de produção nominal de 4.540 t/d de vidro plano, dos quais mais de 90% "tipo float", apenas 1 (um) deles utiliza oxi-combustível com emissões de NOx inferiores a cerca de **1,0 kg/tvf**; 6 (seis) estão localizados no Estado de São Paulo, 1 e 1 no Rio de Janeiro.

2º Inventário Nacional: Vidro de Embalagem

TABELA Nº 02 - Inventário das Emissões Atmosféricas / VIDRO DE EMBALAGEM (Soda Cal)

Forno	Tipo Forno	Combustível *1	Capacidade	MP *2	SOx *2	NOx *2	Comentários *3/ Sistemas de Abatimento das Emissões *4
			t/d	kg/tvf	kg/tvf	kg/tvf	
VE-1	end port	GN	180	0,4	0,73	2,56	vcol; SPA
VE-2	end port	GN	310	0,42	1,11	1,98	vi; SPA
VE-3	end port	GN	110	0,65	0,78	6,30	vcol; SPA
VE-4	oxi-gás	GN	150	0,43	0,32	0,47	vi; produz tambem vidro doméstico; SPA
VE-5	end port	GN	85	0,13	0,77	3,86	vi; produz tambem vidro doméstico; PE (mesmo VE-6)
VE-6	end port	GN	105	0,13	0,77	3,86	vi; produz tambem vidro doméstico; PE (mesmo VE-5)
VE-7	side port	GN	310	0,18	1,28	2,04	vi; PE (mesmo VE-8 e VD-3)
VE-8	side port	GN	420	0,18	1,28	2,04	vi; PE (mesmo VE-7 e VD-3)
VE-9	side port	GN	276	0,09	0,42	3,83	vcol; PE
VE-10	side port	GN	310	0,2	0,96	1,93	vcol; PE
VE-11	side port	GN+OC	360	0,1	0,87	2,60	vi+vcol; LU+PE
VE-12	end port	OC	350	0,07	2,33	1,33	vcol; LU+PE
VE-13	side port	OC	270	0,06	2,81	3,75	vcol; LU+PE
VE-14	oxi-gás	GN	45	0,79	0,88	0,48	vi; produz tambem vidro doméstico; SPA
VE-15	end port	GN	75	0,49	1,36	5,21	vi+vcol; produz tambem vidro doméstico; SPA
VE-16	end port	GN	90	0,41	0,71	4,31	vi; produz tambem vidro doméstico; SPA
VE-17	end port	GN	90	0,47	0,59	3,86	vi; produz tambem vidro doméstico; SPA
VE-18	end port	GN	83	0,1	1,12	-	vi; FM
VE-19	side port	GN	65	0,09	0,47	2,95	Misturas variando de 0% a 100% GN

*2 Média Aritmética das emissões monitoradas nos anos de 2007, 2008, e 2009

*3 Comentários - Cor do Vidro: Incolor (vi); e Colorido (vcol); Tipos de Vidro Plano: Float e Impresso

*4 Sistemas de Abatimentos das Emissões - Sistemas Primários de Abatimento (SPA); Sistema Secundários de Abatimento (SSA): Lavador Úmido (LU), Precipitador Eletrostático (PE), e Filtros Manga (FM)

OBSERVAÇÃO

1. Dos 19 (dezenove) fornos listados com capacidade de produção nominal total de 3.684 t/d de vidro embalagem, dos quais 7 (sete) podem produzir também vidro doméstico, apenas 2 (dois) deles utilizam oxi-combustível com emissões de NOx inferiores a cerca de **1,0 kg/tvf**; sendo que 13 (treze) estão localizados no Estado de São Paulo, 3 em Pernambuco, 2 no Rio de Janeiro e 1 no Rio Grande do Sul;

2º Inventário Nacional: Vidro Doméstico

TABELA Nº 03 - Inventário das Emissões Atmosféricas / VIDRO DOMÉSTICO (Soda Cal exceto VD-4)

Forno	Tipo Forno	Combustível *1	Capacidade t/d	MP *2 kg/tvf	SOx *2 kg/tvf	NOx *2 kg/tvf	Comentários *3/ Sistemas de Abatimento das Emissões *4
VD-1*5	end port	GN	110	0,67	0,77	6,59	vi+vcol; SPA; produz também vidro de embalagem
VD-2	end port	GN	85	0,14	0,24	2,85	vi; PE+LU
VD-3	end port	GN	85	0,14	0,42	3,83	vi; PE (mesmo VE-7 e VE-8)
VD-4	oxi-gás	GN	130	0,12	0,01	1,56	vi; PE+LU; borosilicato
VD-5	unit-melter	OC	63	0,06	1,07	0,94	vi+vcol; PE+LU
VD-6	*1 end port	OC	40	0,46	0,02	-	vi; LU

*1 Combustível - Gás Natural (GN); Óleo Combustível (OC); EM+OC: misturas variando de 0 a 100% GN

*2 Média Aritmética das emissões monitoradas nos anos de 2007, 2008, e 2009

*3 Comentários - Cor do Vidro: Incolor (vi); e Colorido (vcol); Tipos de Vidro Plano: Float e Impresso

*4 Sistemas de Abatimentos das Emissões - Sistemas Primários de Abatimento (SPA); Sistema Secundários de Abatimento (SSA): Lavador Úmido (LU), Precipitador Eletrostático (PE), e Filtros Manga (FM)

*5 Este forno quando usa nitratos da formulação tem uma emissão média de NOx de 8,14 kg/tvf

OBSERVAÇÃO

1. Dos 6 (seis) fornos listados, com capacidade de produção nominal total de 513 t/d de vidro doméstico, dos quais 1 deles pode produzir também vidro de embalagem, ressalte-se que 1 deles é do tipo oxi-gás, e outro do tipo unit-melter, sendo que 2 deles estão localizados no Estado de São Paulo, 1 em Pernambuco, 1 no Rio de Janeiro, 1 , e 1 no Rio Grande do Sul; ressalte-se que 7 (sete) dos fornos incluídos como produzindo vidros de embalagem podem também produzir vidro doméstico.

2º Inventário Nacional: Vidros Especiais

TABELA Nº 04 - Inventário das Emissões Atmosféricas / VIDROS ESPECIAIS (VS)

Forno	Tipo Forno	Combustível *1	Capacidade	MP *2	SOx *2	NOx *2	Comentários *3/ Sistemas de Abatimento das Emissões *4
				t/d	kg/tvf	kg/tvf	
VS-1	oxi-gás	GN	166,08	0,08	0,15	0,36	fibra de vidro; SPA; livre de borossilicato
VS-2	unit-melter	GN	23,28	0,41	0,37	4,25	fibra de vidro; SPA; livre de borossilicato
VS-3	unit-melter	OC	120	2,36	2,37	0,92	fibra de vidro; SPA; uso de borossilicato; LS+FM
VS-4	end port	GN	130	0,15	1,11	1,93	isoladores elétricos; PE+LU; Soda Cal
VS-5	oxi-gás	GN	180	0,52	0,45	0,58	lampadas; Soda Cal; SPA
VS-6	side port	GN+OC	37,8	0,37	0,17	30,83	tubo de vidro borossilicato; PE+LU (mesmo para VS-7 e VS-8)
VS-7	side port	GN+OC	22,8	0,37	0,17	30,83	tubo de vidro borossilicato; PE+LU (mesmo para VS-5 e VS-8)
VS-8	oxi-gás	GN	23,5	0,37	0,17	30,83	tubo de vidro borossilicato; PE+LU (mesmo para VS-6 e VS-7)
VS-9	oxi-gás	GN	36	0,1	0,01	0,14	lã de vidro; borossilicato PE

*1 Combustível - Gás Natural (GN); Óleo Combustível (OC); EM+OC: misturas variando de 0-100% GN

*2 Média Aritmética das emissões monitoradas nos anos de 2007, 2008, e 2009

*3 Comentários - Cor do Vidro: Incolor (vi); e Colorido (vcol); Tipos de Vidro Plano: Float e Impresso

*4 Sistemas de Abatimentos das Emissões - Sistemas Primários de Abatimento (SPA); Sistema Secundários de Abatimento (SSA): Lavador Úmido (LU), Precipitador Eletrostático (PE), e Filtros Manga (FM)

OBSERVAÇÃO

1. Dos 9 (nove) fornos listados, com capacidade de produção nominal total de 739,46 t/d de vidros especiais, 5 (cinco) estão localizados no Estado de São Paulo e 4 (quatro) no do Rio de Janeiro.

2º Inventário Nacional: Por Tipo Poluente Emitido

TABELA Nº 05 – Consolidação Inventário / MP (kg/tvf)

Condições	Plano (Soda Cal)			Embalagem (Soda Cal)			Doméstico			CONAMA
	med	min	max	med	min	max	med	min	max	L.M.E.
. S.P.A.	0,41	0,24	0,62	0,51	0,22	1,03	0,67	0,57	0,75	0,4
. S.S.A.	0,16	0,07	0,27	0,10	0,02	0,48	0,18	0,02	0,61	0,4

TABELA Nº 06 – Consolidação Inventário / SOx (kg/tvf)

Condições	Plano (Soda Cal)			Embalagem (Soda Cal)			Doméstico			CONAMA
	med	min	max	med	min	max	med	min	max	L.M.E.
OC	2,43	2,09	2,61	2,59	1,94	3,44	0,54	0,01	1,49	5,00
GN	1,16	0,76	2,61	0,84	0,01	2,30	0,36	0,03	0,98	1,40
OC+GN	1,90	0,10	4,50	0,87	0,20	1,68	-	-	-	-

TABELA Nº 07 – Consolidação Inventário / NOx ^{*1} (kg/tvf)

Condições	Plano (Soda Cal)			Embalagem (Soda Cal)			Doméstico			
	med	min	max	med	min	max	med	min	max	
Incolor ^{*2}	4,25	2,19	6,95	3,78	1,21	6,95	3,90	1,90	5,13	
Colorido ^{*3}	-			3,24	0,34	10,58	8,14	6,38	9,72	
inc *2 ou col *3	5,30	4,65	9,40	2,77	1,63	4,63	-	-	-	
CONAMA - LME ^{*4}	inc: 4,30; col: 6,70			inc: 3,20; col: 5,40			inc: 4,50; col: 7,59			

^{*1} não foram computadas as emissões de NOx dos 8 fornos oxi-combustível

^{*2} não inclui vidros incolores com receitas com nitratos em concentrações iguais ou superiores a 1%

^{*3} inclui vidros incolores com receitas com nitratos em concentrações iguais ou superiores à 1%

^{*4} na resolução CONAMA nº 382 não foi aplicada a distinção das receitas com ou sem nitrato

2º Inventário Nacional

CONCLUSÕES

1. O inventário demonstra inequivocamente a ação responsável do setor vidreiro no controle da poluição do ar a nível nacional, face aos sistemas de abatimento de emissões já instalados nos fornos de fusão de vidro existentes;
1. As emissões atmosféricas de SO_x geradas nos Fornos de Fusão de Vidro existentes já atendem os Limites Máximos de Emissão respectivos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 382/06;
1. As emissões atmosféricas de MP e NO_x , geradas na maioria dos fornos de fusão de vidro existentes, somente poderão ser enquadradas **tecnológica e consistentemente** nos limites máximos de emissão respectivos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 382/06, pela implantação de Sistemas Primários e/ou Secundários de Abatimento, **quando das paradas para reconstrução dos fornos.**

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

IV. Proposta de Resolução.

No **ANEXO 6** está apresentada nossa proposta de resolução.

ANEXO 6

GT EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR FONTES FIXAS

Proposta de Resolução / Anexo Indústria Vidreira

ANEXO X

Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos provenientes de Fornos de Fusão de Vidro

1. Ficam aqui definidos Limites de Emissão para Poluentes Atmosféricos de Fornos de Fusão de Vidro.
 - 1.1. Excetuam-se os Fornos de Fusão de Vidro cujo vidro fundido é removido manualmente, e aqueles com capacidades nominais de produção inferiores a 8 t/d (oito toneladas por dia), que deverão adotar, de acordo com o órgão ambiental licenciador, as melhores práticas disponíveis de processo, operação e manutenção para minimizar as emissões atmosféricas.
1. Para aplicação deste anexo devem ser consideradas as seguintes definições dos termos:
 - 2.1 Receita Soda-Cal: origina produtos dos tipos recipientes de vidro, tecido de fibra de vidro e outros artigos de vidro, soprados e/ou prensados e vidro plano. Apresenta a seguinte proporção em peso: de 60 a 75% de SiO₂, de 10 a 17% de R₂O total (ex.: Na₂O, K₂O), de 8 a 20% de RO total (ex.: CaO, MgO) que não inclui PbO, de 0 a 8% de R₂O₃ total (ex.: Al₂O₃), e de 1 a 5% de outros óxidos;
 - 2.2 Receita Borosilicato: origina produtos do tipo artigos de vidro, soprados e/ou prensados. Apresenta a seguinte proporção em peso: de 60 a 80% de SiO₂, de 4 a 10% de R₂O total (ex.: Na₂O, K₂O), de 5 a 35% de óxidos de boro, e de 0 a 13% de outros óxidos;

GT EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR FONTES FIXAS

Proposta de Resolução / Anexo Indústria Vidreira

- 2.3 Receita Chumbo: origina produtos do tipo artigos de vidro, soprados e/ou prensados. Apresenta a seguinte Proporção em peso: de 50 a 60% de SiO₂, de 18 a 35% de óxidos de chumbo, de 5 a 20% de R₂O total (ex.: Na₂O, K₂O), de 0 a 8% de R₂O₃ total (ex.: Al₂O₃), de 0 a 15% de RO total (ex.: CaO, MgO), que não inclui PbO e de 5 a 10% de outros óxidos.
- 2.4 Outras Receitas: originam produtos do tipo artigos de vidro, soprados e/ou prensados, incluindo receitas de opal e fluoreto.
- 2.5 Forno de Fusão de Vidro: compreende um recipiente refratário no qual matérias-primas são carregadas, fundidas em altas temperaturas, refinadas e condicionadas para produzir vidro fundido. A unidade inclui fundações, superestrutura e paredes retentoras, sistemas de carregamento de matérias-primas, trocadores de calor, sistema de resfriamento, sistema de exaustão, alvenaria de refratário, equipamento de fornecimento de combustível e reforço elétrico do aquecimento, sistemas e instrumentação de controle integrado e apêndices para condicionar e distribuir o vidro fundido para fabricar produtos.
- 2.6 Vidro Doméstico: compreende utensílios de mesa, cozinha, decoração e acessórios (ex: copos, xícaras, pratos, tigelas, formas, panelas, vasos e ornamentos).
- 2.7 Vidro Plano: compreende vidro plano flotado (float) e impresso, beneficiado ou não, para uso nas indústrias: Automotiva, de Construção Civil, de Eletrodomésticos, e Moveleira.
- 2.8 Vidro de Embalagem: compreende garrafas para bebidas, potes para indústria alimentícia e frascos para produtos cosméticos e farmacêuticos.
- 2.9 Vidros Especiais (incluindo técnicos): compreendendo lâmpadas, fibras de vidro isolantes e isoladores elétricos;

GT EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR FONTES FIXAS

Proposta de Resolução / Anexo Indústria Vidreira

- 2.10. Reconstrução do forno de fusão de vidro significa a substituição a frio, com a paralisação do forno e troca das partes danificadas e/ou desgastadas, incluindo substituição dos refratários do fundo, paredes laterais e teto do recipiente de fusão; substituição dos refratários no trocador de calor; e substituição das porções refratárias do sistema de condicionamento e distribuição do vidro fundido;
- 2.11. Manutenção ou reforma a quente ou a frio do forno de fusão de vidro, respectivamente sem paralisação ou com paralisação do forno, significa o reparo de refratários danificados; a modificação ou troca de queimadores; o conserto de equipamentos de controle de emissões atmosféricas, incluindo a substituição de dispositivos ou de partes dos mesmos e outros serviços mecânicos, eletro-eletrônicos e hidráulicos.

Nota: não se inclui nos itens 2.10 e 2.11 aumento da capacidade produtiva

Proposta de Resolução / Anexo Indústria Vidreira

3. Ficam estabelecidos na tabela abaixo os seguintes Limites de Emissões Atmosféricas provenientes de Fornos de Fusão de Vidro

TABELA: Limites Máximos de Emissão (L.M.E)

Tipo	Classificação	L.M.E.
		(Kg/tvf)
Particulado	Receita Soda-Cal	0,4
	Receita Borosilicato	0,8
	Receita Chumbo e outras	Não aplicável
NO_x	Vidro Claro (Incolor) ⁽²⁾	
	· Doméstico	4,5
	· Plano	4,3
	· Embalagem	3,2
	· Especial: lâmpadas	4,5
	· Especial: fibras de vidro isolantes e isoladores elétricos	4,5
	Vidro Colorido ⁽³⁾	
	· Doméstico	7,5
	· Plano	6,7
	· Embalagem	5,4
SO_x	Combustível: Gás Natural	1,4
	Combustível: Óleo Combustível	5

(1) (Kg/tvf) = quilograma por tonelada de vidro fundido

(2) Não inclui vidros incolores com receitas que contém nitratos em concentrações iguais ou superiores a 1%

(3) Inclui vidros incolores com receitas que contém nitratos em concentrações iguais ou superiores a 1%

GT EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR FONTES FIXAS

Proposta de Resolução / Anexo Indústria Vidreira

- 3.1. Em teste de desempenho (no caso da primeira amostragem no forno), o atendimento aos limites estabelecidos deverá ser verificado nas condições de plena carga. Esta condição não se faz necessária para as demais amostragens;
- 3.2. Na avaliação periódica, o atendimento aos limites estabelecidos poderá ser verificado em condições típicas de operação, a critério do órgão ambiental.
4. As emissões atmosféricas deverão ser realizadas através de dutos ou chaminés, cujo projeto deve levar em consideração as edificações do entorno à fonte emissora e os padrões de qualidade do ar estabelecidos.
5. Durante a Manutenção Preventiva dos Sistemas de Controle de Poluição do Ar implantados nos Fornos de Fusão de Vidro, não será obrigatório o atendimento aos limites máximos estabelecidos. Desde que devidamente autorizados pelo órgão ambiental licenciador.
 - 5.1. A manutenção preventiva em cada semestre do ano não deverá exceder 10 (dez) dias;
 - 5.2. A manutenção preventiva deve ser conduzida de maneira consistente adotando-se boas práticas de controle de poluição do ar para minimizar as emissões;
 - 5.3. O órgão licenciador deverá ser avisado 30 (trinta) dias antes do início da manutenção preventiva semestral.
6. No caso de produção de vidros incolores e coloridos no mesmo forno, deverá ser comprovado o atendimento para as duas situações.

GT EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR FONTES FIXAS

Proposta de Resolução / Anexo Indústria Vidreira
7. No caso de utilização concómitante de gás e óleo combustível em fornos de fusão de vidro, tendo em vista os limites máximos estabelecidos ou acordados para queima de gás, poderão ser alterados através:

7.1. No caso de emissões de MP, através da **Fórmula 1** a seguir:

Fórmula 1: $LE_f = LE_i [1,3 (F_d) + (A)]$, onde:

LE_f – Limite de Emissão final, em kg/tvf

LE_i – Limite de Emissão inicial estabelecido ou acordado para uso só de gás, em kg/tvf

F_d – Fração decimal entre o valor de aquecimento do combustível líquido e o valor total de aquecimento do novo combustível (gás + líquido), queimado no forno de fusão de vidro, em joule/joules (j/j), calculado pela **Fórmula 2**.

$$A = (1 - F_d)$$

Fórmula 2: $F_d = (H_l L) / (H_l L + H_g G)$, onde:

H_l – Poder Calorífico Superior do combustível líquido, em j/kg

H_g – Poder Calorífico Superior do combustível gasoso, em j/kg

L – Quantidade de combustível líquido queimado, kg/hr

G – Quantidade de combustível gasoso queimado, kg/hr

7.2. No caso de emissões de SOx, através da **Fórmula 3** a seguir:

Fórmula 3: $LE_f = \frac{500 - 3,5P}{100}$, onde:

LE_f – Limite de Emissão final, em kg/tvf

P_g – Porcentagem de gás utilizado (%)

GT EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS POR FONTES FIXAS

Proposta de Resolução / Anexo Indústria Vidreira

8. O atendimento dos L.M.E.s - Limites Máximos de Emissão, estabelecidos neste anexo, se dará quando das reconstruções dos fornos de fusão de vidro existentes no prazo máximo de 10 anos após a publicação desta Resolução.
 - 8.1. Excetuam-se os L.M.E.s estabelecidos para SO_x cujo atendimento se dará na data da publicação desta Resolução

V - Ganhos Ambientais

Hipóteses Assumidas

Emissões Sem Controle

Uma vez que todos os fornos inventariados estão providos de algum tipo de sistema de abatimento de emissões, tanto **primários** (redução da geração dos poluentes), como **secundários** (controle das emissões dos poluentes gerados), portanto os dados disponibilizados pelas empresas são das emissões abatidas residuais, não tendo sido especificadas as emissões brutas, **adotou-se**, para efeito de cálculo das emissões atmosféricas sem controle, os fatores de emissão publicados, tanto pela EPA/USA no “Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42, Fifth Edition, Volume I Stationary Point and Area Sources”, como pela EUROPEAN COMISSION no “Integrated Pollution Prevention and Control/Draft Reference Document on Best Available Techniques in the **GLASS MANUFACTURING INDUSTRY**/July 2009”.

A adoção destas 2 (duas) principais fontes de referência sobre Fatores de Emissão para a indústria vidreira, norte-americana e européia, deveu-se ao fato de que as tecnologias de fabricação de vidro implantadas no Brasil, têm origem nestes 2 (dois) continentes, cujas peculiaridades existentes foram ponderadas, quando do estabelecimento dos Limites Máximos de Emissão para Fontes Novas, contidos na Resolução CONAMA nº 382/2006.

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Assim sendo **optou-se** pela utilização dos fatores de emissão para Fornos de Fusão de Vidro (Receita Soda-Cal) **sem nenhum tipo de controle** apresentados na Tabela abaixo.

Fatores de Emissão para Fornos de Fusão de Vidro (Receita Soda-Cal) **Sem Nenhum Tipo de Controle** da Poluição do Ar

Tipo de vidro	Fatores de emissão (kg/tvf) *1		
	MP	SO_x *2	NO_x
Embalagem	1,48	1,40 (GN)	4,5 (incolor)
		5,0 (OC)	9,3 (colorido)
Plano	0,60	1,4 (GN)	5,2 (incolor)
		5,0 (OC)	7,4 (colorido)
Doméstico	12,60	1,4 (GN)	6,00 (incolor)
		5,0 (OC)	10,00 (colorido)

*1 Kg/tvf = quilos por toneladas de vidro fundido

*2 Tendo em vista que as emissões de SO_x estão baseadas principalmente na porcentagem de enxofre no combustível utilizado no país, assumiu-se como fator de Emissão os próprios limites máximos de emissão estabelecidos na Resolução CONAMA nº 382/06; basicamente o controle adotado pela empresas é **primário**, procurando-se utilizar combustível com quantidades de enxofre compatíveis com a qualidade do ar da região em que está instalada; nos casos da utilização de sais de sulfatos como matéria-prima, pode também haver geração de SO_x, contudo o maior impacto é com o MP, emitido na atmosfera.

Observação à Tabela I: não foram adotados Fatores de Emissão para Vidros Especiais, face às significativas variações entre os diversos tipos, obrigando a adoção de fatores caso-a-caso.

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Inventário das Emissões **sem controle**

Tipo de vidro	Emissões atmosféricas potenciais (kg/d)		
	MP	SO _x	NO _x
Embalagem	5.452,32	18.420,00	26.158,80
Plano	2.724,00	22.700,00	29.845,00
Doméstico	6.463,80	2.565,00	3.770,00
Especiais	617,70	3.697,30	83.718,02
Total	15.257,82	47.382,30	143.491,82

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Usando-se as tabelas dos 4 slides, a seguir, respectivamente, emissões com controle atual para vidro plano, embalagem, doméstico, e especiais, e comparando estas emissões para cada forno com os limites máximos estabelecidos no Anexo X da proposta apresentada, obtém-se as tabelas a seguir:

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Inventário das Atuais Emissões dos Fornos de Fusão de Vidro Plano **com controle**

Forno	Capacidade t/d	Emissões atuais (kg/d)			Emissões a serem controladas * (kg/d)		
		MP	SO_x	NO_x	MP	SO_x	NO_x
VP-1	635	107,95	666,75	2.266,95	0	0	0
VP-2	600	132,00	1.758,00	2.178,00	0	0	0
VP-3	700	70,00	1.204,00	3.808,00	0	0	798,00
VP-4	800	432,00	1.136,00	5.168,00	112,00	0	1.728,00
VP-5	600	168,00	708,00	3.528,00	0	0	948
VP-6	800	---	---	---	---	---	---
VP-7	165	77,55	400,95	110,55	11,55	0	0
VP-8	240	84,00	211,20	880,80	0	0	0
TOTAL	4.540	1.071,50	6.084,90	17.940,30	123,55	0	3.474

* Atendendo os limites máximos de emissão, respectivos, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 382/06

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Inventário das Atuais Emissões Atmosféricas dos Fornos de Fusão de Vidro de Embalagem **com controle**.

Forno	Capacidade t/d	Emissões atuais (kg/d)			Emissões a serem controladas *		
		MP	SO _x	NO _x	MP	SO _x	NO _x
VE-1	180	72,00	131,40	460,80	0	0	0
VE-2	310	130,20	344,10	613,80	6,20	0	0
VE-3	110	71,50	85,80	693,00	27,50	0	99
VE-4	150	64,50	48,00	70,50	4,50	0	0
VE-5	85	11,05	65,45	328,10	0	0	56,10
VE-6	105	13,65	80,85	405,30	0	0	69,30
VE-7	310	55,80	396,80	632,40	0	0	0
VE-8	420	75,60	537,60	856,80	0	0	0
VE-9	276	24,84	115,92	1.057,08	0	0	0
VE-10	310	62,00	297,60	598,30	0	0	0
VE-11	360	36,00	313,20	936,00	0	0	0
VE-12	350	24,50	815,50	465,50	0	0	0
VE-13	270	16,20	758,70	1.012,50	0	0	0
VE-14	45	35,55	39,60	21,60	17,55	0	0
VE-15	75	36,75	102,00	390,75	6,75	0	150,75
VE-16	90	36,90	63,90	387,90	0,90	0	100
VE-17	90	42,30	53,10	347,40	6,30	0	59,40
VE-18	83	8,30	92,96	---	0	0	---
VE-19	65	5,85	30,55	191,75	0	0	0
TOTAL	3.684	474,24	4.373,03	4.469,48	69,65	0	534,55

* Atendendo os limites máximos de emissão, respectivos, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 382/06

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Inventário das Atuais Emissões Atmosféricas dos Fornos de Fusão de Vidro Doméstico **com controle**

Forno	Capacidade t/d	Emissões atuais (kg/d)			Emissões a serem controladas* (kg/d)		
		MP	SO _x	NO _x	MP	SO _x	NO _x
VD-1	110	73,70	84,70	724,90	29,70	0	229,90
VD-2	85	11,90	20,40	242,25	0	0	0
VD-3	85	11,90	35,70	325,55	0	0	0
VD-4	130	15,60	1,30	202,80	0	0	0
VD-5	63	3,78	67,41	59,22	0	0	0
VD-6	40	18,40	0,80	---	2,40	0	0
TOTAL	513	135,28	210,31	1.554,72	32,10	0	229,90

* Atendendo os limites máximos de emissão, respectivos, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 382/06

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Inventário das Atuais Emissões Atmosféricas dos Fornos de Fusão de Vidro Especiais **com controle**

Forno	Capacidade t/d	Emissões atuais (kg/d)			Emissões a serem controladas * (kg/d)		
		MP	SO_x	NO_x	MP	SO_x	NO_x
VS-1	166,08	13,29	24,91	59,79	0	0	0
VS-2	23,28	9,54	8,61	98,94	0,23	0	0
VS-3	120	283,20	284,40	110,40	163,20	0	0
VS-4	130	19,50	144,30	250,90	0	0	0
VS-5	180	93,60	81,00	104,40	21,60	0	0
VS-6	37,8	13,99	6,43	1.165,37	0	0	995,27
VS-7	22,8	8,44	3,88	702,92	0	0	600,32
VS-8	23,5	8,70	4,00	724,51	0	0	618,76
VS-9	36	3,60	0,36	5,04	0	0	0
TOTAL	739,46	453,86	557,89	3.222,27	185,03	0	2.214,36

* Atendendo os limites máximos de emissão, respectivos, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 382/06

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Inventário das Emissões atuais **com controle**

Tipo de vidro	Emissões atmosféricas atuais (kg/d)		
	MP	SO _x	NO _x
Embalagem	474,24	4.373,03	4.469,48
Plano	1.071,50	6.048,90	17.940,30
Doméstico	135,28	210,31	1.554,72
Especiais	453,86	557,89	3.222,27
Total	2.134,88	11.190,13	27.186,77

GANHOS AMBIENTAIS

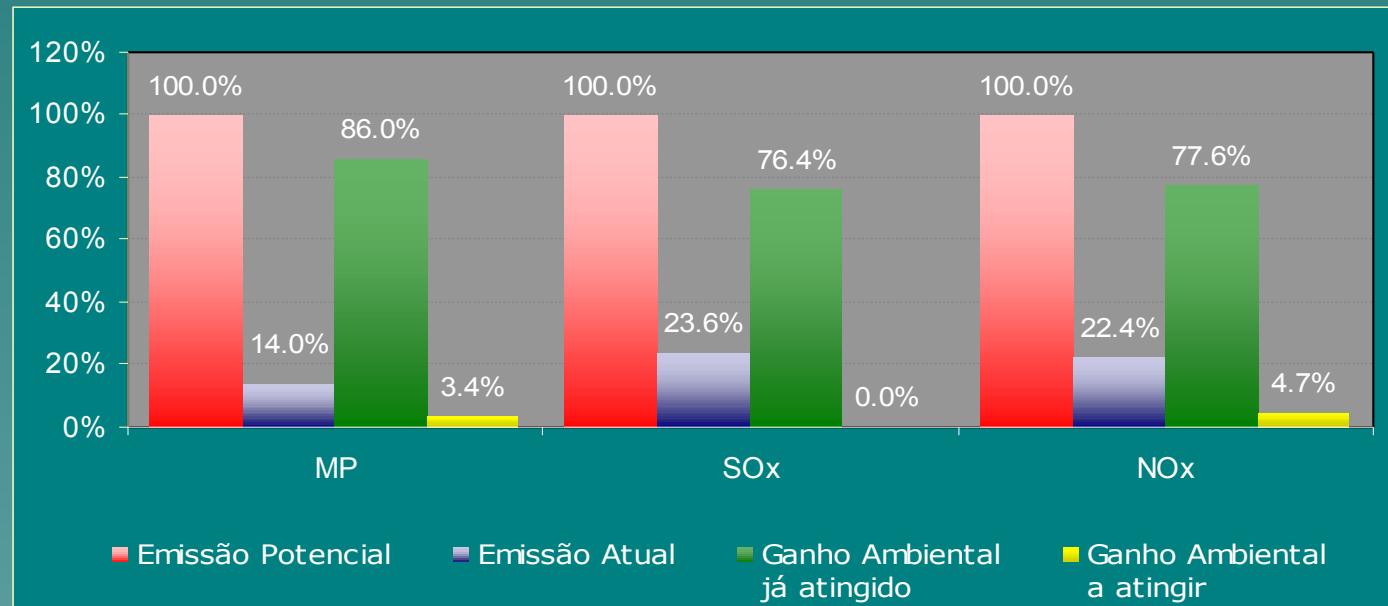
Hipóteses Assumidas

Ganhos Ambientais “já atingidos” e “a atingir” com a adoção dos Limites Máximos de Emissão para Fontes Novas aplicados também a Fontes Existentes (em Kg/d)*

* Atendendo os limites máximos de emissão, respectivos, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 382/06

Poluente	Emissão Potencial (kg/d)	Emissão Atual (kg/d)	Ganho Ambiental já atingido		Ganho Ambiental a atingir	
			Valor (kg/d)	%	Valor (kg/d)	%
MP	15.257,82	2.134,88	13.122,94	86,01	410,33	2,69
SOx*	47.382,30	11.190,13	36.192,17	76,38	0	0
NOx	143.491,82	27.186,77	116.305,05	81,05	6.452,71	4,50

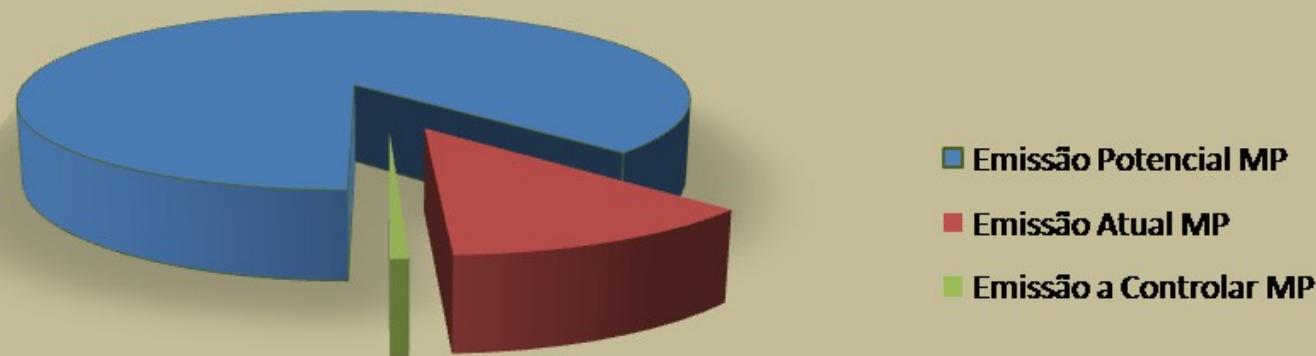
Gráfico Comparativo Percentual



GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

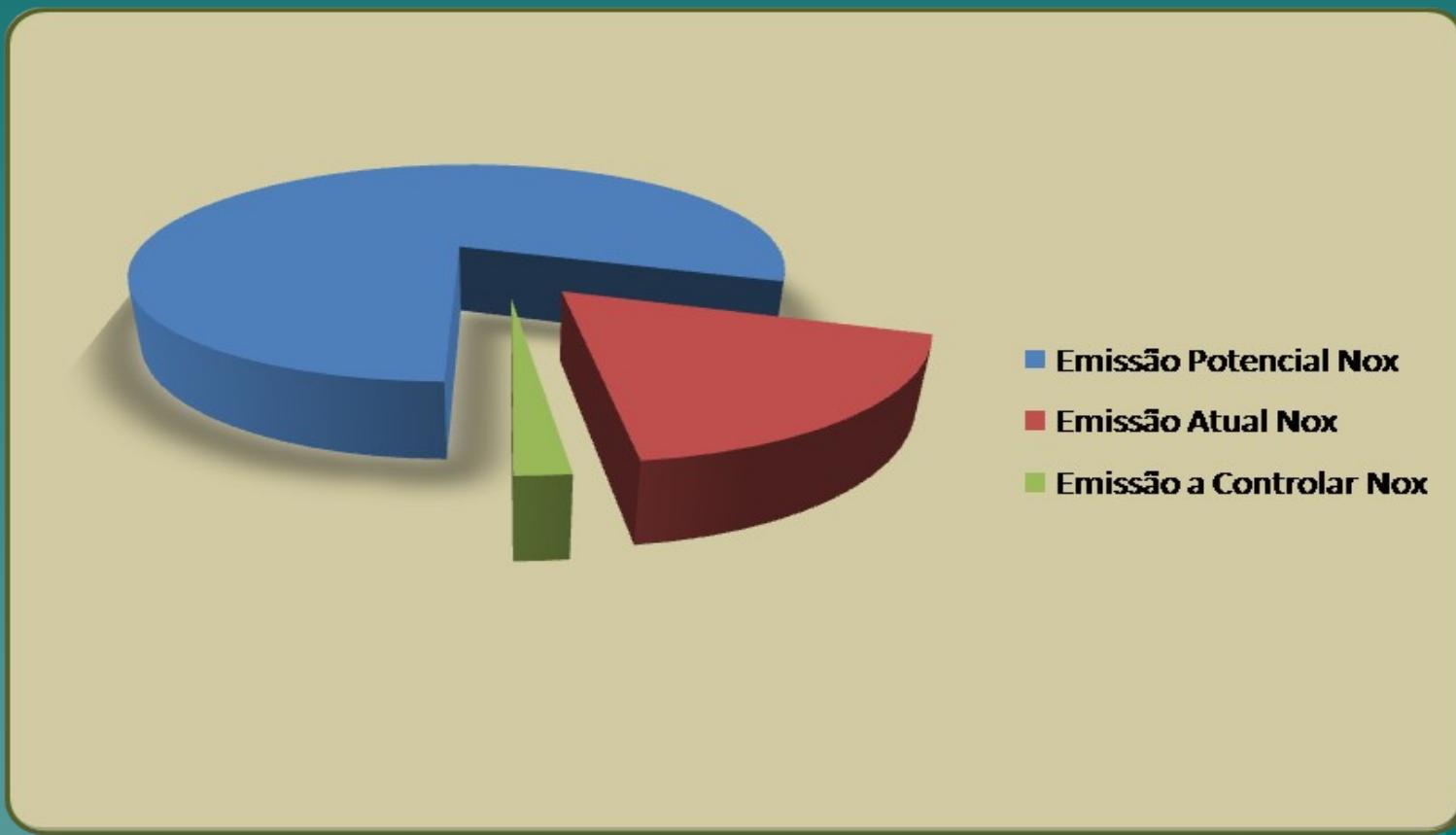
Particulados
Emissões Potenciais x Emissões a Controlar



GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

NOx
Emissões Potenciais x Emissões a Controlar



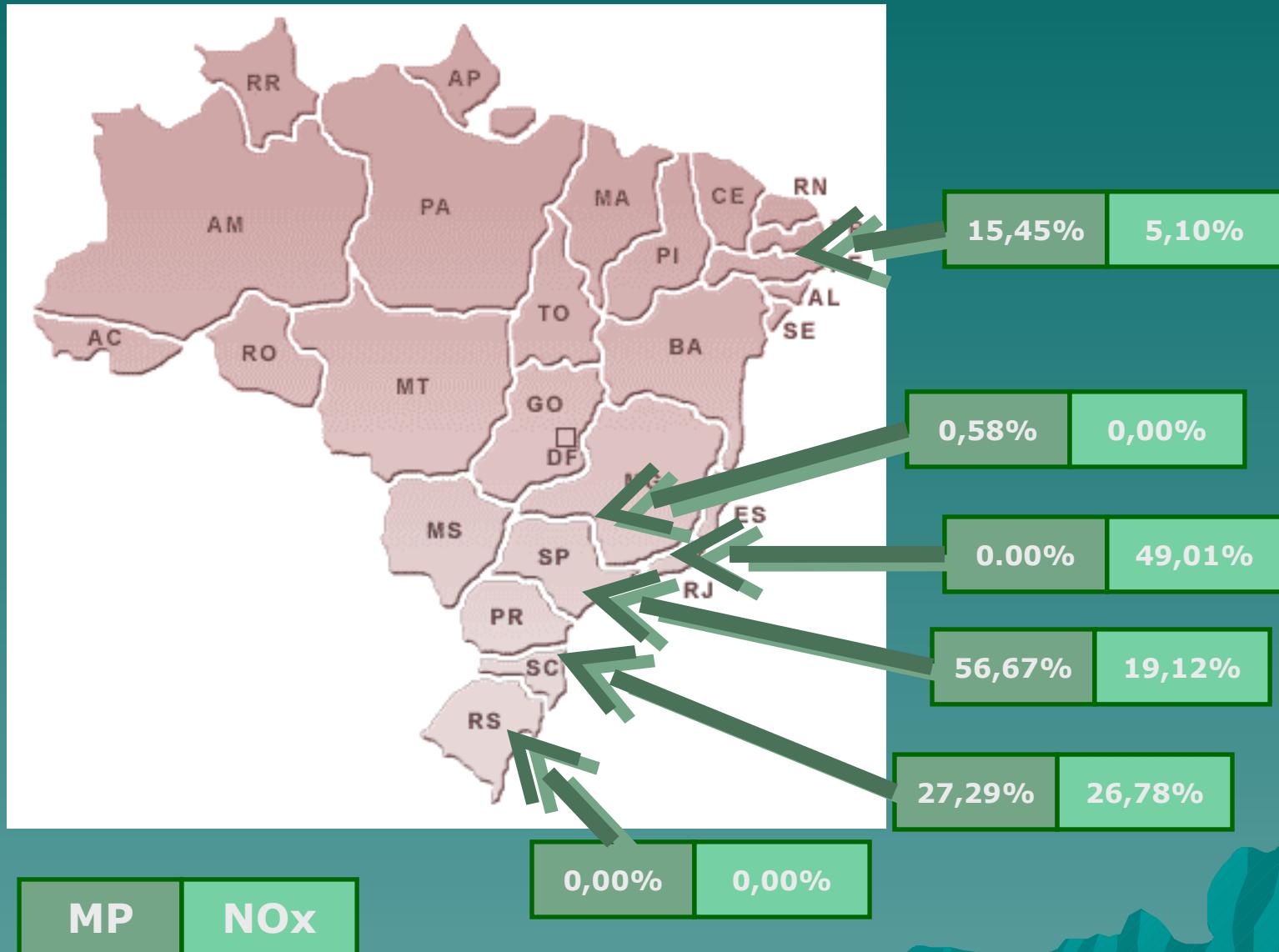
GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Abatimento %



Indústria de Fabricação de Vidro
Distribuição no Território Brasileiro



GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Quantidade de Fornos que Não Atendem Atualmente a
Resolução CONAMA nº 382/06

Tipo de vidro	Número de fornos	Número de fornos que não atendem a Resolução CONAMA nº 382/06 por poluente			Número de fornos que não atendem a Resolução *	
		MP	SOx	NOx	número	%
Plano	08	2	0	3	4	50
Embalagem	19	7	0	6	9	47
Doméstico	06	2	0	1	2	34
Especiais	09	3	0	3	6	67
TOTAIS	42	14	0	13	21	50

* 5 fornos não atendem concomitantemente os limites de MP e NOx: 1 plano, 3 embalagem e 1 doméstico.

NOTA:

Ressalte-se que cerca de 60% (sessenta por cento) dos 21 fornos enumerados na Tabela VIII, acima, estarão sendo reconstruídos nos próximos 5 (cinco) anos, enquanto que o restante em até 10 (dez) anos.

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Conclusões:

1. As emissões atmosféricas potenciais dos 42 (quarenta e dois) Fornos de Fusão de Vidro inventariados com produção estimada de 9.500 t/d de vidro fundido, geram cerca de 15,3 t/d de MP, 47,4 t/d de SO_x e 143,5 t/d de NO_x;
1. As emissões atmosféricas atuais dos referidos fornos atingem cerca de 2,1 t/d de MP, 11,2 t/d de SO_x e 32,2 t/d de NO_x;
1. As reduções já havidas nas emissões, tendo em vista os limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 382/96 para fontes novas, atingem cerca de 13,1 t/d para MP, 36,1 t/d para SO_x e 111,3 t/d para NO_x, representando aproximadamente, respectivamente, reduções de 86%, 76% e 80% das emissões potenciais;
1. Os 21 (fornos) existentes que ainda não atingiram os limites máximos de emissão para fontes novas, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 382/96, representam em termos de emissões a serem controladas, cerca de 2,9% em termos de MP e 3,6% em termos de NO_x; o setor vidreiro já cumpriu totalmente as reduções necessárias para atingimento dos limites máximos para SO₂.
1. O atendimento aos padrões estabelecidos para MP e NOx na Resolução Conama 382/2006 deverá ocorrer quando da reconstrução dos fornos existentes, que será realizada gradualmente, forno a forno, em até 10 anos. A reconstrução dos fornos implica na paralisação total das atividades de cada um dos fornos.

GANHOS AMBIENTAIS

Hipóteses Assumidas

Recomendação:



**9ª Reunião do Grupo de Trabalho sobre
Emissão de Poluentes Atmosféricos por Fontes Fixas**

29 a 30/11/2010

PROPOSTA DO SETOR VIDRO

OBRIGADO