

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

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, independente da localização da fonte emissora.

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

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;

Derivados das madeira – Resíduos de 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 polímerizados ou tinta ou quaisquer tipos de revestimentos desconhecidos,

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

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.

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

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

Potência térmica nominal (MW)	MP*	NOx (como NO₂)*	SOx (como SO₂)*
Entre >1 e ≤10	730	-	-
Entre >10 e ≤70	520	650	-
>70	130	650	-

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

Proposta para discussão – Sub-grupo do Paraná

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.

Parágrafo 3º – 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 serão os estabelecidos 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/Nm³, em base seca e corrigidos a 8% de oxigênio.

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.

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.

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:

$$LE_{res} = \frac{\sum_{1}^{n} PN_n * LE_n}{\sum_{1}^{n} PN_n}$$

LE_{res} = limite de emissão resultante

PN = potência térmica nominal

LE = limite de emissão individual

Exemplo

Caldeira 1 – potência térmica nominal = 5 MW e LE = 730 mg/Nm³ para MP

Caldeira 2 – potência térmica nominal = 35 MW e LE = 520 mg/Nm³ para MP

$$LE_{res} = \frac{5 \cdot 730 + 35 \cdot 520}{5 + 35} = 546,3 \text{ mg} / \text{Nm}^3$$

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.

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, 1 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. Neste caso deve ser atendido apenas o limite de CO.
3. Foi estabelecido um limite de NOx nas categorias média e grande. Na categoria 1 até 10 MW não há necessidade de se estabelecer um limite de NOx porque estas

instalações emitem geralmente concentrações baixas de NO_x, na faixa de 200 mg/Nm³. A condição de queima incompleta muitas vezes encontrado nestas instalações de pequeno porte caracterizada por uma temperatura baixa faz com que as emissões de NO_x 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 NO_x. Por isso não seria viável estabelecer um limite baixo de NO_x. 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 SO_x 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/Nm³ – (Air Pollution Engineering Manual, 1992). A queima de lenha leva a emissões mais baixas do que a queima de material fragmentado, tipo serragem e bagaço. Uma outra fonte informa uma média para emissão de MP para resíduos de madeira em torno de 3640 mg/Nm³ (CPRH/GTZ: Roteiro complementar de Licenciamento e Fiscalização, 1998). 80% desta emissão pode ser facilmente removida por câmaras de sedimentação e ciclones. Portanto, justifica-se uma concentração de 730 mg/Nm³ para a faixa de instalações pequenas. Para instalações da categoria média, 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 indicam que a grande maioria das unidades instaladas atendem hoje ao limite de 520 mg/Nm³ utilizando equipamentos aprovados e disponíveis no mercado nacional, tipo lavadores, ciclones ou multi-ciclones ou uma combinação destes equipamentos. Dados coletados por empresa de serviços de medição, revelam valores de 80 a 480 mg/Nm³ a 8% de O₂, para 10 indústrias, queimando derivados de madeira na faixa de potência de 10 a 50 MW.
2. Devido ao impacto significativo das grandes instalações justifica-se um limite de 130 mg/Nm³ 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 50 - 100 mg/Nm³ a 11%. Na Europa, o limite na faixa de 50 - 100 MW é de 50 mg/Nm³ a 6% 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 <10MW, onde o regulamento alemão diferencia entre >0,15 e <0,5MW, para o qual vale um limite de 1625 mg/Nm³, entre >0,50 e <1,0MW, para o qual vale um limite de 813 mg/Nm³ de CO e a faixa industrial de >1 e <50MW com um limite de 325 mg/Nm³ conforma a tabela seguinte.

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

* todos os resultados devem ser expressos na unidade de concentração mg/Nm³, em base seca e corrigidos a 8% de oxigênio.

- 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 mg/Nm³. 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/Nm³ 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/Nm³.

Quanto ao estabelecimento de limites de emissão de NOx:

- Para as instalações pequenas, a taxa de emissão de NOx é muito baixa, o que torna seu monitoramento não prioritário.
- Para as instalações médias e grandes, as emissões ficam na faixa entre 260 e 650 mg/Nm³ 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/Nm³.
- 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.