

SOLUÇÕES DE MODERNIZAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NAS PLANTAS DE SINTERIZAÇÃO*

Ivan R. Jankov¹
Nelson Nobolo Hayash²

Resumo

Nas plantas de sinterização, os sistemas de despoeiramento são comumente instalados para atender os quesitos de proteção ambiental. Estes equipamentos precisam ser modernizados periodicamente devido aos seguintes motivos principais: limites de emissão mais restritivos exigidos pelos órgãos ambientais, mudança do processo que implica na inclusão de novos pontos de despoeiramento, ineficiências de operação e manutenção dos equipamentos, falhas no projeto original do sistema de despoeiramento. Neste artigo, apresentaremos diversas soluções de *retrofit/revamping* para exaustão primária da máquina de sinterização, bem como para despoeiramento de sistema de exaustão secundária e de pátio de matéria prima. As vantagens e desvantagens de cada solução serão analisadas utilizando-se experiência de projetos reais do grupo Hamon. Serão apresentadas também as últimas tendências tecnológicas que possibilitam controle de emissão de outros poluentes, tais como de SO_x, de metais pesados e de dioxinas/ furanos.

Palavras-chave: Reforma; Retrofit; Precipitador eletrostático; Filtro de mangas; Controle de poluição atmosférica; Emissões atmosféricas; Material particulado; Planta de sinter.

SOLUTIONS FOR MODERNIZATION OF AIR POLLUTION CONTROL SYSTEMS IN SINTER PLANTS

Abstract

In sinter plants, dedusting systems are commonly installed in order to meet the environmental protection requirements. This equipment needs a periodic modernization due to the following main reasons: more restrictive emission limit values demanded by the environmental permitting authorities, change in the process which induces a need for new dedusting points, inefficiencies in the equipment operation and maintenance, flaws in the original project of the dedusting system. In this article, we will present various solutions for retrofit / revamping of the primary sinter exhaust, as well as for the secondary sinter exhaust and material handling dedusting systems. The advantages and disadvantages of each solution will be analyzed using real-project experience from Hamon group. Latest technological trends, which enable emission control of other pollutants, such as SO_x, heavy metals and PCDD / PCDF, will also be presented.

Keywords: Revamping; Retrofit; Electrostatic precipitator; Fabric filter; Air pollution control; Atmospheric emissions; Particulate matter; Sinter plant.

¹ Físico, Ph.D., Coordenador, Engenharia de Aplicação- Controle de Poluição Atmosférica, Hamon do Brasil, São Paulo, SP, Brasil.

² Engenheiro naval, Diretor Geral, Hamon do Brasil, São Paulo, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Para atingir o bom desempenho da planta siderúrgica, os materiais a serem enviados para Alto Forno podem ser processados na planta de sinterização. Finos de minério, aditivos (por exemplo, cal, calcário) e materiais (que contém ferro) reciclados dos outros processos da planta são misturados com coque e são submetidos às altas temperaturas de 1300 a 1500°C numa grelha móvel, onde ocorrem vários processos químico-físicos, resultando num material fundido e aglomerado denominado como sinter.

Durante o processo, gera-se uma quantidade grande de gases que precisam ser tratados antes de serem liberados para atmosfera. As principais áreas cujas emissões precisam ser controladas são:

- Exaustão primária da máquina de sinter, ou seja, ar que passa pela camada de sinter e é captado nas caixas de vento abaixo da grelha e encaminhado para o tratamento. A quantidade de gás gerado no processo é aproximadamente 1500-2500 Nm³/h/t sinter (esta quantidade está relacionada com condições operacionais de cada planta) [1] e representa a principal fonte de emissão da planta de sinterização. Portanto, o gás a ser tratado nesta área é o gás de combustão de coque, misturado com gases de calcinação de matéria prima e diluídos com ar atmosférico, de temperatura variando entre 100 e 150°C, e o principal poluente atmosférico é o material particulado. Entretanto, outros poluentes, tais como gases ácidos (SO_x, HCl, HF e NO_x), mercúrio e dioxinas / furanos também estão presentes no gás.
- Exaustão secundária, que engloba diversos pontos após a máquina de sinter, ou seja, o final da grelha onde o sinter aglomerado é britado e peneirado (a quente), resfriador de sinter e peneiramento (a frio). Portanto, o gás proveniente desta área é o ar, de temperatura entre 60 - 100°C, e o principal poluente atmosférico é o material particulado.
- Pátio de matéria prima (também denominada como exaustão terciária), onde matérias são dosados para obter a composição desejada de mistura de sinter. Esta área também pode incluir os britadores de coque e de calcário. Para minimizar as emissões fugitivas, vários pontos do sistema (por exemplo, pontos de transferência de materiais, britadores, peneiras, alimentadores dos silos) precisam ser “sugados” e levados, via rede de dutos, até o sistema de controle de poluição atmosférica. Portanto, o gás proveniente desta área é o ar, de temperatura ambiente, e o principal poluente atmosférico é o material particulado.

Nota-se que os fluxos de gás da exaustão secundária e do pátio de matéria prima podem ser misturados antes de serem tratados no sistema de controle de poluição atmosférica, como também podem ser separados em fluxos quentes (o final da grelha e peneiramento a quente) e fluxos frios. Por sua vez, os gases da exaustão primária, por possuírem as características físico-químicas distintas e serem relacionados com a eficiência de processo de sinterização e não apenas com emissões atmosféricas, são tratados separadamente das outras fontes. A seguir, serão analisadas as características dos equipamentos mais comumente utilizados para controle de poluição atmosférica nas plantas de sinterização. Salienta-se que estes equipamentos precisam ser modernizados periodicamente e isto se deve aos seguintes motivos principais:

- Limites de emissão mais restritivos exigidos pelos órgãos ambientais;

- Mudança do processo que implica na inclusão de novos pontos ou relocação dos pontos existentes de despoeiramento;
- Ineficiências de operação e manutenção dos equipamentos;
- Falhas no projeto original do sistema de despoeiramento.

Na legislação brasileira, as emissões das fontes fixas (ou seja, medidas nas chaminés) de sinterização são determinadas pelas resoluções da CONAMA 382 (de 2006) e 436 (de 2011), para plantas novas e existentes, respectivamente. Em ambos os casos, para exaustão primária, os limites máximos de emissão (para gás seco e a concentração real de O₂) são:

- Material Particulado: 70 mg/Nm³, determinado como média diária;
- SO_x: 600 mg/Nm³, determinado como média diária;
- NO_x: 700 mg/Nm³, determinado como média diária;

e para todas as outras áreas (ou seja, exaustão secundária e pátio de matéria prima), o limite máximo de emissão (para gás seco e a concentração real de O₂) é:

- Material Particulado: 70 mg/Nm³, determinado como média diária.

Entretanto, no setor industrial no mundo todo, são exigidas as emissões cada vez mais restritivas. Como possível exemplo desta tendência, na União Europeia, para exaustão primária de sinter, os limites máximos de emissão (para gás seco e a concentração real de O₂) são:

- Material Particulado: ≤ 15 mg/Nm³ (quando se utilizam filtros de manga) e ≤ 40 mg/Nm³ (quando se utilizam precipitadores eletrostáticos), determinado como média diária;
- Mercúrio: ≤ 0,05 mg/Nm³, determinado como média de 30 minutos;
- SO_x: ≤ 500 mg/Nm³, determinado como média diária;
- NO_x: ≤ 500 mg/Nm³, determinado como média diária;
- Dioxinas / Furanos: ≤ 0,2 ng I-TEQ/Nm³ (quando se utilizam filtros de manga) e ≤ 0,4 ng I-TEQ/Nm³ (quando se utilizam precipitadores eletrostáticos), determinado como média de 6-8 horas;

e para todas as outras áreas (ou seja, exaustão secundária e pátio de matéria prima), o limite máximo de emissão (para gás seco e a concentração real de O₂) é:

- Material Particulado: ≤ 10 mg/Nm³ (quando se utilizam filtros de manga) e ≤ 30 mg/Nm³ (quando se utilizam precipitadores eletrostáticos), determinado como média diária.

As plantas siderúrgicas brasileiras estão modernizando os equipamentos de controle de poluição atmosférica. Entretanto, cada planta possui características próprias e para obter melhor custo-benefício do investimento, é necessário analisar um conjunto de fatores e não apenas “copiar” uma configuração da outra planta. Neste artigo, apresentaremos e analisaremos diversas soluções de *retrofit / revamping* para exaustão primária da máquina de sinterização, bem como para despoeiramento das outras áreas. Durante a apresentação oral do trabalho, os detalhes técnicos dos casos a seguir serão complementados com as imagens detalhadas dos sistemas de controle de poluição atmosférica, lay-out das plantas e diagramas de processo.

2 SISTEMAS DE CONTROLE DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NAS PLANTAS DE SINTERIZAÇÃO

Para controlar as emissões de material particulado os equipamentos utilizados nas plantas de sinterização são: Precipitador Eletrostático (PE) e Filtro de Mangas (FM). Salienta-se que, para estes equipamentos, os processos governando a captação de

particulado são completamente distintos. Apresentamos a seguir um breve resumo dos processos, com objetivo de entender as características, e conseqüentemente as limitações, de cada tecnologia.

No caso de PE, o gás com pó passa no campo elétrico, as partículas são carregadas negativamente e migram na direção das placas, com polaridade oposta, onde são coletadas. Periodicamente, as placas são batidas e o material se desprende e cai nas tremonhas, de onde é removido do sistema. A eficiência de processo é determinada pela resistividade do pó, ou seja, facilidade com que o material particulado é carregado e, conseqüentemente, a velocidade com que se desloca até as placas, bem como sua distribuição granulométrica (partículas menores podem absorver menos carga e, conseqüentemente, migram mais devagar até as placas). O pó de sinter apresenta uma resistividade alta, $10^{12} - 10^{13} \Omega \text{ cm}$, o que dificulta sua captura nos PEs. Além disso, os fatores determinados pela geometria do equipamento, tais como, razão L/H (comprimento total dividido por altura das placas), tempo de retenção, velocidade e uniformidade de distribuição do gás dentro de equipamento, precisam ser levados em consideração no projeto de um PE.

No caso de FM, o gás com pó entra nos compartimentos com as mangas. O gás passa entre as fibras do elemento filtrante. Algumas partículas (muito finas) conseguem passar também, mas a maioria é detida nas mangas. A parte superficial começa criar a camada que ajuda na filtração das partículas que chegam depois. Quando esta camada se torna muito espessa, o gás começa perder muita pressão para atravessar e é necessário limpar as mangas. Um pulso de ar (de dentro para fora das mangas) é gerado, o material se desprende e cai nas tremonhas, de onde é removido do sistema. Parte do particulado que se acomodou entre as fibras das mangas, não consegue sair durante o processo de limpeza e fica retido nas mangas. Conseqüentemente, depois de um certo período que normalmente varia entre 3 e 5 anos, esta quantidade de material “impregnado” aumenta de forma permanente, causando a perda de pressão no sistema, obrigando a troca das mangas. A eficiência do processo é determinada pela distribuição granulométrica do pó (partículas menores são filtradas com mais dificuldade). Além disso, os fatores determinados pela geometria do equipamento, tais como, relação ar-pano (área disponível de filtração) e velocidade ascendente (velocidade com qual o gás sobe dentro dos compartimentos, que influencia o tempo de decantação do pó nas tremonhas), são importantes. Em termos de tecnologia de limpeza, distingue-se dois tipos: alta / média pressão (pressão de pulso ar de 3 - 7 bar, gerado com compressores) e de baixa pressão (pressão de pulso ar de < 1 bar, gerado com sopradores tipo *roots*). Os sistemas de baixa pressão normalmente propiciam a maior vida útil das mangas.

Segue abaixo o resumo das principais vantagens / desvantagens das tecnologias de despoejamento utilizadas em plantas de sinterização.

Tabela 1 - Resumo das características das tecnologias de despoejamento

Parâmetro	Tecnologia		
	PE	FM – A/MP ^{a)}	FM – BP ^{b)}
Limite de emissão [mg/Nm ³]	≥ 30	≤ 30	≤ 30
Perda de pressão [mm c.a.]	~ 35	~ 180	~ 180
Custo de equipamento	\$\$\$\$	\$\$	\$\$\$
Custo de sistema de utilidade	-	\$\$ ^{c)}	\$ ^{c)}
Custo de Operação & Manutenção	\$	\$\$\$ ^{d)}	\$\$ ^{d)}

^{a)} Alta / Média pressão; ^{b)} Baixa pressão; ^{c)} considerando custos do sistema de limpeza das mangas (ar comprimido ou sopradores) e sua operação / manutenção; ^{d)} considerando custos das trocas periódicas das mangas.

Os outros poluentes (ou seja, SO_x, HCl, HF, NO_x, mercúrio/ metais pesados e dioxinas/ furanos), são gerados no processo de combustão e sinterização da matéria prima e, portanto, ocorrem apenas nos gases da exaustão primária da máquina de sinter. A quantidade é relacionada com composição química de material utilizado no processo. Nota-se que em muitas plantas siderúrgicas, os descartes gerados nos outros processos da planta são utilizados na sinterização não apenas para recuperar o conteúdo de ferro, mas como estratégia de destinação final de resíduos.

Portanto, para diminuir a geração dos poluentes através das medidas primárias, as boas práticas indicam o controle do tipo de material que entra em máquina de sinter [1]. Atenção especial é voltada para evitar a reciclagem das matérias primas contendo cloretos, já que estes influenciam na geração de dioxinas/ furanos e de HCl; este último, em combinação com o conteúdo alcalino das cinzas, gera pó de resistividade alta que, conseqüentemente, é difícil de ser capturado em PEs. Portanto, recomenda-se o descarte (não reciclar para o processo como o resto dos finos) do material coletado no(s) último(s) campo(s) de PE da exaustão primária, por possuírem altas concentrações de cloretos [1]. Para diminuir emissão de NO_x, normalmente são aplicadas as medidas primárias de uso de queimadores tipo *low-NO_x* e de recirculação dos gases captados na exaustão primária.

Além das técnicas de prevenção, mencionadas acima, as medidas de controle de emissão são realizadas através da instalação dos equipamentos para dessulfurização de gases (para controlar as emissões de SO_x, HCl, HF) e de injeção de carvão ativado (para controlar as emissões de mercúrio/ metais pesados e dioxinas/ furanos). Salienta-se que os equipamentos de controle de NO_x, tais como processo SNCR (*Selective Non-Catalytic Reduction*) e SCR (*Selective Catalytic Reduction*), são raramente aplicados aqui.

Existem diversas tecnologias de dessulfurização de gases, utilizando vários reagentes, mas nas plantas de sinterização o mais comum é injetar Ca(OH)₂ após PE (isto ocorre no duto ou no reator dedicado) e instalar FM a jusante para coletar o material sólido. Este pó coletado é uma mistura de sulfetos e de cloretos de cálcio, com cal não reagida e resíduos de sinter. Para aumentar a eficiência de uso de reagente, o material pode ser recirculado no processo várias vezes antes de ser descartado. Nota-se que devido ao uso de FM, a concentração de material particulado na chaminé atinge níveis $\leq 5 \text{ mg/Nm}^3$. Isto se deve principalmente à reação do reagente com HCl do gás, diminuindo a geração de KCl e de NaCl. Além disso, como a emissão destes aerossóis submicrônicos é menor, a visibilidade de pluma na chaminé diminui significativamente.

O controle das emissões de mercúrio / metais pesados e dioxinas/ furanos, via injeção de carvão ativado após PE, funciona bem em conjunto com o sistema de dessulfurização, já que ambos necessitam do FM. O material coletado precisa ser descartado em aterros.

Salienta-se que o grupo Hamon possui a gama completa dos sistemas de controle de poluição atmosférica. Desta forma, podemos realizar a análise imparcial de todos os parâmetros de projeto de um caso específico e apresentar a solução que ofereça, de fato, o melhor custo-benefício para o cliente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir analisaremos as soluções típicas de *retrofit/ revamping* para exaustão primária da máquina de sinterização, bem como para despoeiramento de exaustão

secundária e de pátio de matéria prima. As vantagens e desvantagens de cada solução serão analisadas utilizando-se experiência de projetos reais do grupo Hamon.

3.1 Soluções para Exaustão Primária

Para exaustão primária, os seguintes casos são mais comuns:

- Recuperar o desempenho do PE, mantendo a emissão do projeto original. Neste caso, normalmente necessita-se do alinhamento dos eletrodos e/ou troca das partes internas (devido ao desgaste causado pela abrasividade do pó de sinter e/ou pela corrosão oriunda da condensação dos gases ácidos, principalmente SO_3). Em alguns projetos, substituímos os eletrodos de emissão por modelo “rígido”, que é mais adequado para esta aplicação. Além disso, esta manutenção periódica pode ser acompanhada com troca das aletas direcionais nos dutos de entrada / saída e intervenções no sistema de transporte de pó. Salienta-se que o aumento de vazão do sistema (por exemplo, causada pela entrada maior de ar falso, devido ao desgaste natural ao longo da vida útil da máquina de sinter) implica nas velocidades maiores dentro do PE existente e que talvez não seja possível atingir a mesma emissão apenas reformando o PE de acordo com as condições originais do projeto (ver o próximo item).
- Melhorar o desempenho do PE, diminuindo a emissão em comparação ao do projeto original. Neste caso, precisa-se verificar o fluxo de gás, realizando os estudos de fluidodinâmico computacional (*Computational Fluid Dynamics*), garantindo, através do projeto das aletas direcionais, o bom escoamento do gás nos dutos e, através do projeto das grades de distribuição de fluxo, a uniformidade do gás dentro do PE. Analisando as características do PE existente (tais como, área de coleta, velocidade de gás, tempo de retenção, razão L/H), podemos determinar o nível de intervenção necessária.
 - Para pequenas melhorias na emissão, podemos utilizar as tecnologias mais avançadas de TRs (de alta frequência ou trifásico). Além de diminuir a emissão, isto pode resultar num consumo menor de energia. Entretanto, apesar de apresentar o menor custo de implementação, a aplicabilidade dessa solução é limitada e depende das características físico-químicas (principalmente concentração de álcalis e de cloretos) de matéria prima.
 - Uma intervenção maior é aumentar um campo no PE existente. Isto aumenta a área de coleta, melhora razão L/H e aumenta o tempo de retenção, mas mantém a velocidade do gás dentro do PE. Esta intervenção pode ser aproveitada para aumentar também o espaçamento entre as placas coletoras dos últimos campos, já que o espaçamento maior possibilita maiores campos elétricos, que, por sua vez, melhora a eficiência da coleta de pó.
 - Caso não seja possível instalar TRs novos e/ou aumentar o campo e/ou aumentar o espaçamento entre as placas, sugerimos a construção de um novo PE com as características necessárias para atingir os novos requerimentos da emissão. Apesar de apresentar os custos mais elevados na implementação do projeto, o tempo de parada da máquina de sinter é menor e acaba propiciando o custo total, ou seja, custo evitado vs. CAPEX, mais otimizado. Além disso, a vantagem dessa solução é que o PE existente é mantido e pode ser utilizado por períodos curtos da manutenção futura do PE novo.

- Trocar a tecnologia de despoeiramento, melhorando significativamente a emissão em comparação ao do projeto original.
 - Uma possibilidade é transformar o PE em FM, aproveitando a carcaça, substituindo todos os internos por mangas e sistema de limpeza. Devido à altura da carcaça do PE existente, o sistema de limpeza de baixa pressão, que permite o uso das mangas mais compridas, se torna vantajoso. Desta forma, mantenha-se, o *footprint* reduzido do sistema de despoeiramento, mas o tempo de parada é relativamente grande. Salienta-se que esta opção não permite o by-pass do sistema (por exemplo, durante as condições operacionais fora de normal) e/ou impede a instalação do sistema de controle dos outros poluentes (ver item 2), já que o material a ser reciclado para o processo de sinterização não necessariamente possui a composição química adequada.
 - Uma outra solução, a tecnologia híbrida denominada COHPAC™, foi patenteada pelo grupo Hamon, onde o(s) último(s) campo(s) de PEs são substituídos por FM de baixa pressão e os campos mantidos servem como pré-coletor. Em comparação com a primeira opção, os custos de implementação são menores.
 - A terceira possibilidade é manter o PE existente, dividir o fluxo após a saída do equipamento e instalar o FM novo para tratar apenas parte do fluxo. Depois de se misturarem de novo, o fluxo resultante carrega a quantidade menor de poluentes (mas não atinge os níveis $\leq 30 \text{ mg/Nm}^3$, que são normalmente associados com uso do FM). A vantagem desta solução é que o tempo de parada é reduzido.
 - A quarta opção é instalar o FM após o PE e tratar todos os gases da exaustão primária. Esta opção apresenta custos maiores, entretanto, com tempo de parada reduzido, e normalmente é empregada como parte do sistema de controle de outros poluentes (ver item 2).

Em todos os casos de despoeiramento com FM, as características típicas do gás (umidade até 14%, concentração de O_2 até 18%, presença de HF, picos de temperatura até 180°C), reduzem as opções de mangas para os seguintes materiais (com membrana de teflon): fibra de vidro, teflon ou P84. Como estes materiais são caros, implementação dessas soluções tendem ter valores mais elevados, mas, em contrapartida, as emissões resultantes são menores. Além disso, como a perda de pressão no FM é maior em comparação com a do PE (ver Tabela 1), é necessário trocar o ventilador da exaustão primária (opção mais cara e com o tempo de parada maior) ou, se for possível, instalar o novo ventilador como *booster* apenas para a perda de pressão faltante.

- Implementar tecnologias de controle de gases ácidos, metais pesados e dioxinas/ furanos. Os equipamentos de armazenagem e injeção de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e de carvão ativado não apresentam custo elevado de implementação. Entretanto, como comentado anteriormente, a instalação de FM novo é um pré-requisito para uso destas tecnologias (ver item 2). Além disso, as despesas operacionais aumentam significativamente por causa dos custos de reagente e de carvão ativado.

3.2 Soluções para Exaustão Secundária e Pátio de Matéria Prima

Para exaustão secundária e pátio de matéria prima, os seguintes casos são mais comuns:

- Melhorar a eficiência de captação. Neste caso, é necessário verificar as condições de todos os pontos de captação e analisar se os enclausuramentos estão de acordo com as recomendações dos fabricantes dos equipamentos (de transferência de material, britadores, peneiras, alimentadores) e com as boas práticas de engenharia. Depois da verificação das vazões de cada ponto, precisam-se realizar os estudos de balanceamento dos dutos, ou seja, garantir que numa rede de dutos, todos os pontos terão a vazão necessária e que a velocidade de gás nos dutos seja adequada (as velocidades baixas causam depósito do material nos dutos e as velocidades altas causam abrasão e aumenta a perda de carga) que determina a rede dos dutos. Se não for possível determinar a geometria para que a perda de carga desejada seja realizada apenas através de encaminhamento adequado dos dutos (respeitando os critérios de velocidade de gás), é necessário usar os dispositivos de balanceamento, ou seja, placas de orifício e dampers. Salienta-se que como pó de sinter é um material abrasivo, todos os dispositivos sofrem desgaste natural (onde o tempo de duração é relacionado com velocidades do gás). A solução com placas de orifício apresenta vantagens já que sua troca é mais fácil (desde que se siga o desenho original na fabricação da placa, depois da troca, não é necessário realizar nenhum outro ajuste, diferentemente dos dampers cuja abertura precisa ser reajustada de acordo com projeto original, verificando, em paralelo, a abertura de todos os outros dampers do sistema). Para garantir que o desempenho do sistema de captação sempre esteja conforme projetado, é aconselhável monitorar perda de carga em cada dispositivo de balanceamento, bem como para principais ramais; este monitoramento não precisa ser contínuo, mas os pontos de medição devem ser contemplados já no projeto original. O balanceamento da rede dos dutos pode ser refinado com os estudos de fluidodinâmico computacional. Nota-se que muitas vezes o fato de não se ter suficientemente de vazão em alguns pontos do sistema é interpretado como falta da capacidade do sistema (ver o próximo item). Entretanto, o problema talvez seja a rede desbalanceada, onde, por manutenção inadequada, alguns pontos começam ter a vazão maior do que projetado, que, conseqüentemente, deixa outros pontos com a vazão menor.
- Aumentar a capacidade do sistema. Quando os pontos novos de despoeiramento são inclusos no sistema, por exemplo, devido à instalação dos equipamentos novos, ou quando é necessário fazer a modificação da captação dos pontos, por exemplo, os modelos mais avançados dos equipamentos com geometria maior, ou quando se percebe que o projeto original não foi concebido da forma adequada, é necessário aumentar a capacidade do sistema. Isto pode ser realizado complementando o sistema existente com um novo sistema de despoeiramento com ventilador dedicado. Em alguns casos, aproveita-se esta intervenção para separar os fluxos quentes e dos fluxos frios, onde os quentes continuam sendo encaminhados para o PE existente e os fluxos frios (ou uma parte deles) são encaminhados para o FM novo. Esta solução apresenta o custo de implementação e o tempo de parada menores. Outra opção do aumento da capacidade é ampliar a capacidade do sistema existente, através do aumento de número das câmaras nos FMs ou aumento do PE. Neste caso, é necessário também aumentar a capacidade do ventilador. Em ambos os casos, é necessário verificar o balanceamento da rede nova e da existente (ver acima).
- Trocar a tecnologia de despoeiramento. Em alguns projetos, o aumento da capacidade é aproveitada para substituir o PE por FM (normalmente de baixa

pressão ou híbrido). Desta forma, atinge-se também as emissões menores (ver a análise apresentada no item 3.1).

4 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta diversas soluções de *retrofit/ revamping* para exaustão primária da máquina de sinterização, bem como para despoeiramento de sistemas de exaustão secundária e de pátio de matéria prima. Cada uma apresenta vantagens do ponto de vista de emissão atingida e/ou custo de implementação do projeto e/ou tempo de parada necessário e/ou *footprint* disponível.

Por outro lado, cada planta possui características próprias e não deve ser apenas “copiada” uma configuração da outra planta. Como o grupo Hamon possui a gama completa dos sistemas de controle de poluição atmosférica, podemos realizar a análise imparcial de todos os parâmetros de projeto e apresentar a solução que ofereça, de fato, a melhor custo-benefício para o cliente.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao Sr. Denis Penon, da Hamon Research-Cottrell Belgium, por providenciar textos, análises de casos, apresentações, desenhos e outro material, contendo a experiência acumulada do grupo Hamon na área de siderurgia, necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 BREF IS, Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production, Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Centre, European Commission, 2013