

METODOLOGIA DE CONTROLE NO CONSUMO DE CO-PRODUTOS NA SINTERIZAÇÃO DA CST-ARCELOR BRASIL¹

*Edson Luiz Massanori Harano²
Hugo Guimarães Menezes²
Humberto Luiz Martins de Oliveira²
Marcos Aurélio Larcher²
Marcelo Wendling M. Andrade³*

Resumo

A CST – Arcelor Brasil, com foco no Desenvolvimento Sustentável, através de Políticas ambientais visando o atendimento da Legislação e a melhoria contínua de seus processos tem a Gestão Ambiental como um dos Pilares dessa sustentabilidade. A Sinterização como parte integrante desse processo tem se comprometido através do consumo responsável de Co-Produtos gerados internamente CST– Arcelor Brasil e adquirido externamente proporcionando redução de custos, substituição de matérias primas eliminando os passivos ambientais inerentes ao processo siderúrgico. Este trabalho visa, baseado no consumo sustentável, apresentar a aplicação de metodologias de controle visando garantir os índices de emissões de particulados, SO₂ e a qualidade do sinter de acordo com as especificações técnicas acordadas com o Cliente.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Co-produtos; Emissões de particulados; Emissões de SO₂.

CO-PRODUCTS CONSUMPTION CONTROL METHODOLOGY FOR SINTERING PLANT OF CST – ARCELOR BRASIL

Abstract

CST – Arcelor Brasil focus on Sustainable Development, through own environmental protection policy, attendance to Law requirements and process continuous improvement, it has own Environmental Management as one of pillar of sustainability. The Sintering Plant, as integrant of this process, has been compromised through responsible consumption of internal and external co-products, aiming cost reduction, partial raw material substitution and decreasing of environmental liabilities proper of steelmaking process. This paper presents the co-products control methodology consumed at CST- Arcelor Brasil sintering plant in order to assure low particle material and SO₂ emission as specification of Sinter committed with the client.

Key words: Environmental control; Recycles; SO₂ emission; Sustainable development.

¹ *Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ*

² *Especialista de Controle Técnico da Área de Gusa*

³ *Gerente da Seção da Sinterização*

1 INTRODUÇÃO

O processo de produção de sinter é o maior consumidor de materiais reciclados, denominados Co-Produtos, de uma siderúrgica. Atualmente a mistura da CST-Arcelor Brasil a ser sinterizada é composta de mais de 15 tipos de materiais reciclados de natureza químicas e físicas diferentes, contribuindo com mais de 15% da mistura. As gerações de resíduos industriais em usinas siderúrgicas constituem um problema em função de envolver aspectos de meio ambiente e de custos para a empresa. Baseada na diretriz de redução na geração e aumento da utilização interna de co-produtos, com foco na busca de soluções para minimizar a geração e reaproveitamento máximo, foi desenvolvido na CST– Arcelor Brasil, processos de beneficiamento de resíduos de diversas naturezas, tais como materiais ricos em CaO, Carbono e Ferro. Para a utilização dessas fontes de forma responsável, em conformidade com a legislação ambiental e a integridade dos equipamentos de proteção ambiental, foram desenvolvidas ferramentas de Controle no Consumo de Co-Produtos na Sinterização, otimizando ao máximo o consumo, permitindo a substituição de matérias-primas com ganhos significativos para a empresa.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

A CST– Arcelor Brasil completou 22 anos de operação em 2005. Nesse período, a Companhia consolidou-se como produtora de aços semi-acabados de alta qualidade na forma de placas e, mais recentemente, de bobinas à quente. Sua localização estratégica no Sudeste brasileiro, a região mais desenvolvida do país, garante vantagem competitiva para as vendas nos principais pólos industriais consumidores do mercado interno.

Uma das principais características da CST é a Responsabilidade Corporativa, inserida em suas metas estratégicas. As ações de maior destaque estão voltadas às questões ambiental e social.

A melhoria contínua de processos com a utilização de tecnologias limpas, o implemento contínuo nos sistemas de controle e o comprometimento de todos os empregados próprios e de empresas parceiras formam um conjunto de valores estratégicos da CST na gestão do meio ambiente.

Certificado na norma ambiental ISO 14001 desde 2001, o SGA vem se aperfeiçoando a cada ano e, a partir de 2002, começou a ser estendido para os parceiros, através de um projeto piloto como forma de incentivar a atuação ambiental responsável e multiplicar os efeitos positivos para toda a sociedade.

A Figura 1 apresenta uma vista panorâmica das instalações da CST– Arcelor Brasil :



Figura 1. Vista panorâmica das instalações da CST– Arcelor Brasil.

2.2 Reciclagem de Co-produtos Via Sinterização

A Planta de Sinterização da CST– Arcelor Brasil teve seu início de operação em setembro de 1983 e sempre demonstrou uma grande preocupação com a gestão de seus resíduos industriais com ações de redução de fonte geradora, disposição em locais apropriados, reciclagem no próprio processo siderúrgico e comercialização. O conceito de Co-Produtos na CST– Arcelor Brasil vem se aprimorando ano a ano, de uma fase de simples depósito de “bota fora” (1983 a 1984), para uma etapa de implantação de pátios apropriados de resíduos, com caracterização e mapeamento dos mesmos, seguida da criação da Central de Armazenamento de Sub Produtos (CASP).

Os resíduos industriais gerados são submetidos a um processo de beneficiamento com adequação granulométrica, separação magnética e secagem visando preparação para futura utilização na Sinterização. A partir do processamento industrial desses resíduos passam então a ter aplicação técnica e ser economicamente viável sendo denominados de Co-Produtos.

A CST– Arcelor Brasil tem a diretriz de redução na geração e aumento da utilização interna de co-produtos siderúrgicos. Paralelamente são desenvolvidos trabalhos para a comercialização desses materiais com acréscimo constante em valor agregado. Apenas uma pequena fração segue para destinação temporária adequada na CASP. A Figura 2 apresenta a estrutura do Sistema de Gestão Ambiental CST– Arcelor Brasil.



Figura 2. Estrutura do sistema de Gestão Ambiental da CST– Arcelor Brasil.

As diretrizes gerais para assegurar a atuação ambiental responsável na gestão de co-produtos e resíduos são:

- Os Co-produtos e os resíduos são gerenciados na Companhia com o mesmo grau de importância das matérias-primas, principalmente os classificados como perigosos.
- A busca de soluções na gestão de co-produtos e resíduos tem como seqüência de prioridade: a redução da geração, a reutilização, a reciclagem, a comercialização, a doação e a destinação final.
- Na aquisição de resíduos para serem reusados ou reciclados na Companhia deve-se exigir do fornecedor a caracterização e a classificação do resíduo segundo a norma NBR 10004 e a licença ambiental da fornecedora.
- Os estudos e pesquisas desenvolvidos para a Companhia com a finalidade de buscar o enobrecimento dos Co-produtos têm a participação ou o conhecimento das Unidades comprometidas com a gestão de resíduos.

2.3 Resultados da Gestão de Resíduos

Atualmente 28% dos Co-Produtos gerados CST– Arcelor Brasil são recirculados na máquina de Sínter e na Planta da Briquetagem, 7,2% são estocados nas plantas de beneficiamento e pátios, 3,8% tem destinação temporária adequada na CASP e 60,8% são comercializados. Na Figura 3, estão representados os resultados da Gestão de Resíduos:

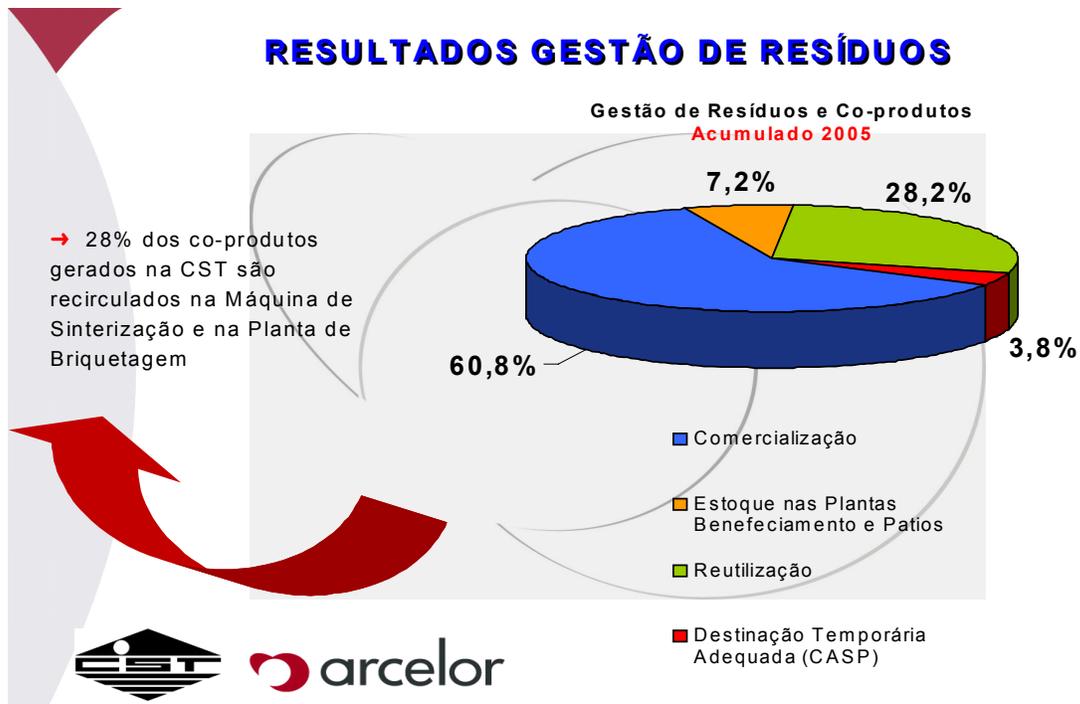


Figura 3. Resultados da Gestão de Resíduos na CST– Arcelor Brasil.

A Figura 4 mostra a evolução do consumo acumulado de Co-produtos na CST– Arcelor Brasil entre 1985 e 2005, que foi da ordem de 6,8 milhões de toneladas, possibilitando substituições de matérias-primas em quantidade similar:

Consumo Acumulado de Co-Produtos na Sinterização da CST

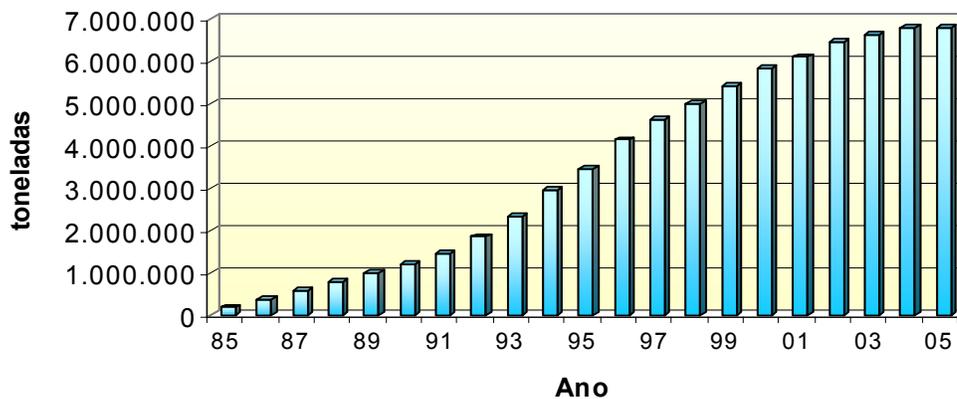


Figura 4. Consumo Acumulado de Co-Produtos na Sinterização da Arcelor Brasil – CST.

2.4 Premissas para a Utilização de Co- produtos

A utilização dos Co-produtos deve atender aos critérios:

- Atendimento à especificação da qualidade química do Sínter;
- Aspectos Ambientais respeitando à Legislação com relação a emissões de particulado na atmosfera, e emissões de SO₂ e NO_x;
- Produtividade da máquina de Sínter e restrições de processo;
- Restrições do teor de óleos e graxas na carepa de laminação. O teor limite do óleo na carepa de laminação a serem consumidos na Sinterização tem de ser menor ou igual a 0,50% visando a integridade física dos equipamentos de proteção ambiental e evitar alterações na visibilidade da pluma da chaminé.

A partir da definição da qualidade prevista para o Sínter, são efetuadas as avaliações de todos os materiais disponíveis para serem consumidos na planta da Sinterização. Efetuadas todas as considerações com relação à qualidade química e granulométricas, é feito em planilha de cálculo específica o cálculo da mistura levando em consideração, qualidade, produtividade, custo e aspectos ambientais.

2.5 Qualidade Prevista do Sinter

A qualidade química prevista do Sínter é definida a partir da necessidade dos Altos-Fornos, para tal é utilizado o sistema automatizado de planejamento de pilhas, cujo objetivo é permitir o planejamento e simulação da formação da pilha homogeneizada com o mínimo de desvio possível em relação ao planejado.

O sistema está dividido em 05 módulos distintos: Configuração, Planejamento, Execução, Relatórios e Remoção, cada um com sua função específica. Uma vez elaborada a pilha, o sistema automatizado permite calcular a qualidade do sinter a ser produzido, a partir das definições dos volumes e análises de todas as matérias primas contribuindo com a redução da variabilidade química do Sínter produto. A Figura 5 abaixo apresenta a tela do sistema automatizado na etapa de planejamento da pilha:

Qualidade Química dos Materiais que Compõem a PH

Material	Peso Seco	Lotes	% H ₂ O	Carac	%	Crit. Sel.	FeT Cz	SiO ₂ ZnO	Al ₂ O ₃ K ₂ O	CaO NaO ₂	MgO PPC	TiO ₂ MV	Mn CF	P C	S
POAF-POBF	350.0	1.00	0.0	NAO	0.3	U	48.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	116900.00	20.00					46.288	3.506	0.786	5.215	0.804	0.042	0.440	0.026	0.001

Qualidade da PH Anterior

Total	0.0	10					0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-------	-----	----	--	--	--	--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Qualidade Química dos Materiais Dosados Via Silos da Sinterizacao

Material	%	Tipo	Crit. Sel.	Carac	FeT K ₂ O	SiO ₂ NaO ₂	Al ₂ O ₃ PPC	CaO MV	MgO CF	TiO ₂ C	Mn	P	S	Cz	ZnO
PH	100.00	OPAR_MET	M	NAO	46.288	3.506	0.786	5.215	0.804	0.042	0.440	0.026	0.001	0.000	0.000
Total	100.0				46.288	3.506	0.786	5.215	0.804	0.042	0.440	0.026	0.001	0.000	0.000

Qualidade Prevista do Sinter

Total	100.0				46.288	3.506	0.786	5.215	0.804	0.042	0.440	0.026	0.001	0.000	0.000
-------	-------	--	--	--	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Figura 5. Tela do Sistema Automatizado de formação de Pilhas.

2.6 Controle das Emissões de Particulados

O controle de particulado sofre influência de fatores ligados ao processo propriamente dito, matérias primas, equipamentos e sistemas de controle. Um dos aspectos da matéria prima que interfere significativamente nos resultados de emissão é o input de sódio e potássio, que são componentes de baixa condutividade e sua maior ou menor participação no pó determina sua maior ou menor resistividade. Para controle do input de álcalis promove-se a eliminação da recirculação do álcalis pelo descarte de todo o pó coletado pelos precipitadores eletrostáticos.

Através das ações implementadas nos fatores que exercem influência nos resultados de emissão, foi possível reduzir as emissões na chaminé principal da Sinterização em aproximadamente 50%, ou seja, de 65 mg/Nm³ para valores em torno de 30 mg/Nm³, antecipando a meta de 50 mg/Nm³ ajustada com a Secretaria Estadual de meio Ambiente para 2006, conforme mostrado na Figura 6:

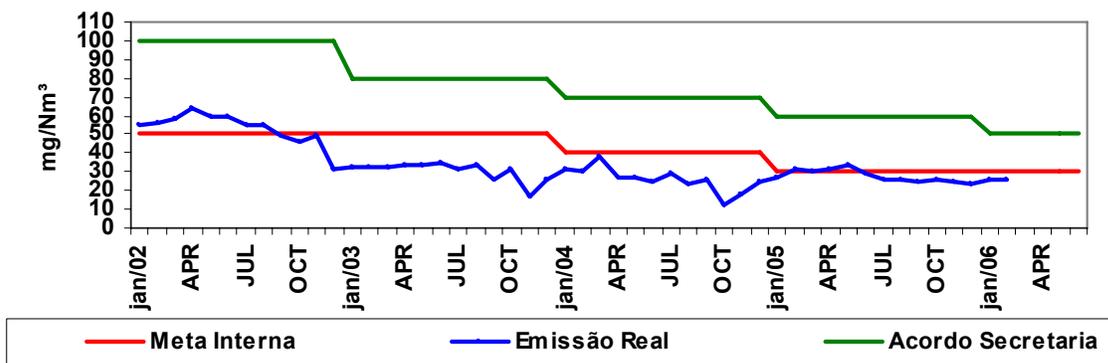


Figura 6. Evolução no Controle de emissões de Particulado da Sinterização.

2.7 Controle das Emissões de SO₂

Para um melhor controle das emissões de SO₂ na Sinterização, decidiu-se pela realização de um balanço de massa englobando todas as entradas e saídas do processo de Sinterização, visando avaliar as emissões atmosféricas e verificar a funcionalidade do monitor contínuo de SO₂.

A contabilização das entradas e saídas do processo de Sinterização é obtida através de modelo que determina com antecedência a dosagem de cada matéria-prima visando um determinado resultado de emissão conforme mostrado no diagrama da Figura 7. O modelo de cálculo do balanço de enxofre foi baseado no mecanismo de formação do SO₂. Este modelo considera além do input total de enxofre a partição de enxofre no sinter produto e gases de exaustão.

Em função dos bons resultados obtidos, elaborou-se um modelo de previsibilidade das emissões de SO₂, contribuindo para garantia da meta estabelecida internamente que é a mesma meta adotada pela União Européia.

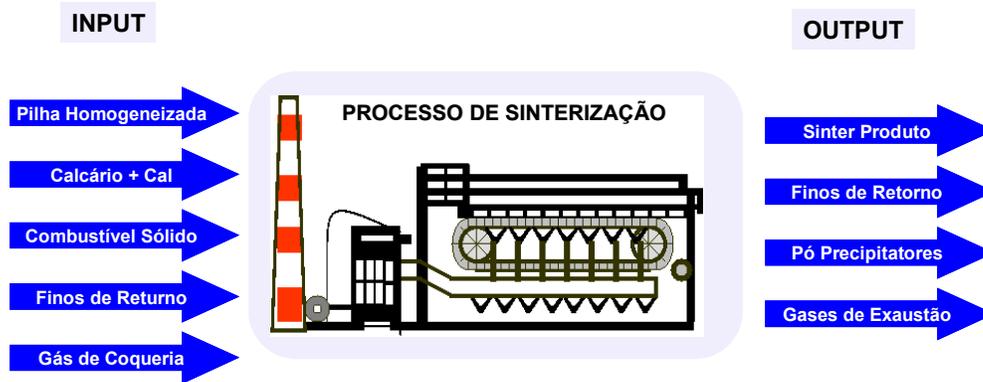


Figura 7. Modelo do Balanço de Enxofre na sinterização.

Os resultados mostram que após a implantação do modelo, além da queda nos resultados de emissão de SO_2 , obteve-se estabilidade ao longo do período conforme mostra a Figura 8:

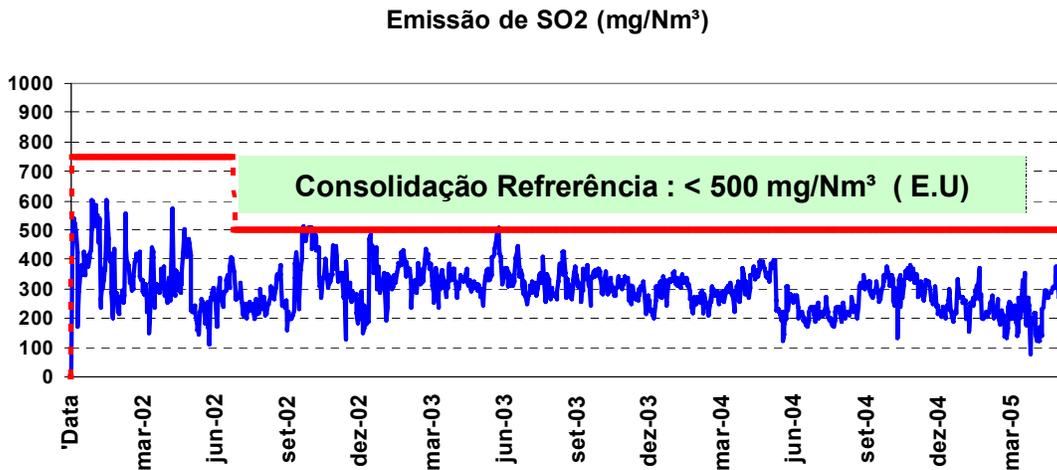


Figura 8. Evolução das emissões de SO_2 .

2.7.1 Ferramenta de controle para SO_2

A Figura 9 apresenta o balanço de massa para estimar a emissão de gases SO_2 e a partição do S no gás e no Sinter:

Vazão Exaustor 1	11800	Nm ³ /min
Vazão Exaustor 2	12100	Nm ³ /min
Produção (t/h)	715	
Balanco Massa		
Entradas	massa (t/d)	% S
Blendado	18000	0,027
Calcário	430	0,009
Cal	255	0,047
Sinter retorno	6895	0,016
Minério silo	155	0,004
Antracito	625	0,290
Coque	225	0,600
	volume (Nm ³ /d)	% H ₂ S COG
COG	36036	0,120
Saídas	massa (t/d)	% S
Sinter produto	17160	0,016
Retorno gerado	5288	0,016
Pó dos EP's	15	0,48
	volume médio (Nm ³ /min)	% S gás
Gases exaustão	23900	
EMISSAO ESTIMADA DE SO₂	335,52	Nm³ / min

Figura 9. Balanço de Massa – Controle do SO₂.

2.8 Controle do Teor de ZnO do Sínter

O balanço de Zinco no Alto forno considera a massa enforada de carga ferrífera, (66% de Sínter, 24% de pelota e 10% de minério granulado em média) e também a massa enforada de combustíveis.

A maior contribuição é via Sínter em função da grande quantidade enforada. Para a produção de Sínter, é elaborada uma mistura onde são utilizados no mix de minério de ferro, 8 tipos com características químicas e granulométricas diferentes com uma distribuição granulométrica entre 1,0 a 6,0 mm máximo, fundentes, 15 tipos de Co-Produtos internos, gerados nas diversas unidades produtivas da usina com características químicas distintas, ricos em teores de ferro, carbono e CaO. .

2.8.1 Ferramenta de controle para zinco

A Especificação de Zinco carregado no Alto-Forno da CST-Arcelor Brasil contempla que o valor deve ser menor que 0,15 Kg de Zinco / tonelada de gusa produzido. Visando atender essa condição foi desenvolvida na Sinterização uma ferramenta de controle para balanço de Zinco. São considerados os teores de Zinco de cada matéria-prima, incluindo os Minérios, Fundentes e os Co-Produtos, O Co-Produto de maior teor de Zinco é a lama de Aciaria, (RLAA), sendo esse insumo consumido não em função de sua geração, mas em função do balanço final de Zinco no Sínter produto. A Figura 10 demonstra o balanço de Zinco considerando todos os componentes da pilha em formação, com seus respectivos teores de ZnO. Para o caso específico, o teor de ZnO da pilha simulada é 0,012% :

Balança de ZnO - PILHA HOMOGENEIZADA					
Consumo:					
Input	Tipo	Peso (t) / PH	%ZnO	Peso Zn (t)	
Minérios	SFHC	4800	0,003	0,14	
	SFCA	0	0,004	0,00	
	SECE	25000	0,003	0,75	
	STCA	31000	0,005	1,55	
	STHM	724	0,004	0,03	
	FPTU	4000	0,002	0,08	
	SFAL	11500	0,003	0,35	
Calcário	CALCARIO	130035	0,005	6,50	
Degradado	Sinter	14430	0,014	2,02	
Minérios	MMG	6667	0,006	0,40	
Pelotas	PEAF	303	0,006	0,02	
Recirculados	RSUC	920	0,018	0,16	
	RLAA	400	1,300	5,20	
	RCAC	2210	0,007	0,14	
	Pó AF	674	0,220	1,48	
	RLIX	3000	0,100	3,00	
	Pó Coqueria	138	0,099	0,14	
	PODA	80	0,041	0,03	
	PO DESSULF	45	0,990	0,45	
	POBH	150	2,500	3,75	
	RBIT	397	0,383	1,52	
	CAREPA	1207	0,007	0,08	
	Combustível	ANTRACITO	4340	0,012	0,52
		COQUE	1680	0,020	0,34
			Sub-total	29	
Peso Médio PH (t)				243700	
			% ZnO - PH	0,012	
				LIMITE: 0,015	

Figura 10. Modelo de Simulação do teor de ZnO do Sinter em função das matérias- primas.

2.8.2 Resultados do controle na qualidade do sinter

Verifica-se através da carta de controle aplicada ao teor de ZnO do Sinter que apesar da grande quantidade de Co-Produtos consumidos na Sinterização os resultados no Sinter atendem na média o limite acordado com o cliente Alto-Forno, com baixa variabilidade conforme mostra a Figura 11:

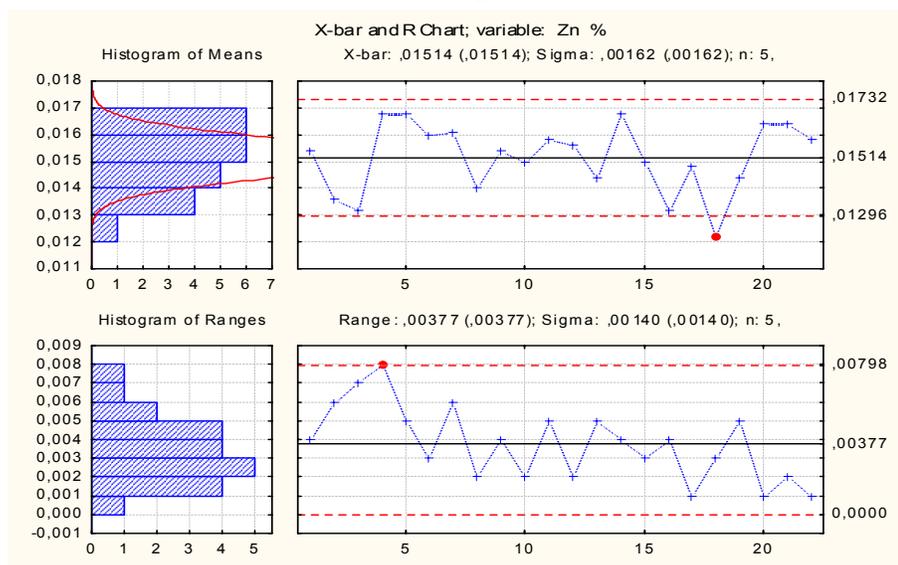


Figura 11. Carta de Controle: Teor de Zinco no Sinter.

2.9 Adequação dos Resíduos Gerados para o Processo

Com o foco na vigorosa política de aproveitamento de resíduos industriais, os materiais dispostos na Central de armazenamento de Subprodutos (CASP) são submetidos ao processo de ajustes de granulometria, adequação da umidade e a retirada de materiais impróprios ao processo de Sinterização. Além de uma central de beneficiamento foram efetuados investimentos em equipamentos da Sinterização com objetivo de maximizar os consumos.

3 GANHOS OBTIDOS

3.1 Ganhos Financeiros para a Empresa

A incorporação dos Co-Produtos na carga da Sinterização se traduz em ganho financeiro para a empresa, pela substituição de matérias-primas adquiridas, como minério de ferro, fundentes e combustíveis.

A Figura 12 mostra a redução da necessidade de compras de algumas matérias-primas em função da taxa de substituição de materiais ricos em Ferro, CaO e Carbono:

Co-Produto	Característica	Taxa de Substituição	Redução na Necessidade de Compra
RCAC (Produtos da Calcinação)	42% de CaO	1 ton substitui 1 ton de calcário Fino	50.000 t de calcário
Pó de Alto Forno	50% de Fe ₂ O ₃	1 ton substitui 0,54 ton de Minério	21.600 t/ano de Minério de Ferro
Pó de Despoejamento da Coqueria	85% de C	1 ton substitui 0,87 ton de Antracito	22.620t/ano de Antracito

Figura 12. Substituição de matérias-primas adquiridas por Co-Produtos.

3.2 Ganhos Ambientais

A menor necessidade de compras de matérias-primas contribui para a redução da degradação ambiental e vem de acordo com a Política Ambiental da CST– Arcelor Brasil, que tem entre outros valores, o respeito ao meio ambiente, o desenvolvimento sustentável, a redução da geração de resíduos, a reciclagem, a comercialização de Co-Produtos e a busca por melhorias que diminuam os impactos de sua operação contribuindo para uma sociedade sustentável.

4 CONCLUSÃO

A metodologia de controle no consumo de Co-Produtos permite a maximização dos consumos com uma visão sustentável, alinhada com a Política Ambiental da CST–Arcelor Brasil.

Os modelos de previsibilidade emissões de SO₂ , permitindo a simulação das emissões possibilita a dosagem de materiais reciclados sem ultrapassar o limite de referência adotado.

A ferramenta de controle para balanço de Zinco permite otimizar o consumo de lama de aciaria em atendimento à especificação de Zinco, permitindo a ser carregado no Alto- Forno.

A prática de reutilização de Co-produtos, adotada desde o início de operação da Arcelor Brasil - CST, vem sendo constantemente aprimorada, tornando efetivamente parte da cultura da empresa.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Universidade Federal do Espírito Santo - Instituto Tecnológico, Hydraulic department, Resistivity measurement of CST`s Sinter Plant dust, (1994; 1995; 1996).
- 2 IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - Technical report: measurement of dust size distribution and chemical composition, (1994).
- 3 Evolução no Controle das Emissões na Chaminé, Contribuição técnica apresentada na XXXV Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-Primas da ABM, realizado no período de 30 de agosto a 02 de setembro de 2005 em Florianópolis – SC.
- 4 Controles adotados pela Sinterização da CST no consumo de Co-Produtos, Trabalho apresentado no Seminário de Meio Ambiente da Área de Redução da CST, realizado em Setembro de 2005.
- 5 Manual do sistema de Gestão Ambiental – Companhia Siderúrgica de Tubarão – CST.