

# AVALIAÇÃO EM LABORATÓRIO DE AGENTES SUPRESSORES DE POEIRA<sup>1</sup>

Flaviani Marculano Marchesi<sup>2</sup>  
Adilson Bernardo da Silva<sup>3</sup>  
José Geraldo Pereira<sup>4</sup>  
Thiago Marchezi Doellinger<sup>5</sup>  
Adriano Marchezi<sup>6</sup>  
Anderson Pedruzzi<sup>7</sup>  
Grasiel Freire<sup>8</sup>  
João Luis Moreira<sup>9</sup>  
Jenifer Carvalho<sup>10</sup>  
Antônio Carlos Silva<sup>11</sup>

## Resumo

Os impactos causados pela concentração de material particulado acima dos limites estabelecidos pela legislação são a perda da visibilidade, alteração da qualidade do ar, danos à flora e fauna e efeitos na saúde humana. No caso de processos industriais, como na Samarco Mineração S/A, um dos controles da emissão de particulados em fontes difusas é a utilização de supressores químicos com objetivo de reduzir emissões visíveis durante o manuseio de pelotas. Este trabalho tem como objetivo avaliar potenciais agentes químicos supressores de poeira através da medição, em laboratório, da emissão de material particulado durante manuseio de pelotas de minério de ferro. Os equipamentos utilizados foram disco piloto de pelotamento, estufa, betoneira e analisador de concentração de partículas. Foram coletadas amostras no cortador das usinas de pelotização para composição de dois lotes de pelotas a serem aspergidas pelos supressores em solução com água. Alguns dos produtos testados nesta metodologia apresentaram bons resultados, destacando-se a glicerina, pelo seu desempenho técnico e baixo custo no mercado.

**Palavras-chave:** Supressor; Glicerina; Particulado.

## LAB TESTS WITH DUST SUPPRESSANTS

### Abstract

The impacts of particulate material concentrations above the limits established by the law are loss of visibility, change in air quality, damage to flora and fauna and human health effects. In the case of industrial processes, such as in Samarco, one of the controls over particulate emissions from diffuse sources is the use of chemical suppressors (designed to reduce visible emissions during handling of pellets). This study aims at evaluating, in the laboratory, the performance of several potential dust suppressants, through the measurement of dust emission, during handling of iron ore pellets. Some equipment were used to perform the tests as a pelletizer pilot disc, a cement mixer and a particulate concentration analyzer. Pellets for the test were collected in the sample cutters. Some of dust suppressants, which were tested in this method, showed good results, mainly the glycerin, because of its lab technical performance and the competitive cost.

**Key words:** Suppressor; Glycerin; Particulate.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 43º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 14º Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 1º Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 1 a 4 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheira Metalurgista, Laboratorista Química. Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>3</sup> Engenheiro Ambiental, Chefe de Equipe. Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>4</sup> Engenheiro de Minas, Engenheiro de Processo da Gerência de Engenharia de Processo, Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>5</sup> Engenheiro Metalurgista, Chefe de Departamento. Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>6</sup> Técnico em Química, Laboratorista Físico Metalúrgico. Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>7</sup> Técnico em Metalurgia, Técnico de Processo. Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>8</sup> Graduando em Engenharia de Produção, Laboratorista Físico-Metalúrgico. Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>9</sup> Engenheiro Metalurgista, Laboratorista Físico-Metalúrgico. Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>10</sup> Graduando em Engenharia de Produção, Estagiária da Gerência de Engenharia de Processo, Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

<sup>11</sup> Engenheiro de Minas, Analista de Meio Ambiente. Samarco Mineração, Unidade de Ponta Ubu, ES.

# 1 INTRODUÇÃO

A resolução nº 3 do Conama<sup>(1)</sup> considera como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que torne ou possa tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar público, danosos aos materiais, à fauna, e à flora, ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Os poluentes mais frequentes e que causam mais efeitos adversos ao meio ambiente são dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), ozônio (O<sub>3</sub>) e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>). O material particulado, poluente abordado nesse trabalho, é uma complexa mistura de partículas sólidas e líquidas, emitidas por fontes poluidoras primárias (naturais ou antropogênicas) ou secundárias (formadas na atmosfera). As fontes poluidoras naturais de material particulado podem ser também classificadas como pontuais (ex.: chaminés) ou difusas (ex.: abrasão e impacto de granulados durante seu manuseio, erosão eólica, queimadas etc.).<sup>(2)</sup>

Os impactos causados pelas concentrações de material particulado acima dos limites estabelecidos pela legislação ocasionam a perda da visibilidade, alteração da qualidade do ar, danos à flora e à fauna e efeitos nocivos à saúde humana.

No caso de processos industriais, como na Samarco Mineração, o controle da emissão de particulados em fontes pontuais se dá através de equipamentos que permitem a filtragem dos gases emitidos nos fornos de pelotização através de precipitadores eletrostáticos e pelos coletores de pó nos chutes de transferências dos transportadores de correia. Já em fontes difusas (ou fugitivas), aquelas geradas nas operações de empilhamento, recuperação e embarque de navios, são utilizadas várias formas de controle, como a aspersão de água, cinturão verde, Wind Fence, aspersão de pilha e enclausuramento de pontos de transferência. Outro controle para esse tipo de fonte emissora é a utilização de supressores químicos, como atendimento à condicionante de Licença de Operação da Samarco, LO 417/10, com o objetivo de reduzir emissões visíveis durante o manuseio de pelotas.

Visando essa redução, a Samarco desenvolveu um estudo e adota o uso de supressores químicos desde 2004/2005, como forma adicional do controle de emissão de particulado. A metodologia de avaliação de supressores, utilizada pela Samarco, deveria ser revisada para melhor representar o processo industrial.

Desta forma, para realizar um controle de qualidade desse processo e aumentar a eficiência, foi realizada uma bateria de testes com produtos de fornecedores distintos a fim de avaliar potenciais agentes supressores de poeira, obter mais de um produto/fornecedores homologados e avaliar o desempenho da glicerina como insumo supressor de poeira.

Os produtos testados foram polímeros e co-polímeros (acetato, vinílico, acrílico e etileno), hidrocarbonetos aditivados e a glicerina.

A glicerina é uma substância química versátil, utilizada como matéria prima básica para diversos tipos de indústria, tais como: umectante em cosméticos, tabaco, alimentos, remédios, lubrificantes, plastificantes, espessantes, componentes de tintas e vernizes e até na fabricação de explosivos.

A glicerina é obtida como co-produto da transesterificação de gorduras animais e vegetais que dá origem ao biodiesel. Essa reação se dá entre um álcool (etanol ou metanol) e a gordura, na presença de um catalisador, como hidróxido de sódio, de potássio ou outros compostos. O produto gerado é uma mistura de 3 moléculas de

éster (biodiesel), na proporção de 90% e uma molécula de glicerol, com 10% em massa, na saída do processo. O glicerol, mais pesada que o biodiesel, deposita-se no fundo do reator, formando uma mistura com resíduos do catalisador, álcool, água, sais e outras substâncias, que é denominada de glicerina bruta.<sup>(3)</sup>

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Preparação de Amostra de Pelotas

As amostras foram coletadas nos cortadores das usinas, de modo a se compor dois lotes de pelotas. O lote foi homogeneizado, quarteado e dele retirado uma amostra para teste de tamboramento. Cada amostra possuía 15 kg, sendo 50% na faixa granulométrica entre 16,00 e 12,5 mm e 50% na faixa entre 12,5 e 10 mm, para teste com réplica para a etapa de aspersão de cada um dos produtos supressores.

### 2.2 Aplicação do Produto

A amostra de pelotas já homogeneizada foi colocada em estufa por 80 minutos para que as pelotas atingissem uma temperatura de  $150 \pm 10^{\circ}\text{C}$ . Após ser retirada da estufa, a amostra foi peneirada e transferida para o disco que possui rotação de 7 rpm. A dosagem e diluição foram definidas e a solução preparada foi proporcional ao tamanho da amostra a ser maquiada. A solução foi inserida em uma pistola de ar comprimido com pressão de linha  $3,0 \text{ kgf/cm}^2$ . Antes de iniciar a aspersão, foi medida a temperatura da amostra. Desta forma, foi realizada, primeiramente, uma aspersão com água simulando a adição de *coating* no processo e, posteriormente, a aspersão da solução sobre as pelotas em rolagem com a pistola de ar comprimido e jato aberto, em movimentos longitudinais (para cima e para baixo) a uma distância de 20 cm em relação à amostra.

### 2.3 Simulação do Manuseio das Pelotas e da Emissão de Particulado

Os equipamentos utilizados foram uma betoneira, que simula a queda da pelota dos chutes (emissão de particulado por abrasão), uma mangueira acoplada na betoneira e o analisador de concentração de partículas E-Sampler (Figura 1).



Figura 1. Simulação de Manuseio e medição das emissões.

A amostra foi transferida para a betoneira e sua temperatura inicial foi medida. O sistema de captação foi posicionado na abertura da betoneira, e esta foi ligada a uma rotação aproximada de 10 rpm. O aparelho (E-Sampler) foi acoplado à

betoneira, através de uma mangueira, para leitura da concentração de particulado. A betoneira e o analisador foram ligados simultaneamente durante 10 minutos. As primeiras leituras são feitas a cada 10 segundos até o tempo de 2 minutos e, posteriormente, a leitura é feita a cada 1 minuto até o tempo de 10 minutos e anotados em planilha. Desta forma, a betoneira é desligada e a amostra retirada é descartada ou separada para uma segunda etapa. Ao final dos testes era realizada a limpeza da betoneira com vassoura, aspirador de pó e mangueira (compressor de ar).

Um monitor E-Sampler foi utilizado para medição das concentrações das partículas totais em suspensão (PTS), apresentado na Figura 2, fabricado pela Met One Instruments Inc., utilizando a metodologia *light scatter* ou difração de luz.



**Figura 2.** Detalhes do monitor E-Sampler.

No método *light scatter*, o analisador E-Sampler usa a fração de luz que se dispersa através da amostra de ar, que é forçada a passar por um feixe luminoso, o que possibilita a determinação em tempo real das concentrações de PTS. Uma bomba interna aspira a amostra de ar a uma vazão controlada (2l/m), que é bombardeada 40 vezes por segundo por uma fonte luminosa (diodo laser), situado em um dos extremos das câmaras de medição. No outro extremo existe um diodo fotovoltaico que converte a fração de luz recebida em sinal elétrico. Um valor de concentração é gerado a cada segundo e armazenado para composição das médias de intervalos desejados.

Após a passagem pela câmara de medição, o material particulado presente na amostra do ar deposita-se em um filtro específico para este fim (Figura 3), conforme recomendação do fabricante. Vale ressaltar que o equipamento de medição dispõe de um sensor de umidade relativa, que é programado para ligar o secador de amostra. Ao passar pelo tubo aquecido, caso existam gotículas de água, as mesmas se vaporizam, não causando interferência na medição.<sup>(4)</sup>



**Figura 3.** Papel de filtro do monitor E-Sampler.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emissão de poeira ocorre durante as etapas mais severas de manuseio das pelotas, que são a queda nos chutes de transferências dos transportadores de correia, pilha, porão do navio e atrito das pelotas com a roda de pá da recuperadora. O somatório de tempo que as pelotas estão sujeitas a emitir particulado por abrasão durante todo o percurso é inferior a dois minutos.

O gráfico da Figura 4 mostra a concentração de particulado até 2 minutos. Nota-se que em algumas situações, como o Supressor E e o Supressor I, a emissão de particulado começa antes de a betoneira entrar em movimento. Nestes casos, o filtro e a mangueira ficaram pretos, coloração diferente da apresentada pelos demais e durante a aplicação da solução no disco houve formação de uma fumaça branca. Segundo Cordoba (2011), essa fumaça está relacionada à queima de substâncias voláteis e pequena quantidade de álcool.

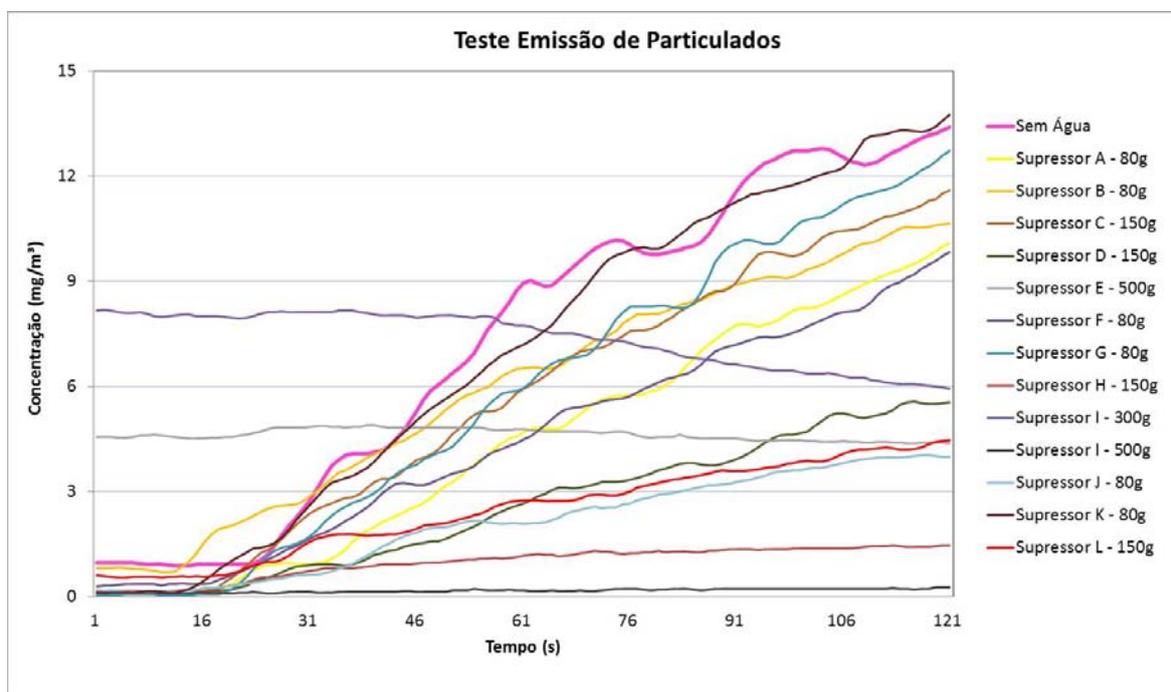


Figura 4. Teste com diferentes supressores.

As referências utilizadas para os testes foram pelotas sem água (cor rosa) e o supressor de poeira utilizado atualmente, Supressor A (cor amarela). Toda emissão acumulada igual ou superior à obtida com o uso do Supressor A é uma situação indesejável e, assim, os produtos que geraram tais emissões não foram considerados para as próximas etapas. Portanto apenas os produtos D, E, F, H, I, J e L poderiam ser recomendados para a próxima etapa.

No entanto, além dos resultados gerados, também foi considerado o custo com os supressores de poeira. Desta forma, o Supressor E (glicerina) foi o objeto de estudo e submetido a novos testes.

Nessa nova etapa do estudo, buscou-se maior representação da situação industrial, considerando também a umidade real das pelotas no pátio. A referência adotada, então, foi a emissão de particulados obtida com a pelota úmida (linha vermelha da Figura 5). O tempo de observação foi estendido até 10 minutos, para verificar a evolução do comportamento da glicerina diante da emissão inicial de fumaça.

A glicerina, nos dois primeiros minutos do teste, apresentou elevada emissão de particulado, conforme os estudos preliminares. Após este tempo, a emissão caiu drasticamente, apresentando melhor resultado que o supressor A (Figura 5).

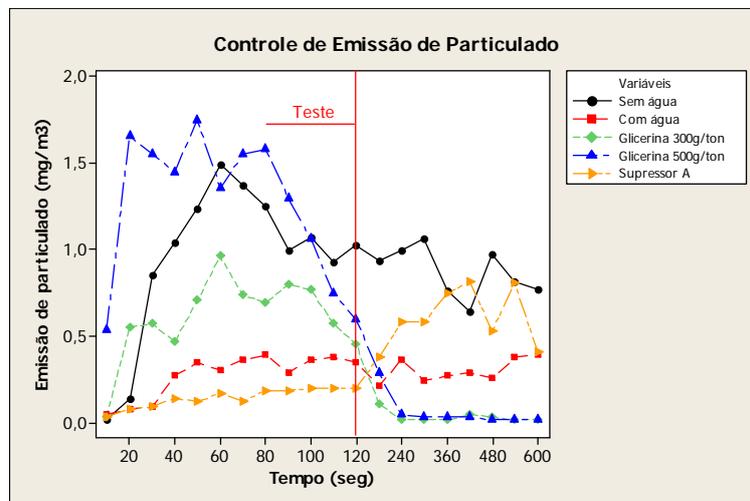


Figura 5. Teste com supressor glicerina.

Observou-se que a mudança de comportamento da glicerina, nas duas dosagens ocorria sempre no mesmo momento. O único parâmetro que mudava significativamente durante os testes era a temperatura. Outra constatação foi a de que maior dosagem de glicerina gerava maior emissão inicial. Diante disto, para comprovar a interferência da temperatura no insumo foi realizado um teste termogravimétrico (TGA), ilustrado na Figura 6.

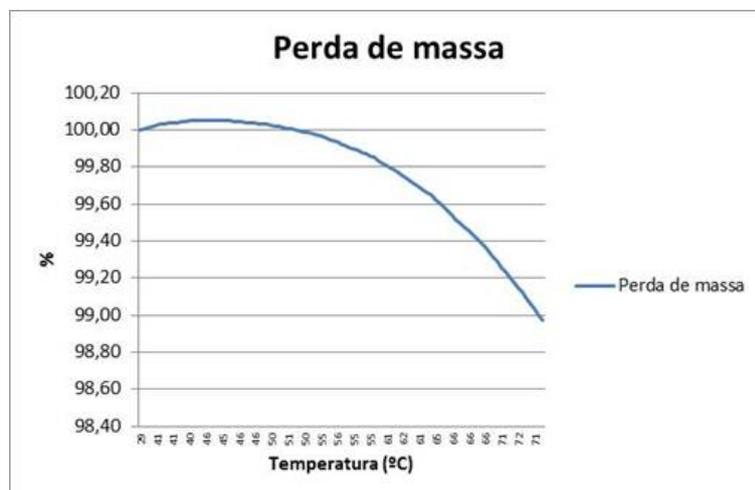


Figura 6. Análise de TGA.

A análise de TGA determinou a real temperatura para o teste do insumo supressor glicerina. Observou-se que, acima de 50°C, ocorria uma perda de massa que poderia ser medida como particulado pelo equipamento E-Sampler e, com isso, gerar uma falsa interpretação dos resultados.

Diante desta situação, para ratificar o resultado obtido na análise de TGA, foi aquecida uma solução com a glicerina a uma temperatura acima de 50°C. Os resultados mostraram que a fumaça gerada estava sendo detectado pelo analisador E-Sampler, o que dificultava a interpretação dos resultados.

Com base nas informações do efeito da temperatura e da dosagem, foi elaborado um novo teste com a glicerina. Utilizou-se, então, uma dosagem de 100g/ton, mantendo-se a temperatura das pelotas, durante a aspersão em 100°C, mas, realizando a medição de particulados somente após a temperatura baixar naturalmente para 50°C. O resultado pode ser visto na Figura 7.

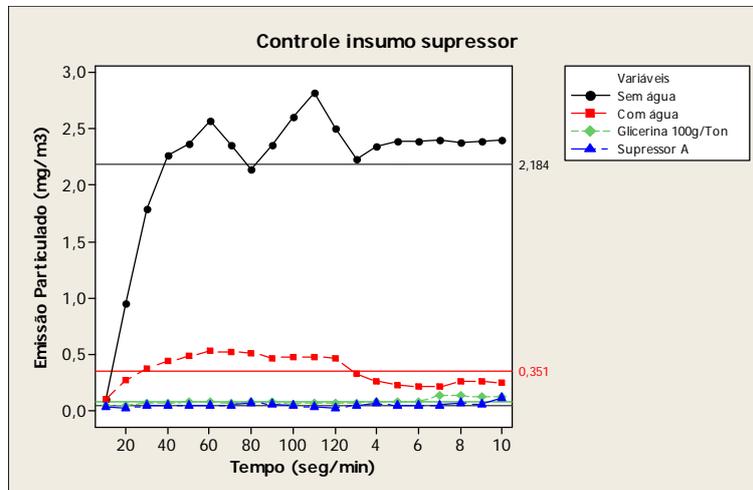


Figura 7. Teste com glicerina - dosagem 100g/ton.

A amostra foi dividida em quatro alíquotas iguais para testes: sem água, com água, glicerina 100g/ton e Supressor A.

A linha preta refere-se ao desempenho da pelota sem tratamento (sem água e sem polímero). A linha vermelha refere-se aos resultados da pelota apenas com água definida como padrão (quantidade necessária para acrescentar 2,2% de umidade na pelota). A linha azul é o desempenho do Supressor A, e a linha verde é a glicerina.

O insumo glicerina testado apresentou resultados satisfatórios, pois os valores ficaram abaixo da amostra com água determinada como padrão e similar ao supressor A.

## 5 CONCLUSÃO

Vários produtos foram identificados, em laboratório, como potenciais insumos supressores de poeira, destacando-se a glicerina, não só pelo seu desempenho técnico, mas também pela disponibilidade do produto no mercado, aliada a um custo competitivo.

## Agradecimentos

Registra-se aqui o agradecimento à Samarco, que permitiu a condução deste estudo. À contribuição da equipe das gerências de Engenharia de Processo, Compra de Insumos, Meio Ambiente, Tecnologia e Ecoeficiência que atuou para uma visão sistêmica ao estudo, fundamental à assertividade das análises. Por fim, aos laboratoristas e técnicos do laboratório da Samarco em Ponta Ubu, que se mostraram presentes e indispensáveis em todas as etapas do processo.

## REFERÊNCIAS

- 1 RESOLUÇÃO CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939
- 2 RESENDE, F. Poluição Atmosférica por Emissão de Material Particulado: Avaliação e Controle nos Canteiros de Obras de Edifícios. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007. 206p. (Dissertação, Mestrado em Engenharia Civil).
- 3 CORDOBA, A. Y. M. Estudo da Combustão Direta da Glicerina Bruta e Loira como Alternativa de Aproveitamento Energético Sustentável. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011, 261p. (Tese, Doutor em Engenharia Mecânica).
- 4 MET ONE INSTRUMENTS INC, E-Sampler Operation Manual, 11/11/2002.