

## RECICLAGEM E USO DOS PÓS E LAMAS GERADOS NO COMPLEXO SIDERÚRGICO DO PECÉM COMO MATÉRIA-PRIMA PARA O PROCESSO DE SINTERIZAÇÃO\*

*Antônio Augusto de Moraes Piau<sup>1</sup>  
Bruno Mynelly Galdino de Sousa<sup>2</sup>  
Miguel Araujo de Vasconcelos Filho<sup>3</sup>*

### **Resumo**

Pós e lamas gerados nos processos de uma usina siderúrgica causam problemas ambientais que possuem soluções de alto custo. O presente trabalho apresenta uma abordagem diferente para o problema buscando solucionar a questão ambiental ao mesmo tempo que traz economias para as usinas. Essa tecnologia reutiliza pós e lamas no processo de sinterização dosando e misturando-as de forma adequada.

**Palavras-chave:** Sinterização; Pós; Lamas; Reciclagem.

### **RECYCLING OF DUST AND SLUDGE GENERATED IN PECÉM STEEL MILL COMPLEX AS RAW MATERIAL FOR SINTERING PROCESS**

#### **Abstract**

Sludges and dusts generated by steel mills usually cause environmental problems and has a high cost solution. This presentation offers a different approach to the problem with a solution that not only solves the environmental issue but also brings great savings to the mill. This technology, reuses dusts and sludges in the sintering process, after they are mixed to the right composition.

**Keywords:** Sintering; Dust; Sludges; Recycling.

<sup>1</sup> Gerente de Operações, Produção, Phoenix Slag, Pecém, Ceará, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Metalurgista, Polimatec, Maracanaú, Ceará, Brasil.

<sup>3</sup> Técnico de Produção Sênior, Sinterização, Companhia Siderúrgica do Pecém, Pecém, Ceará, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

As usinas siderúrgicas em geral, são indústrias que tem em seu processo a característica intrínseca de geração de muitos resíduos provenientes dos processos de redução até o refino.

O desenvolvimento de processos de reciclagem ainda é um desafio. E com ele será possível obter lucros dentro das siderúrgicas (GUDENAU et al., 2005).

Em 2012, as empresas associadas ao Instituto Aço Brasil (IABr) produziram 17,7 milhões de toneladas de coprodutos e resíduos, 1,5 milhões de toneladas a menos que a geração do ano anterior. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2013).

A implantação de processos para reciclar todo, ou quase todo, o coproduto, subproduto ou rejeito trará grandes economias às usinas e imensos benefícios ambientais.

Os processos de fabricação de aço em usinas integradas podem ser divididos em quatro etapas macro que são: preparo de matérias-primas, produção de ferro gusa, produção de aço e conformação mecânica.

A sinterização se define pela etapa de preparação do minério de ferro para a produção de ferro gusa. As partículas vão sendo aglomeradas até formarem um agregado que será utilizado no alto-forno.

Ao longo dos anos a necessidade de qualidade do sínter vem mudando, pois, o processo de redução do ferro gusa vem sendo aprimorado e exigindo cada vez mais uma qualidade maior do sínter.

Atualmente, a empresa Phoenix do Pecém atua na reciclagem de pós e lamas. Lamas provenientes dos sistemas de despoejamento da aciaria, finos da planta de aços pó da limpeza dos gases de alto-forno e pós da ventilação das instalações industriais.

O destino desses produtos foi e continua a ser um problema para as usinas, com impactos econômicos, pela necessidade de áreas de armazenagem desses rejeitos, como ambientais, pelo dano causados a natureza.

O objetivo deste trabalho é apresentar de forma simples e prática os ganhos conseguidos na Companhia Siderúrgica do Pecém ao se substituir parte do input do processo de sinterização pelo produto gerado pela reciclagem dos pós e lamas que é realizada pela Phoenix do Pecém.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### MATERIAIS E MÉTODOS

A planta de mistura da indústria Phoenix do Pecém possui 3 processos macros que são caracterizados pelo recebimento e armazenamento de finos; processo de dosagem e mistura; entrega do produto final.

Os coprodutos gerados pela CSP são coletados em locais específicos já definidos. Para essa coleta a Phoenix conta com um “pool” de equipamentos, tais como: caminhão poliguindaste (Figura 1); Trator Terberg Trailer tipo seacom (figuras 2 e 3); Trator terberg com carreta silo (figura 4).



Figura 01: Caminhão Poliguindaste



Figura 02: Caminhão Terberg Seacom Traller.



Figura 03: Caminhão Terberg Seacom Trailer.



Figura 04: Caminhão Terberg carreta silo.

O primeiro processo pode ocorrer de duas formas, a primeira é pelo sistema de transporte pneumático (Figura 05), que é composto por 10 linhas de transporte de finos independentes, um para cada silo de armazenamento. A segunda é pelo sistema convencional (Figura 06), que se caracteriza em descarregar o material em moega e conjunto transportador parafuso e elevador de canecas. As lamas são descarregadas em baias (Figura 07), que através de carregadeiras são armazenadas em “hoppers” dedicados para cada família de material.

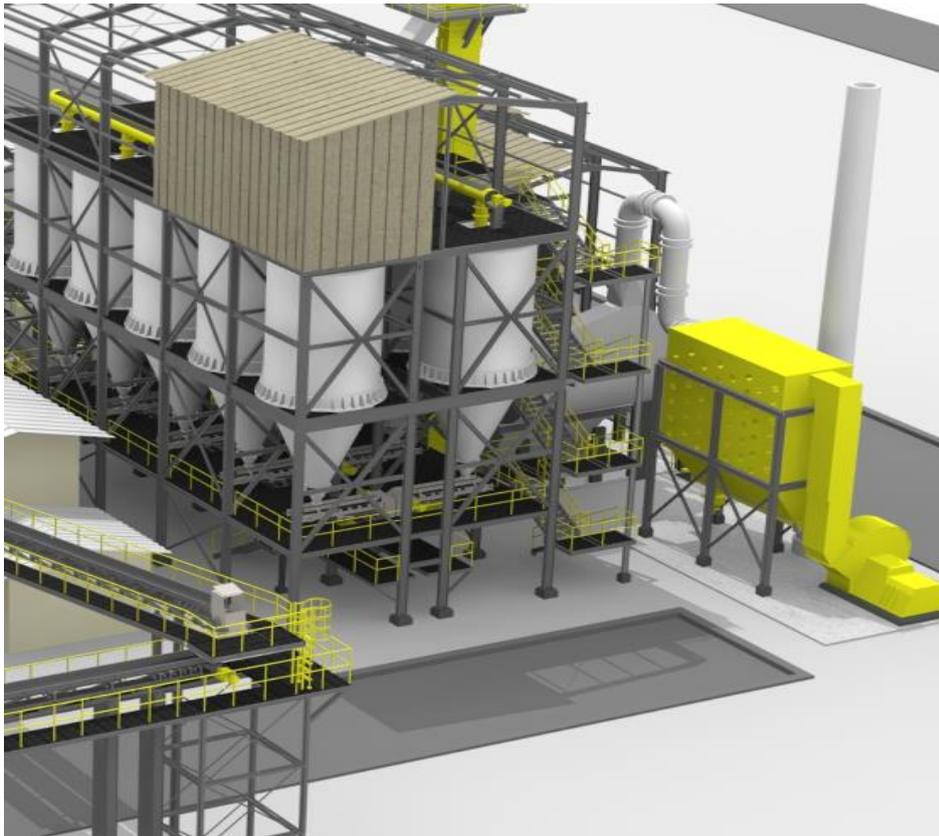


Figura 05: Desenho esquemático do sistema de transporte pneumático.

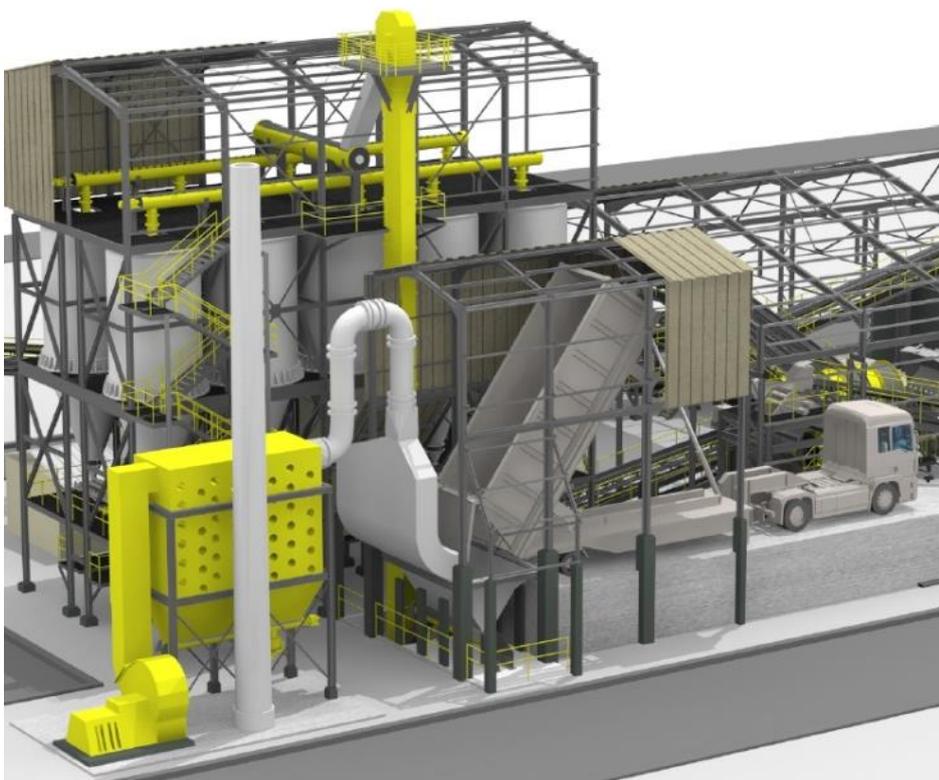


Figura 06: Desenho esquemático do sistema convencional.

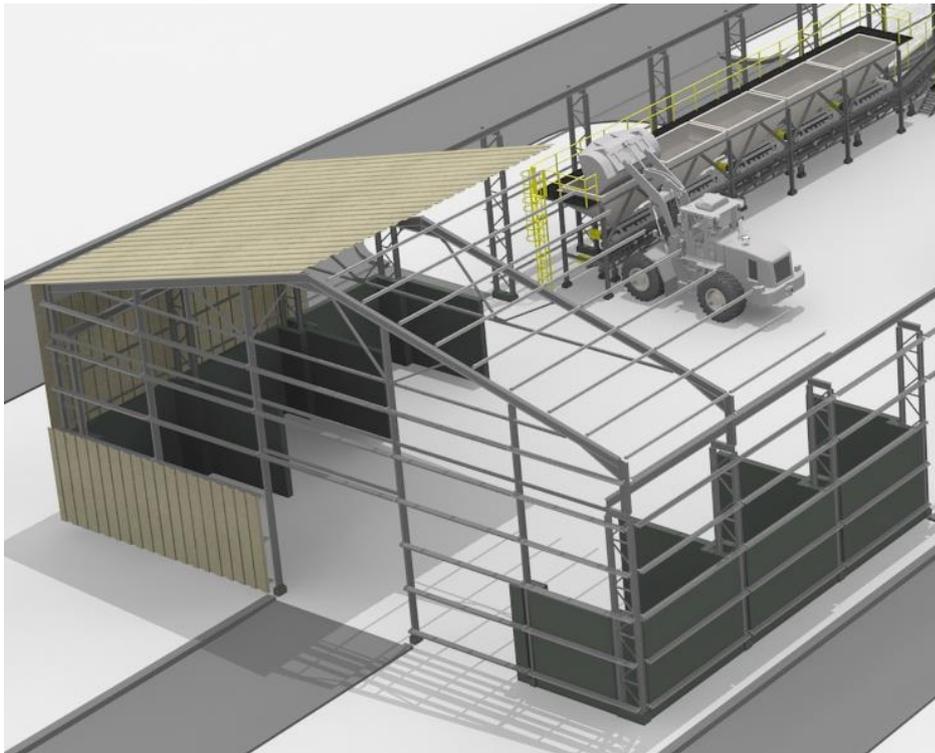


Figura 07: Desenho esquemático das baias de armazenagem.

O processo seguinte é o de dosagem e mistura da carga recebida. A planta é dotada de um sistema complexo e seguro de automação que, além de controlar o recebimento, direcionando os materiais de recebimento aos armazéns corretos, silos ou “hoppers”, para cada tipo de família de material, controla também a dosagem precisa, conforme a necessidade do cliente.

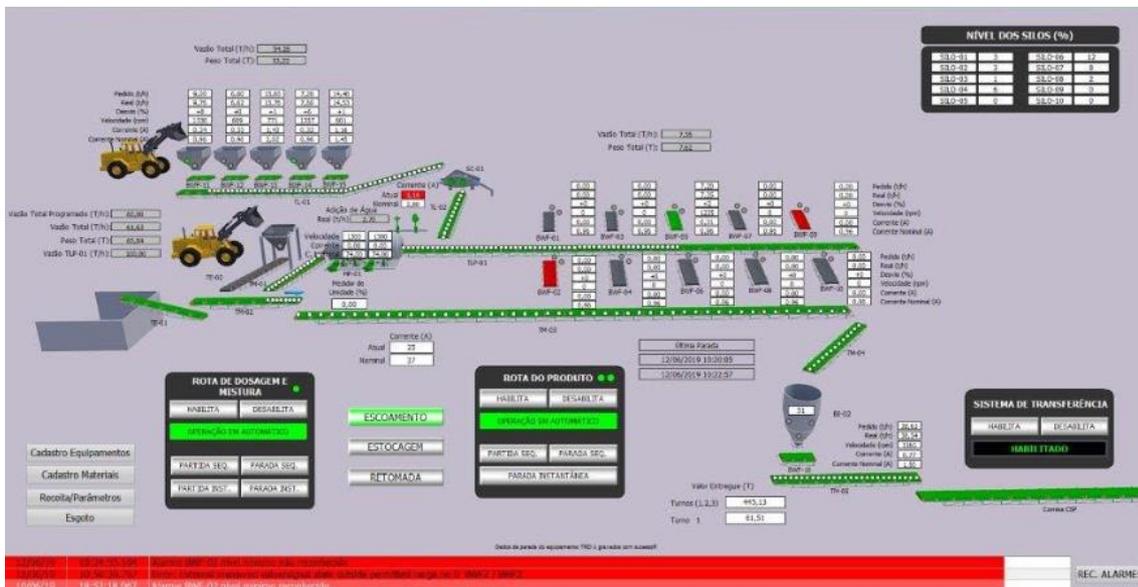


Figura 08: Tela principal de controle e operação do sistema de automação.

O processo final se refere ao envio de matéria-prima produzida à sinterização. Essa entrega se dá de maneira sincronizada com a demanda da sinterização, pois o programa de controle e operação da “Mixing Plant” está conectado ao sistema de operação da sinterização. Isso significa dizer que, cliente tem total autonomia para

controlar a vazão de entrega, bem como paralisar a produção de ambos os processos através de uma chave “interlock”.

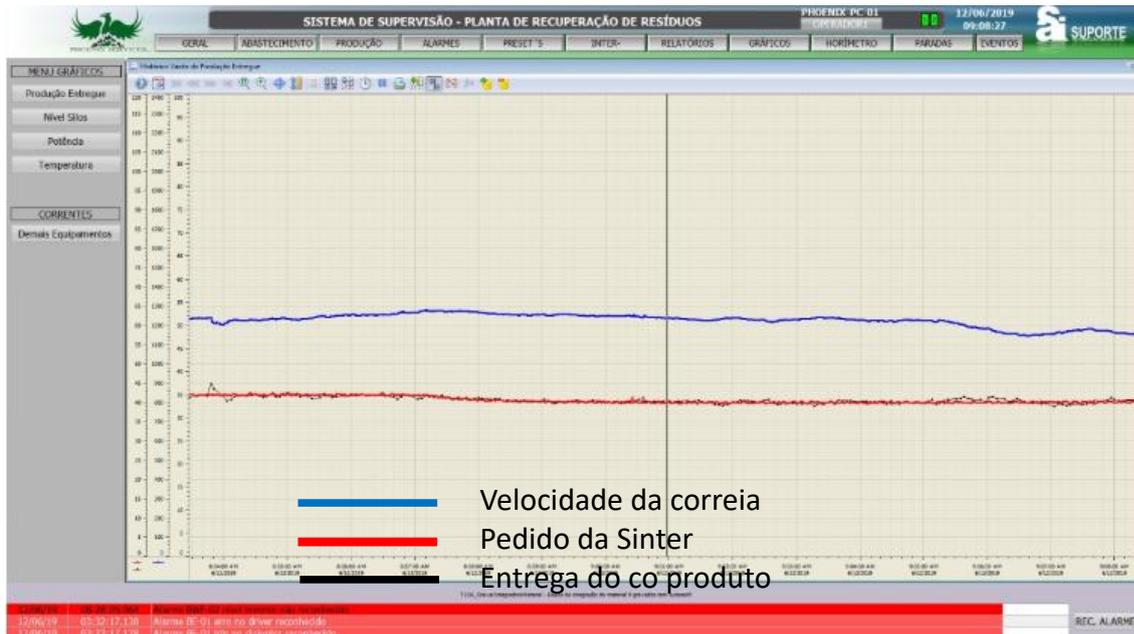


Figura 09: Tela de comando de descarregamento de by-product.

Analisando a figura 09, é possível perceber a precisão com que o processo é executado. A linha na cor preta que representa o produto que é entregue à planta de sinterização, está sempre em acordo com a linha em vermelho, que representa a demanda da sinterização.

Exceto pelas escórias do Alto Forno e Aciaria, que tem outro destino, a Mixing Plant processa a maior parte do que é gerado na usina em termos de coprodutos e/ou rejeitos.

A planta de sinterização necessita de **830 t/hora de minério** como matéria prima para o seu processo. Portanto a CSP utiliza 800 t/hora de minério e 30t/hora de by product em substituição direta de minério.

## COMPOSIÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS

A planta de sinterização da Companhia Siderúrgica do Pecém necessita de uma matéria-prima de composição previamente definida para gerar um sinter de boa qualidade. Assim, o produto a ser fornecido pela Phoenix necessita seguir essa composição estabelecida pela planta de sinterização. A composição de plano nas matérias primas é a composição levando em consideração que o processo de mistura continua dos materiais foi dosado corretamente, ou seja, a receita de matérias primas enviada pela usina está sendo seguida. A composição demandada pela sinterização tem a seguinte composição:

COMPOSIÇÃO DE PLANO DAS MATERIAS PRIMAS	
SiO2	5% - 7%
CaO	10% - 12,48%
Al2O3	0,61% - 2,21%

MgO	1,68% - 2,48%
FeO/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	44% - 60%

Tabela 1: Composição a ser aceita pela planta de sinterização.

COMPOSIÇÃO MÉDIA ENTREGUE PELA PHOENIX	
SiO <sub>2</sub>	6,3%
CaO	10,92%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,5%
MgO	1,8%
FeO/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	44%

Tabela 2: Composição entregue pelo processo Phoenix.

Abaixo são apresentados gráficos de acompanhamento gerados pelo sistema de controle no mês de fevereiro de 2019. Neles é possível acompanhar diariamente o consumo de “by-product”, umidade e a composição dos óxidos componentes do “mix”. Também é possível observar o motivo pela não produção em certos dias do mês.

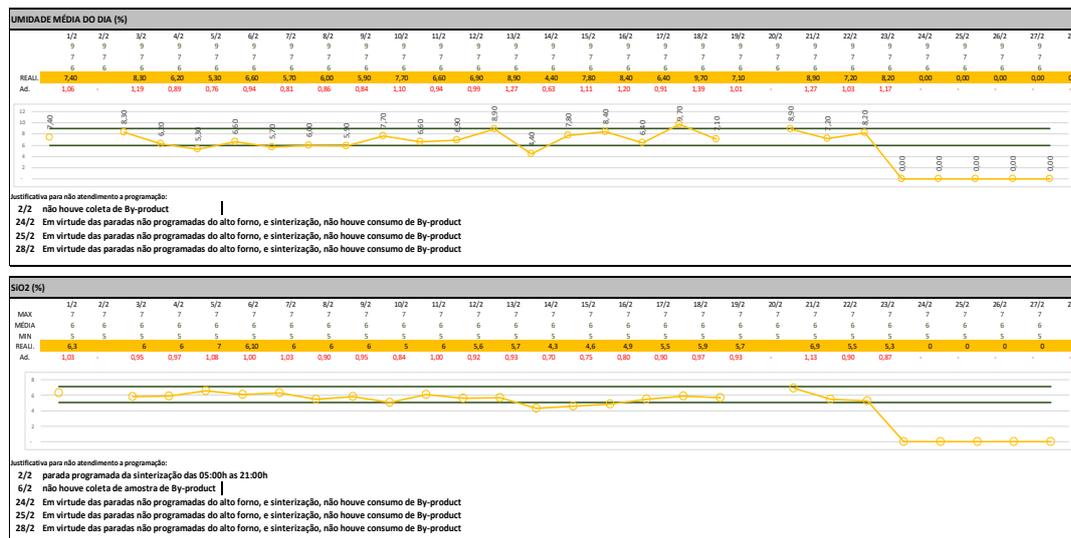


Figura 10: Controle de qualidade dos teores de consumo de by-product.

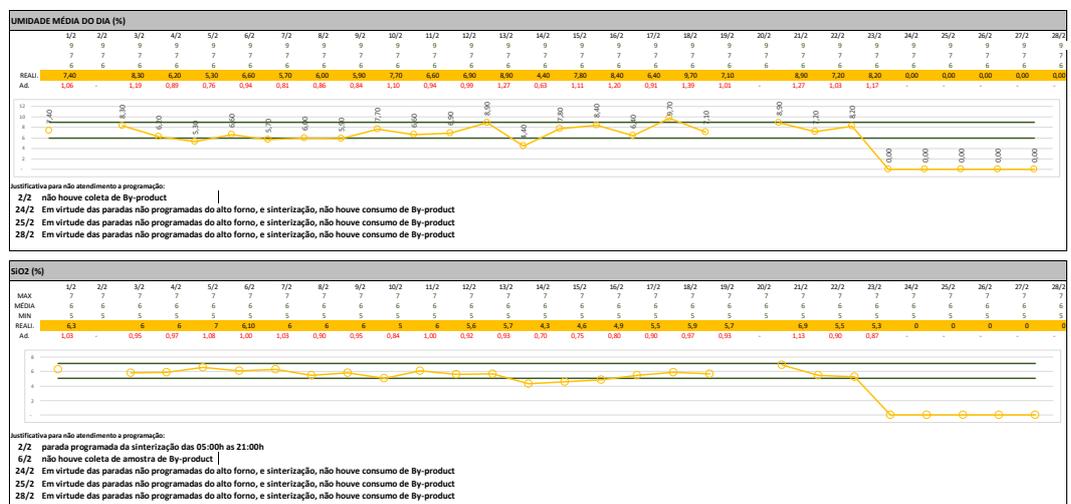


Figura 11: Controle de qualidade de umidade do dia e teor de SiO<sub>2</sub>.

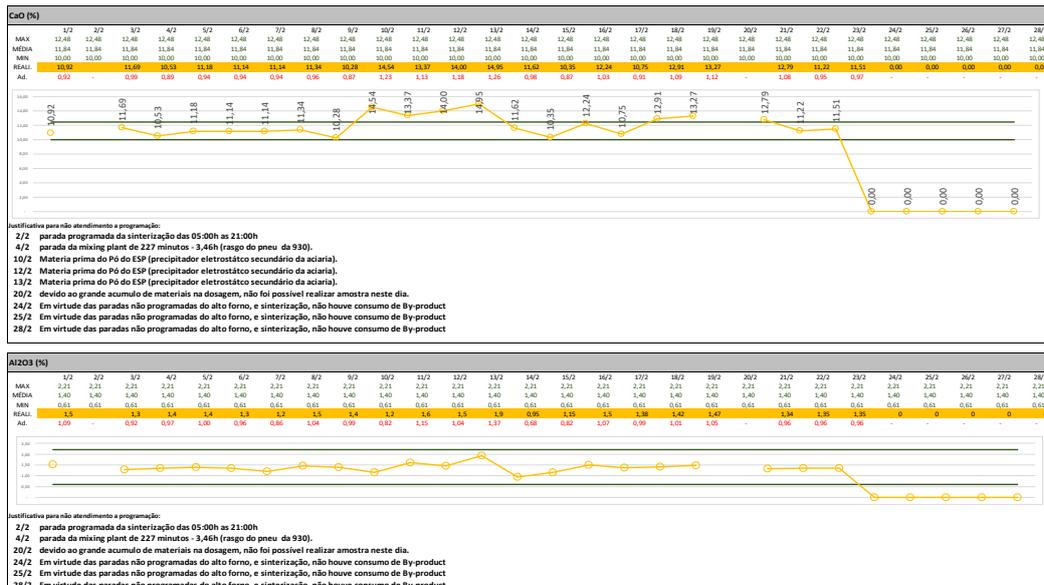


Figura 12: Controle de qualidade dos teores de CaO e Al2O3.

### 3 CONCLUSÃO

Analisando-se o exposto no presente trabalho, vemos que o processo de reciclagem dos produtos provenientes dos sistemas de despoeiramento, da limpeza de gases do alto-forno e lamas, gera um “by-product” de qualidade e composição semelhante à matéria-prima bruta (minério de ferro, cal, dolomita) utilizada no input do processo de sinterização. Com isso grande parte dos pós e lamas da CSP são reciclados, extinguindo assim o custo de destinação para aterros sanitários. Adicionalmente a esta economia soma-se o benefício de redução na compra de matéria-prima para a produção de sinter. Finalmente, há ainda, o ganho ambiental de inestimável importância no cenário industrial atual. A reciclagem interna destes materiais diminui custos da usina e torna todo seu processo mais autossustentável.

### Agradecimentos

À PHOENIX DO PECÉM e COMPANHIA SIDERÚRGICA DO PECÉM, pela oportunidade e pela disponibilidade de acesso às informações da planta para estudo científico.

### REFERÊNCIAS

- 1 ARAUJO, Luiz Antonio. Manual de siderurgia transformação. São Paulo: Arte e Ciência, 1997.
- 2 MOURÃO, Marcelo B.; GENTILE, Erberto F. Introdução à Siderurgia. São Paulo: ABM, 2007.
- 3 Helio CP, Antonio ECP, Avaliação em escala piloto do comportamento dos produtos pellet feed, pellet screenigns e micro pellet em substituição ao sinter feed em uma mistura de sinterização. Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Materiais e Mineração. 2004;6.

- 4 GUDENAU, H. W. et al. Research in the reduction of iron ore agglomerates including coal and C- containing dust. ISIJ INTERNATIONAL. v. 45, n. 4, p. 603 – 608, 2005.
- 5 INSTITUTO AÇO BRASIL. Relatório de Sustentabilidade. Rio de Janeiro, 2013.