

**Limites de emissão para poluentes atmosféricos gerados em processos de geração de calor a partir da combustão de derivados da madeira.**

Aprovado em 15/10/04

**Artigo 1** - Ficam aqui definidos os limites máximos para a emissão de poluentes atmosféricos gerados em processos de geração de calor a partir da combustão de derivados de madeira.

**Parágrafo único:** os limites aplicam-se apenas às fontes industriais (rever a redação)

**Artigo 2** - Para aplicação deste anexo devem ser consideradas as seguintes definições dos termos:

Aprovado em 15/10/04

Processo de geração de calor - Qualquer forno ou caldeira utilizados em processo de queima de derivados da madeira, cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto processado,

Aprovado em 15/10/04

Derivados de madeira – Madeira em forma de lenha, cavacos, serragem, pó de lixamento, casca, aglomerado, compensado ou MDF e assemelhados, que não tenham sido tratados com produtos halogenados, revestidos com produtos polimerizados, tintas ou outros revestimentos,

Aprovado em 15/10/04

Plena carga – Condição de operação em que é utilizada pelo menos 90% da capacidade nominal.

Aprovado em 15/10/04

Capacidade nominal - Condição máxima de operação da unidade de geração de calor para o qual o equipamento foi projetado, determinado em termos de potência térmica, com base no poder calorífico inferior (PCI), calculado a partir da multiplicação do PCI do combustível pela quantidade máxima de combustível queimada por unidade de tempo.

Aprovado em 15/10/04

Condições Típicas de Operação - Condição de operação da unidade de geração de calor que prevalece na maioria das horas operadas.

Aprovado em 15/10/04

Condições Normais de Temperatura e Pressão -  $t=0^{\circ}\text{C}$ ,  $p=1013\text{ mbar}$ .

**Artigo 3** - Ficam estabelecidos os seguintes limites de emissão para poluentes atmosféricos gerados em processos de geração de calor a partir da combustão de derivados da madeira:

## Proposta para discussão – Sub-grupo do Paraná

Potência térmica nominal (MW)	MP*	NO <sub>x</sub> (como NO <sub>2</sub> )*
Até 10	280*	-
Entre >10 e ≤70	260*	650
>70	150*	350*

\* Aprovado em 24.02.05 – rever justificativas - FEPAM

\* todos os resultados devem ser expressos na unidade de concentração mg/Nm<sup>3</sup>, em base seca e corrigidos a 8% de oxigênio.

Aprovado em 15/10/04

Parágrafo 1º - Em teste de desempenho de novos equipamentos, o atendimento aos limites estabelecidos deverá ser verificado nas condições de plena carga.

Parágrafo 2º – Na avaliação periódica, o atendimento aos limites estabelecidos poderá ser verificado em condições típicas de operação, a critério do órgão ambiental.

Discutido em 24.02.2005

Parágrafo 3º – Para sistemas com potência de até 10 MW, poderá o órgão ambiental aceitar a avaliação periódica da concentração de material particulado através da opacidade, sendo que neste caso, o valor máximo permissível para a emissão deste poluente não deverá exceder o padrão I da Escala de Ringelmann, exceto por um período que totalize 10 minutos, ao longo de 24 horas do dia; (Sub coordenação Paraná - Rever o texto, compatibilizar Ringelmann com emissões)

Parágrafo 4º – Para sistemas com potência de até 10 MW, poderá o órgão ambiental aceitar o monitoramento periódico apenas de monóxido de carbono, sendo que neste caso, o valor máximo permissível para a emissão deste poluente será o estabelecido na seguinte tabela

Potência térmica nominal (MW)	CO*
≤0,05	6500
Entre >0,05 e ≤0,15	3250
Entre >0,15 e ≤1,0	1700
Entre >1,0 e ≤10	1300

\* todos os resultados devem ser expressos na unidade de concentração mg/Nm<sup>3</sup>, em base seca e corrigidos a 8% de oxigênio.

Aprovado em 15/10/04

**Artigo 4** - As atividades ou fontes emissoras de poluentes deverão contar com a estrutura necessária para a realização de amostragem e/ou determinação direta de poluentes em dutos e chaminés, de acordo com metodologia normatizada ou equivalente aceita pelo órgão de controle ambiental.

Aprovado em 15/10/04

**Artigo 5** – Na ocorrência de duas ou mais fontes cujo lançamento final seja efetuado em duto ou chaminé comum, as medições devem ser feitas individualmente.

Ver modificações da fórmula conforme novos limites acima sugeridos em 15/10/04

Parágrafo único – Caso houver impossibilidade de realização de medições individuais de acordo com a metodologia normatizada ou equivalentes aceita pelo órgão de controle ambiental, estas poderão ser efetuadas no duto ou chaminé comum e os limites de emissão devem ser ponderados individualmente com as respectivas potências térmicas nominais das fontes em questão para o cálculo do novo limite de emissão resultante conforme o exemplo a seguir:

$$LE_{res} = \frac{\sum_{i=1}^n PN_i * LE_i}{\sum_{i=1}^n PN_i}$$

LE<sub>res</sub> = limite de emissão resultante

PN = potência térmica nominal

LE = limite de emissão individual

Exemplo

Caldeira 1 – potência térmica nominal = 5 MW e LE = 520 mg/Nm<sup>3</sup> para MP

Caldeira 2 – potência térmica nominal = 35 MW e LE = 260 mg/Nm<sup>3</sup> para MP

$$LE_{res} = \frac{5 * 520 + 35 * 260}{5 + 35} = 292,5 \text{ mg / Nm}^3$$

Aprovado em 15/10/04

**Artigo 6** - O lançamento de efluentes à atmosfera deverá ser realizado 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.

Aprovado em 15/10/04

**Artigo 7** - Em função das características locais da área de influência da fonte emissora sobre a qualidade do ar, o órgão ambiental competente poderá estabelecer limites de emissão mais restritivos, inclusive considerando a alternativa de utilização de combustíveis com menor potencial poluidor.

**Justificativa para os limites.**

Para a determinação dos limites dos poluentes levou-se em consideração o seguinte:

**Quanto ao escalonamento da potência térmica nominal:**

1. Já existe um consenso do grupo técnico do CONAMA que trabalha com caldeiras e fornos a óleo que as instalações de geração de calor podem ser divididas em três grupos: pequenas (0 - 10 MW), médias (>10 - 70 MW) e grandes (> 70 MW). Este consenso foi mantido nesta proposta.
2. Quanto aos limites alternativos propostos para CO na categoria das pequenas instalações (até 10 MW) justifica-se uma divisão nos grupos pequeno 1 (até 0,05 MW), pequeno 2 (>0,05 até 0,15 MW), pequeno 3 (>0,15 até 1,0 MW) e pequeno 4 (>1,0 até 10 MW), devido à crescente dificuldade de se manter uma condição de queima completa nestas instalações que está correlacionada com a redução da potência térmica da fornalha. As categorias até 1 MW são consideradas fontes de porte não-industrial. Os equipamentos são considerados de porte industrial a partir de 1 MW de potência térmica.

**Quanto ao estabelecimento de poluentes considerados:**

1. Os poluentes primários do processo são Material Particulado (MP) e Óxidos de Nitrogênio (NOx). O CO não é um poluente primário do ponto de vista do seu impacto ambiental, mas é um indicador para a qualidade da queima e logo para todos os problemas correlacionados com uma queima incompleta, tais como emissão de cheiro, fuligem e hidrocarbonetos. Portanto, o CO é importante porque através dele é possível controlar esses com uma medição simples. Este tipo de controle pode ser facilmente realizado pelos próprios operadores das caldeiras e pelos órgãos ambientais.
2. Foi estabelecido um limite de MP para todas as três faixas de potência. Na primeira categoria, até 10 MW, o órgão ambiental pode aceitar o monitoramento de CO em lugar do MP pela maior facilidade e menor custo da medição. No caso das instalações não-industriais (até 1 MW) geralmente é impossível fazer uma amostragem de MP de acordo com as normas pertinentes para o amostrador isocinético. Deve ser aceito nestes casos uma medição simplificada da emissão de MP ou, alternativamente, aceito apenas o limite de CO.
3. Foi estabelecido um limite de NOx nas categorias média e grande. Na categoria até 10 MW não há necessidade de se estabelecer um limite de NOx porque estas instalações emitem geralmente concentrações baixas de NOx, na faixa de 200 mg/Nm<sup>3</sup>. A condição de queima incompleta muitas vezes encontrado nestas instalações de pequeno porte caracterizada por uma temperatura baixa faz com que as emissões de NOx são baixas. As melhorias para estes casos devem providenciar em primeiro lugar uma queima mais completa que por sua vez resulta numa emissão maior de NOx. Por isso não seria viável estabelecer um limite baixo de NOx. Ao outro lado, também não seria o intuito de se estabelecer limites maiores e portanto facilmente passíveis de atendimento e apenas acrescentando uma demanda de medições adicionais.
4. Devido à baixa concentração de SOx nos gases da queima de derivados da madeira, não há necessidade de se estabelecer um limite de emissão para este poluente.

**Quanto ao estabelecimento de limites de emissão de MP:**

1. A emissão bruta de MP de uma queima de biomassa fica na faixa de 1300 até 9750 mg/Nm<sup>3</sup> – (Air Pollution Engineering Manual, 1992). Uma outra fonte informa uma média para emissão bruta de MP para resíduos de madeira na indústria de papel e celulose em torno de 2800 – 3200 mg/Nm<sup>3</sup> (CPRH/GTZ: Roteiro complementar de Licenciamento e Fiscalização, 1998). A queima de lenha leva a emissões mais baixas do que a queima de material fragmentado, tipo serragem e bagaço. Instalações até 10 MW mostram um arraste menor de material particulado devido a falta de exaustão forçada em muitos casos. Estima-

se, portanto, que as emissões das instalações até 10 MW se encontram mais perto do limite inferior da faixa acima citada ( $1300 \text{ mg/Nm}^3$ ) enquanto as maiores apresentam emissões brutas superiores em função do combustível e das condições de turbulência na fornalha. Partindo do fato que 80% desta emissão pode ser facilmente removida por câmaras de sedimentação e ciclones, justifica-se uma concentração de  $520 \text{ mg/Nm}^3$  para a faixa de instalações até 30 MW. Para instalações da categoria média (30 – 70 MW), passa a ser viável o abatimento da emissão de MP com medidas secundárias mais eficientes (lavagem de gases, filtração, multi-ciclones, precipitadores). Os resultados disponíveis no IAP, a nota técnica NT-15 da Cetesb de fevereiro de 1990 mostram uma faixa entre 72 e  $615 \text{ mg/Nm}^3$  com uma média de  $236 \text{ mg/Nm}^3$  (10 registros do IAP) e  $260 \text{ mg/Nm}^3$  (45 registros da Cetesb) utilizando equipamentos aprovados e disponíveis no mercado nacional, tipo lavadores, ciclones ou multi-ciclones ou uma combinação destes equipamentos. O valor de  $260 \text{ mg/Nm}^3$  corresponde com a média dos registros do levantamento da Cetesb do período entre 1984 - 1989.

2. Devido ao impacto significativo das grandes instalações justifica-se um limite de  $150 \text{ mg/Nm}^3$  na categoria grande. O atendimento deste limite exige muitas vezes a instalação de uma combinação de estágios de remoção. As melhores instalações do Paraná emitem hoje na faixa de 65 -  $130 \text{ mg/Nm}^3$  a 8%. Na Europa, o limite na faixa de 50 - 100 MW é de  $43 \text{ mg/Nm}^3$  a 8% de oxigênio.

#### Quanto ao estabelecimento de limites de emissão de CO:

1. Um queima completa exige os quatro T:

- Temperatura
- Tempo de residência
- Turbulência
- Teor de Oxigênio

Se falta uma dessas condições, a queima fica incompleta. A dificuldade de garantir os quatro T fica cada vez maior com a redução do tamanho da instalação. O regulamento alemão para pequenas instalações (1. BImSchV, 1997) prevê para a queima de madeira as 4 faixas de potência com os respectivos limites para CO citados no artigo 3º desta proposta, com exceção da faixa de entre  $>0,15$  e  $<10 \text{ MW}$ , onde o regulamento alemão diferencia entre  $>0,15$  e  $<0,5 \text{ MW}$ , para o qual vale um limite de  $1625 \text{ mg/Nm}^3$ , entre  $>0,50$  e  $<1,0 \text{ MW}$ , para o qual vale um limite de  $813 \text{ mg/Nm}^3$  de CO e a faixa industrial de  $>1$  e  $<50 \text{ MW}$  com um limite de  $325 \text{ mg/Nm}^3$  conforma a tabela seguinte.

Potência térmica nominal (MW)	legislação alemã		Proposta Brasil
	CO*	Fonte	CO*
$\leq 0,05$	6500	1. BImSchV, §6,2b	6500
Entre $>0,05$ e $\leq 0,15$	3250	1. BImSchV, §6,2b	3250
Entre $>0,15$ e $\leq 0,50$	1625	1. BImSchV, §6,2b	1700
Entre $>0,50$ e $\leq 1,0$	813	1. BImSchV, §6,2b	1700
Entre $>1,0$ e $\leq 10$	325	TA-Luft, 1986	1300
Entre $>10$ e $\leq 50$	325	TA-Luft, 1986	-

\* todos os resultados devem ser expressos na unidade de concentração  $\text{mg/Nm}^3$ , em base seca e corrigidos a 8% de oxigênio.

2. Os dados de emissão de CO de pequenas instalações do Paraná (até 10 MW) mostram que muitos hoje ainda não atendem ao limite de  $1300 \text{ mg/Nm}^3$ . Dados coletados por empresa de serviços de medição do Paraná, revelam valores numa faixa entre  $<100$  até  $>20.000$  para CO. No entanto, 13 das 17 indústrias deste levantamento atendem ao valor de 1300 e 4 não.

É importante ressaltar que os valores acima de 1300 mg/Nm<sup>3</sup> foram geralmente obtidas em caldeiras antigas, desprovidas de equipamento de controle. A falta de controle das emissões em combinação com um combustível úmido e uma falta de instrução do pessoal de operação só pode gerar um resultado insatisfatório para o meio ambiente. É justo exigir que estas instalações sem ou com muito pouco controle das emissões utilizem um combustível seco e menos problemático que permite o atendimento ao limite de 1300 mg/Nm<sup>3</sup>.

**Quanto ao estabelecimento de limites de emissão de NOx:**

1. Para as instalações pequenas, a taxa de emissão de NOx é muito baixa, o que torna seu monitoramento não prioritário.
2. Para as instalações médias e grandes, as emissões ficam na faixa entre 260 e 650 mg/Nm<sup>3</sup> quando o combustível não contém quantidades significativas de Nitrogênio. No caso de certos tipos de aglomerado as emissões de NOx podem chegar a valores até 1000 mg/Nm<sup>3</sup>. A adequação desta proposta para a queima de bagaço, onde o limite de emissão de NOx é de 464 mg/Nm<sup>3</sup> não se justifica porque este inviabilizava praticamente a queima de aglomerado e compensado, expressamente permitido neste anexo. A faixa entre 464 e 650 mg/Nm<sup>3</sup> serve como folga para permitir o uso de aglomerado e compensado como combustível.
3. A existência de um limite de NOx é importante porque nas instalações de médio e grande porte pode haver queima junto com outro tipo de combustível. Neste caso é necessário calcular o limite de emissão através da média ponderada dos limites individuais usando a energia fornecida por cada combustível para a ponderação. Portanto é necessária a definição do limite de NOx para derivados de madeira.