

ABIVIDRO

GESTÃO AMBIENTAL

GRUPO DE TRABALHO SOBRE PADRÕES DE EMISSÃO
DE AR

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

Outubro/2009

1. INTRODUÇÃO

A ABIVIDRO, através do **Grupo de Trabalho sobre Padrões de Emissão de Ar**, constituído por seus associados, e com o apoio do SINDIVIDROS, objetivando subsidiar tecnicamente os Órgãos Governamentais na elaboração de normas técnicas para controle da poluição do ar gerada pelo setor vidreiro, realizou o **2º INVENTÁRIO NACIONAL DOS FORNOS DE FUSÃO DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO**; tal **Inventário** abrangeu a maioria dos fornos, atualmente ativos, cujas capacidades podem causar impacto negativo significativo na Qualidade do Ar das Regiões em que estão operando. Segue no Anexo I a Relação das Empresas Participantes do Inventário.

Os dados obtidos no Inventário (ver questionário utilizado no AnexoII), principalmente os resultados do monitoramento das emissões à atmosfera realizado nos anos de 2007/08/09 de Material Particulado (MP), Óxidos de Enxofre (SO_x) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x), são fundamentais para balizar os limites máximos de emissão desses poluentes para fornos em operação, que poderão ser estabelecidos futuramente pelo CONAMA.

Cumprе salientar que a ABIVIDRO desenvolveu durante os anos 2006/2007 trabalho semelhante junto aos associados, cujos resultados positivos para a indústria do vidro estão expressos no ANEXO X da **Resolução CONAMA nº 382 de 28.12.2006**. (Limites de Emissão Atmosférica para Novos Fornos de Fusão de Vidro).

2. ANÁLISE GERAL DOS DADOS

Mantendo o sigilo das informações fornecidas pelas empresas, podemos destacar os seguintes dados gerais do inventário realizado:

1. 16 (dezesseis) empresas responderam o questionário, abrangendo um total de 42 (quarenta e dois) fornos, com uma produção estimada de 9.500 t/d de vidro fundido, distribuídas em 6 (seis) Estados do Brasil: Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo; neste último Estado concentra-se cerca de 62% (sessenta e dois por cento) dos fornos inventariados;
2. Cerca de 86% (oitenta e seis por cento) do total de fornos utilizam gás natural e a maioria destes receita soda cal, e a porcentagem média de caco utilizado por forno é de 32% (trinta e dois por cento); 16 (dezesseis) fornos são do tipo *end port*, 15 (quinze) são *side port*, 8 (oito) são *oxi-combustível* e 3 (três) são *unit melter*, sendo que a vida média dos fornos inventariados é de cerca de 8 (oito) anos;
3. Praticamente 86% da produção de vidro no país está concentrada na fabricação de vidro plano e embalagem, predominando a primeira;
4. Todos os fornos estão providos de sistemas de abatimento de emissões tanto primários (redução da geração dos poluentes) como secundários (controle das emissões dos poluentes gerados); 25 deles utilizam SPA – Sistemas Primários de Abatimento, e os restantes 17 SSA – Sistemas Secundários de Abatimento. Entre os SSA estão instalados 18 Precipitadores Eletrostáticos, 14 Lavadores Úmidos, 1 Lavador Seco e 2 Filtros de Manga;

3. ANÁLISE ESPECÍFICA DOS DADOS

3.1. Por tipo de vidro fabricado

As Tabelas nºs 01, 02, 03, 04, a seguir apresentadas, contém os dados do inventário, relacionados com as médias das emissões geradas pelos fornos de fusão de vidro, respectivamente, plano, embalagens, doméstico e especiais; para cada forno está especificado o tipo de forno e o combustível utilizados, e a sua capacidade nominal, bem como algumas características do tipo de vidro plano fabricado e do sistema de abatimento de emissões implantado.

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
			t/d	kg/tvf	kg/tvf	kg/tvf	
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); GN+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 (SUA); Umidade (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% "tipos" utiliza oxi-combustível com emissões de NOx inferiores a cerca de **1,0 kg/tvf**; 6 (seis) estão localizados no Estado de São Paulo e 2 (dois) no Rio de Janeiro.

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	vi+vcol; LU+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

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 utiliza 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;

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

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	
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; borossilicato
VD-5	unit-melter	OC	63	0,06	1,07	0,94	vi+vcol; PE+LU
VD-6	end port	OC	40	0,46	0,02	-	vi; LU

*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

Sistemas de Abatimentos das Emissões - Sistemas Primários de Abatimento (SPA); Sistema Secundários de Abatimento (SSA):

*4 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 em Minas Gerais, 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.

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	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

Sistemas de Abatimentos das Emissões - Sistemas Primários de Abatimento (SPA); Sistema Secundários de Abatimento (SSA):

*4 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.

3.2. Por tipo de poluente emitido

As Tabelas nºs 05, 06 e 07 a seguir apresentadas neste documento demonstram uma consolidação dos dados de emissões, respectivamente, para MP, SO_x e NO_x nos fornos de fusão de vidro plano, de vidro de embalagens, e de vidro doméstico; não foram incluídos na mesma os dados de emissões dos fornos de fusão de vidros especiais face as especificidades de cada um dos tipos inventariados, dificultando uma análise estatística coerente.

Através destas 3 (três) tabelas pode-se constatar que as emissões de SO_x dos fornos existentes, incluindo os fornos de fusão de vidros especiais (ver tabela nº 04), já se enquadram nos Limites Máximos de emissão, respectivos, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 382/06; por outro lado está evidenciado nas mesmas tabelas que haverá grandes dificuldades técnicas e tecnologias para atendimento dos limites máximos, estabelecidos pela MP e NO_x na referida Resolução, pela utilização de Sistemas Primários de Abatimento de Emissões.

Por outro lado a implementação nos fornos de fusão de vidro existentes, tanto de Sistemas Primários quanto de Sistemas Secundários de Abatimento, exigirá transformações principalmente no projeto de engenharia do forno, nos materiais refratários e nas técnicas de combustão, que em conjunto somente poderão ser implantadas quando da reconstrução dos fornos; esta situação é ainda mais crítica para o abatimento de MP, uma vez que já todos os fornos de fusão existentes adotam as práticas comuns de abatimento primário.

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	0,13	0,67	0,57	0,67	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	3,13	1,21	6,95	3,90	1,90	5,13
Colorido *3	-			3,28	0,34	10,58	8,14	6,38	9,72
inc *2 ou col *3	5,30	4,65	9,40	3,59	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

4. CONCLUSÕES

- 4.1. 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;
- 4.2. 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;
- 4.3. 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.**

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

QUESTIONÁRIO

Observação: Preencher uma folha separada para cada forno

1. Nome Completo da Empresa

2. Endereço da Empresa ^{*1}:

3. Designação do Forno a Ser Informado ^{*2}

4. Parâmetros Gerais a Serem Informados:

4.1. **Capacidade Nominal do Forno** _____ t/d;

4.2. Tipo de Forno:

side port (); end port (); unit melter (); oxyfuel ().

4.3. Cor do Vidro

vidro claro/incolor (); vidro colorido ()

4.4. Tipo de Vidro ^{*4}

Doméstico (); Plano (); Embalagem (); Especial: lâmpadas (), Especial: fibras de vidro isolantes e isoladores elétricos ();

Outros (especificar) () _____

4.5. Combustível Utilizado

Gás Natural (); Óleo Combustível ();

Misto: (especificar porcentagens usuais () _____

4.6. Receita

sodacal (); borossilicato ()

4.7. Sistema de Abatimento de Material Particulado

Primário *⁵ () ; Secundário *⁶ ()

- Caso Secundário:
Precipitador Eletrostático () ; Outro (especificar) () _____
- Caso o Precipitador Eletrostático esteja acoplado a mais de um forno, especificar:

4.8. Sistema de Abatimento de Óxidos de Enxofre

Lavador Úmido ou Seco () ; outro (especificar) () _____

- Caso lavador úmido ou seco:
solução alcalina () ; só água () ; outro (especificar) () _____

5. Parâmetros Sobre as Amostragens a Serem Informados em quilos do poluente por tonelada de vidro fundido (Kg/tvf)

Poluente	2007			2008			2009			Observações
MP										
SO _x										
NO _x										

Observação à Tabela: (1) cada amostragem realizada deverá ser apresentada separadamente; tendo sido coletada 3 (três) amostras, o valor a ser informado deverá ser, desprezado o pior, a média dos 2 (dois) restantes; (2) no caso de NO_x, apresentar a média das 9 (nove) coletas realizadas, e os valores máximos e mínimos entre os 9 (nove) avaliados; (3) face a Resolução 382/06 do CONAMA dever-se-ia ter amostrado cada forno 3 (três) vezes ao ano; não tendo assim ocorrido, apresentar o realizado, e no caso de mais do que 3 (três) amostragens no ano, eliminar a pior.

6. Nome e Cargo/Função do Profissional Responsável pelo Preenchimento, e

Telefones para Contato:

7. Asteriscos

- *1 – No endereço fornecido deverá constar nome e número do logradouro, Município, e Estado.
- *2 – Havendo mais de 1 (um) forno, utilizar a designação de cada um utilizada pela empresa.
- *3 – Utilizar as definições de vidro claro (incolor) e vidro colorido utilizadas na Proposta de Resolução/Anexo/Versão 5, encaminhada ao Coordenador/CONAMA.
- *4 – Caso o forno seja utilizado para mais de um tipo de vidro, ex: Doméstico ou Embalagem, este fato deve ser acusado na Tabela em "observações" referente ao uso na amostragem realizada; também deve ser acusada a coloração do vidro durante a amostragem.
- *5 – Os Sistemas Primários de Abatimento referem-se às medidas praticadas no processo de fusão, desde a preparação e formulação da matéria-prima, até a saída do vidro fundido (controle de temperatura da chama; tipo de maçarico utilizado; engenharia do forno; apoio elétrico; etc...).
- *6 - Os Sistemas Secundários de Abatimento incluem os Equipamentos de Controle de Poluição do Ar tipo filtros, precipitadores eletrostáticos, lavadores úmidos ou secos, etc...