



ESTUDO CIENTÍFICO DO **DIÓXIDO DE ENXOFRE**

EMISSÕES EM 20 ANOS POR TONELADA DE LIXO



PROTOCOLO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

CRIAÇÃO PRÓPRIA:

SÍMBOLO DA ECONOMIA SOLIDÁRIA



Potencialidades Administrativas e as Famílias
representa as pessoas que potencializam a produção e o consumo.



Globo
é o símbolo da economia mundial



Roda Dentada
simboliza a indústria, sendo uma geradora de riqueza. .



Cornucópica
é um símbolo representativo de fertilidade, riqueza e abundância. Hoje, simboliza a agricultura e o comércio



Folha de acanto
é um símbolo associado à ideia de triunfo, pureza, confiança e honestidade.

Site: www.certificadoramac28.com.br

Email: mac28arm@gmail.com

Contato: (61) 99528-1556

PEDRO DIAS PINTO

Sumário

1. Introdução.....	04
2. Dióxido de enxofre.....	05
3. Premissas técnicas usuais.....	05
4. Conversão estequiométrica.....	05
5. Enquadramento ambiental.....	06
6. Poluente massa gerada.....	06
7. Aplicação direta no projeto MVR ESG VRER empresas.....	06
8. Conclusão.....	08

1. Introdução

O dióxido de enxofre (SO₂) é um poluente atmosférico de elevada relevância ambiental e sanitária, tradicionalmente associado à queima de combustíveis fósseis e a processos industriais, mas também presente de forma significativa nos lixões e sistemas inadequados de disposição de resíduos sólidos urbanos. Sua geração ocorre principalmente em decorrência da oxidação de compostos sulfurados contidos nos resíduos, especialmente em materiais orgânicos, resíduos industriais misturados ao lixo urbano, produtos de limpeza, têxteis, borrachas e rejeitos com teor de enxofre.

Este estudo analisa as emissões cumulativas de dióxido de enxofre por tonelada de resíduo sólido urbano ao longo de um intervalo de 20 anos, período que corresponde ao ciclo médio de degradação e transformação química dos resíduos em lixões. O horizonte temporal de 20 anos permite capturar tanto as emissões iniciais, associadas a processos de combustão espontânea e oxidação acelerada, quanto as emissões tardias decorrentes da exposição prolongada dos resíduos às condições ambientais.

Embora o SO₂ não seja classificado como gás de efeito estufa, seu impacto ambiental é expressivo devido à sua contribuição direta para a formação de chuvas ácidas, a acidificação de solos e corpos hídricos, a corrosão de infraestruturas e a degradação da qualidade do ar, com efeitos adversos sobre a saúde humana, especialmente no sistema respiratório. Em lixões, essas emissões são agravadas pela ausência de controle, dispersando-se de forma difusa e contínua ao longo dos anos.

Ao quantificar as emissões de SO₂ por tonelada de resíduo em um horizonte de 20 anos, este estudo fornece subsídios técnicos para inventários de poluentes atmosféricos, avaliações de passivos ambientais, licenciamentos, políticas públicas e projetos ESG, permitindo evidenciar os benefícios ambientais da eliminação dos lixões e da adoção de sistemas adequados de tratamento e destinação final dos resíduos. A abordagem reforça que o controle das emissões de dióxido de enxofre está diretamente associado à eficiência da gestão de resíduos sólidos e à proteção da saúde pública e dos ecossistemas.

2. Dióxido de enxofre:

De forma técnica, conservadora e alinhada à literatura IPCC / engenharia sanitária, a produção de dióxido de enxofre (SO₂) por tonelada de resíduo sólido urbano (RSU) ao longo de um intervalo de 20 anos é muito baixa, pois o enxofre presente nos resíduos é majoritariamente convertido em sulfetos (H₂S) no ambiente anaeróbico dos lixões e aterros.

Ainda assim, é possível estimar fisicamente a fração que se oxida a SO₂ ao longo do tempo.

Origem do SO₂ em lixões

O enxofre orgânico e inorgânico do resíduo:

é reduzido a H₂S no interior do maciço, parte do H₂S migra para zonas oxigenadas, sofre oxidação parcial formando SO₂ na superfície.

3. Premissas técnicas usuais

Valores médios para RSU brasileiro:

I - Teor médio de enxofre no resíduo: 0,1% a 0,2% em massa

II - Valor técnico adotado: 0,15% de S

III - Enxofre por tonelada de resíduo:

IV - 1,5 kg de S/t

Fração do enxofre que efetivamente se converte em SO₂ ao longo de 20 anos:

I - 2% a 5% resto permanece como sulfeto, sulfato ou no chorume.

4. Conversão estequiométrica

Massa molar S = 32

Massa molar SO₂ = 64

1 kg de S = 2 kg de SO₂

Produção acumulada de SO₂ em 20 anos

Cenários técnicos:

Cenário conservador (baixo)

1,5 kg S × 2% = 0,03 kg S

SO₂ gerado: equivalente 0,06 kg/t em 20 anos

Cenário médio mais realista

$1,5 \text{ kg S} \times 3\% = 0,045 \text{ kg S}$

SO₂ gerado: equivalente 0,09 kg/t em 20 anos

Cenário superior

$1,5 \text{ kg S} \times 5\% = 0,075 \text{ kg S}$

SO₂ gerado: equivalente 0,15 kg/t em 20 anos

Valor técnico recomendado

Para pareceres técnicos, inventários ambientais e projetos ESG MVR / VRER:

Equivalente 0,1 kg de SO₂ por tonelada de resíduo em 20 anos.

5. Enquadramento ambiental

I - SO₂ não é GEE, mas:

II - Causa chuva ácida,

III - Corrosão,

VI - Impactos respiratórios,

VII - Degradação ambiental local.

VIII - Por isso, no seu modelo:

IX - Entra como poluente atmosférico secundário,

X - Reforça a justificativa ambiental para substituição de lixões por aterros controlados.

XI - Quadro-resumo (20 anos / t RSU)

5. Poluente Massa gerada

CO₂ biogênico equivalente a 460 kg

CH₄ equivalente a 160 kg

NH₃ equivalente 1,8 kg

SO₂ equivalente 0,1 kg

CO equivalente 0,04 kg

N₂O equivalente 0,004 kg

7. Aplicação direta no projeto MVR ESG VRER empresas.

Esse parâmetro pode ser usado para:

- I - Quantificação de passivos ambientais de lixões;
- II - Valoração de externalidades locais: odor, chuva ácida;
- III - Complementar manuais e pareceres ESG VRER;
- IV - Justificar engenharia reversa e controle ambiental.

A análise das emissões de dióxido de enxofre (SO₂) associadas à disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos em lixões, ao longo de um horizonte de 20 anos por tonelada de resíduo, evidencia que esse poluente representa um impacto ambiental persistente e cumulativo, diretamente relacionado à ausência de controle técnico, segregação de resíduos e manejo adequado da fração sulfurada presente no lixo urbano.

Os resultados indicam que, mesmo em concentrações relativamente inferiores quando comparadas a outros gases, o SO₂ exerce efeitos ambientais desproporcionais, sobretudo pela sua contribuição para a formação de chuvas ácidas, a acidificação de solos e corpos hídricos, a degradação da vegetação, a corrosão de infraestruturas urbanas e a deterioração da qualidade do ar. Em lixões, essas emissões ocorrem de forma difusa e recorrente, intensificadas por processos de combustão espontânea, queima irregular de resíduos e oxidação contínua de compostos sulfurados ao longo dos anos.

Sob a perspectiva da saúde pública, a exposição crônica ao dióxido de enxofre está associada a irritações respiratórias, agravamento de doenças pulmonares e aumento da vulnerabilidade de populações que vivem no entorno dos lixões, reforçando o caráter socioambiental do passivo gerado por esse tipo de disposição final. Assim, as emissões de SO₂ por tonelada de resíduo, acumuladas em 20 anos, configuram não apenas um impacto atmosférico, mas um problema estrutural de gestão ambiental e justiça social.

Dessa forma, a mitigação das emissões de dióxido de enxofre deve ser entendida como consequência direta da eliminação dos lixões, da implantação de sistemas de destinação ambientalmente adequados, da segregação correta de resíduos contendo enxofre e da adoção de práticas como reciclagem, tratamento térmico controlado e engenharia reversa. No contexto de inventários ambientais, políticas públicas e projetos ESG, a redução do SO₂ por tonelada de resíduo ao longo de 20 anos constitui um indicador relevante de eficiência ambiental, de proteção dos ecossistemas e de compromisso com a sustentabilidade e a saúde coletiva.