

# CONTROLE E UTILIZAÇÃO DE CO-PRODUTOS E RESÍDUOS GERADOS NA ACIARIA DA CST<sup>1</sup>

*Edgar Adrian de Oliveira<sup>2</sup>  
Fernando Gonçalves das Candeias<sup>3</sup>  
José Rosário Brumana<sup>4</sup>  
Marcelo Fernandes de Lana<sup>4</sup>  
Ricardo Filipe T. Moreira<sup>5</sup>  
Arion Bastos da Rosa<sup>6</sup>*

## **Resumo**

A produção de aço tem gerado muitas transformações no mercado mundial. E dentre estas transformações, podemos citar a atenção com o meio ambiente. Durante o processo de transformação do gusa em placas de aço são gerados resíduos e co-produtos. A CST tem buscado constantemente alternativas econômicas e ambientalmente corretas de reciclagem de resíduos gerados em seus processos. O presente trabalho apresentará a caracterização de alguns destes resíduos e co-produtos gerados na Aciaria da CST e as respectivas avaliações de potenciais utilizações.

**Palavras-chave:** Controle ambiental; Eficiência; Melhorias; Escória.

## **CONTROL AND USE OF CO-PRODUCTS AND BY-PRODUCTS OF CST'S STEELMAKING PLANT**

## **Abstract**

The steel production has influenced world market. And among these transformations, we could mention the preoccupation with the environment. Co-products and by-products are generated during the steel production process. CST is often studied economical and environmental alternatives to recycle their by-products generated in the process. This article will present some of these by-products and co-products characterization and their potential uses evaluation.

**Key words:** Environmental control; Efficiency; Upgrades; Slag.

<sup>1</sup> *Contribuição Técnica ao XXVIII Seminário de Aciaria – Internacional da ABM, realizado de 20 a 23 de Maio de 2007 – Belo Horizonte - MG – Brasil.*

<sup>2</sup> *Especialista do Laboratório da Aciaria da CST.*

<sup>3</sup> *Controlador de Equipamento de Refino Primário da Aciaria da CST.*

<sup>4</sup> *Especialista de Matérias-Primas da Produção de Placas da CST e Mestrando em Engenharia de Materiais.*

<sup>5</sup> *Especialista de Desenvolvimento de Co-produtos da CST.*

<sup>6</sup> *Especialista de Matérias-Primas da Produção de Placas da CST e Mestrando em Engenharia de Produção.*

## 1 INTRODUÇÃO

A CST, além de ser uma referência econômica é também um bom exemplo de como se pode produzir aço com responsabilidade social e preocupação com o meio ambiente. Um desafio superado a cada dia graças ao comprometimento de diretores, gerentes, empregados e parceiros em uma política ambiental compromissada e objetiva.

A Política Ambiental da CST promove o desenvolvimento de ações para: assegurar o cumprimento da legislação e normas ambientais; melhorar continuamente e prevenir a poluição; manter um diálogo aberto entre as partes interessadas; contribuir com iniciativas e desenvolver ações educativas; adotar práticas gerenciais apropriadas para utilizar de forma racional e eficiente os recursos naturais; avaliar previamente os impactos ambientais; difundir o Sistema de Gestão Ambiental entre fornecedores e prestadores de serviços e estabelecer metas e objetivos associados aos aspectos ambientais significativos, levando em consideração opções tecnológicas e requisitos financeiros.

A CST tem buscado o cumprimento efetivo de sua Política Ambiental de forma a produzir aço com qualidade, baixos custos e voltada para o desenvolvimento sustentável e o respeito ao meio ambiente.

Uma das vias do Desenvolvimento Sustentável está relacionada com uma adequada utilização das matérias primas e a transformação de resíduos em co-produtos, além de estudos contínuos para viabilizar adequados usos e/ou armazenamento para futuras utilizações.

A CST vem investindo na formação de quadros técnicos, novos equipamentos e desenvolvimentos em parceria com Universidades e outras Instituições visando eliminar a cultura do desperdício e consolidar a cultura da redução de perdas, reciclagem e a transformação de resíduos em co-produtos, possibilitando em alguns casos minimizar custos.

O fabricação do aço na Aciaria, envolve as etapas de dessulfuração do gusa em carros torpedos e no sistema KR que geram as suas escórias com características próprias. No processo de refino no convertedor LD e nas operações via IRUT e RH outras escórias são geradas, com composições típicas que demandam aplicações particulares para melhor aproveitamento como co-produtos.

As escórias de Aciaria LD geralmente são formadas predominantemente por óxidos de cálcio, silício e ferro. Mas sua composição varia conforme o tipo de forno, matérias primas utilizadas e tipo de aço produzido. A tabela abaixo ilustra a composição típica de alguns países.

**Tabela 1.** Composição química básica das escórias LD geradas em alguns países

<b>Composto</b>	<b>Brasil(%)</b>	<b>Austrália(%)</b>	<b>China (%)</b>	<b>Espanha(%)</b>	<b>França (%)</b>
CaO	6 - 45	> 35	40,5	48	47
SiO <sub>2</sub>	7 - 16	< 20	10,5	16	13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1 - 4	< 5	2,7	1,2	1
FeO	8 - 30	< 25	35	16	25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	Traços	1,05	0,5	2

O sistema de lavagem de gás é um sistema semifechado que tem a finalidade de apagar e lavar o gás gerado durante o sopro das corridas nos convertedores pela passagem deste por uma torre de lavagem.

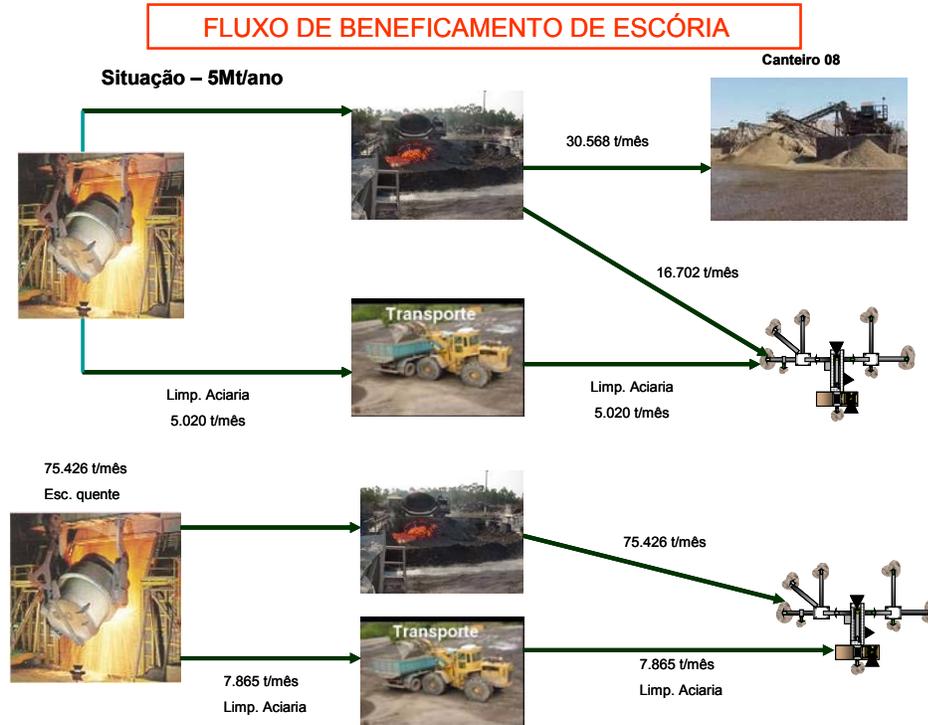
A água, após ser utilizada, tem que ser tratada para ser reaproveitada na mesma função. O tratamento consiste na separação primária da lama grossa pela passagem desta por um sistema de hidrociclones e classificador helicoidal e na separação secundária que consiste em retirar a lama fina pelo processo de decantação nos espessadores. Estas duas frações de lama são então devidamente encaminhadas para reciclagem total ou parcial.

Além do da existência do sistema de despoeiramento primário (lavagem dos gases), existe na Aciaria o Sistema de Despoeiramento Secundário que é responsável pela captação dos pós principalmente ao redor dos principais equipamentos (converteedores, pesagem de gusa, dessulfuração, etc). Estes pós são coletados e estocados em silos até serem transportados para a sua reutilização total ou parcial.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Escórias de Aciaria

A escória de aciaria é lançada na forma líquida numa baía de resfriamento e resfriada lentamente, solidificando-se de forma cristalina. Em seguida é beneficiada visando à retirada da parte metálica e separação por faixas granulométricas em plantas projetadas com peneiras, britadores e separadores magnéticos.



**Figura 1.** Fluxo de Processamento de Escória utilizado pela CST-ARCELOR nas fase de 5,0Mt/ano e 7,5 Mt/ano.

## 2.2 Lama de Aciaria

Após a lavagem dos gases, a lama resultante passa por processos de separação física (hidrociclonagem, classificação helicoidal e espessamento).

Conforme demonstrado na Figura 02, a lama grossa é total reutilizada na Planta de Briquetagem localizada dentro da CST. A fração fina da lama é parcialmente consumida na Sinterização (~35%) e na Briquetagem (~40%).

Para consumo na Sinterização é realizado um balanço de zinco com as matérias primas e recirculados. O teor de zinco é o principal limitador da recirculação da totalidade da lama fina gerada na Aciaria.

Para o consumo na Briquetagem, o limitador do maior consumo é a qualidade química dos briquetes produzidos que devem respeitar teor máximo de enxofre e mínimo de ferro metálico.

**Tabela 2.** Distribuição granulométrica das lamas grossa e fina oriunda da lavagem de gases gerados nos convertedores da Aciaria da CST (referência Maio/06).

AMOSTRAS	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA EM CICLOSIZER						
LAMA FINA	ALIMENTAÇÃO	CICLONE 01	CICLONE 02	CICLONE 03	CICLONE 04	CICLONE 05	OVER CICL. 05
% DE SÓLIDOS	23,85%	-	-	-	-	-	-
Diâmetro do corte (µm)	-	30,2 µm	21,7 µm	15,8 µm	11,17 µm	8,43 µm	< 8,43 µm
% retido	100,00	8,40	2,50	2,83	2,42	1,44	82,41

AMOSTRAS	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA								
LAMA GROSSA	Alimentação	>600µm	<600µm>425µm	<425µm>300µm	<300µm>212µm	<212µm>150µm	<150µm>106µm	<106µm>75µm	<75µm
% DE SÓLIDOS	91,78%	-	-	-	-	-	-	-	-
% retido	100,00	4,60	11,58	14,66	21,32	20,18	12,97	9,12	5,57

## 2.3 Pós de Despoeiramento da Aciaria

Os sistemas de despoeiramento localizados nas principais etapas e equipamentos da aciaria coletam os finos e pós gerados durante os processos produtivos (Calcinação, Dessulfuração, Pesagem de gusa e outras matérias primas, Converteedores, Refinos Secundários).

Atualmente, todos esses pós são recirculados via Sinterização. Dentre eles, os mais críticos são os gerados na etapa de refino do aço, coletados principalmente pelos sistemas de despoeiramentos secundários, devido principalmente ao teor de zinco contidos nos mesmos devido ao balanço de zinco que é realizado pela Sinterização nos consumo das suas matérias primas.

**Tabela 3.** Composição química típica dos principais finos/pós gerados na Aciaria da CST (referência Junho/06).

EXT	Amostra - Pó do Despoeiramento	%Fe <sub>T</sub>	%FeO	%Fe <sub>M</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%SiO <sub>2</sub>	%CaO	%MgO	%MnO	%Na <sub>2</sub> O	%K <sub>2</sub> O	%ZnO	%P	%C <sub>T</sub>	%S	Geração média (t/mês)
6012	RH	17,2	15,4	4,97	2,14	10,6	6,76	2,15	30,6	0,40	0,24	0,06	0,40	10,8	0,55	5,5
6013	Dessulfuração 1	27,2	3,51	3,28	1,84	1,58	30,5	0,27	0,33	8,14	1,81	0,98	0,022	7,20	0,97	88,7
6014	IRUT	45,0	2,54	2,56	1,49	2,14	9,59	3,20	9,31	0,17	0,54	2,39	0,037	2,36	0,46	8,1
6016	Dessulfuração 2	27,2	4,84	2,05	1,84	1,43	30,8	0,32	0,29	9,22	2,11	1,07	0,054	5,10	0,87	46,0
6142	Secundário 01 (POBH)	25,7	3,05	2,68	1,97	4,41	39,5	7,25	1,56	0,29	0,55	4,55	0,012	2,94	0,25	112,7
6143	Secundário 02 (POBH)	28,9	3,27	3,15	2,03	3,94	35,4	6,12	1,60	0,32	0,75	5,19	0,062	2,98	0,33	146,9
6144	Secundário 03 (POBH)	56,1	8,59	3,71	1,50	2,08	14,2	0,17	0,49	0,37	0,14	0,13	0,044	2,67	0,55	224,4
	Silos Térreos														0,15	75,7
	Silos Aéreos	26,2	11,6	3,64	0,48	4,05	33,3	4,80	1,09	0,19	0,17	0,32	0,036	3,68	0,003	275,2

Teor médio ponderado de ZnO (%): 1,50

Geração média mensal (t/mês): 983,2

### 3 PRINCIPAIS UTILIZAÇÕES DAS ESCÓRIAS DE ACIARIA

Após estas etapas do processo de beneficiamento apresentadas no fluxo da figura 01, a escória de Aciaria é transportada e empilhada para ser usada como agregado com várias granulometrias.

Em função das suas características, as escórias de Aciarias estão sendo utilizadas em aplicações, tais como:

1. Como agregado graúdo para concreto asfáltico ;
2. Como base e sub-base de rodovias;
3. Lastro de rodovias;
4. Como pavimentação asfáltica;
5. Como material drenante;
6. Como agregado na produção de blocos de concreto para alvenaria ( em desenvolvimento);
7. Como corretivo de solo para aplicação na Agricultura.

### 4 FENÔMENO DE EXPANSÃO DAS ESCÓRIAS DE ACIARIA

Devido à presença de óxidos de cálcio e magnésio livres. Estes óxidos, ao hidratarem, formam compostos expansivos. Uma técnica que utilizamos para evitar o problema da expansão da escória é submetê-la a um tratamento de hidratação e secagem, ao longo de determinado tempo, visando a estabilização da mesma. A escória obtida por este processo foi patenteadada pela CST-ARCELOR com o nome “ACERITA”.

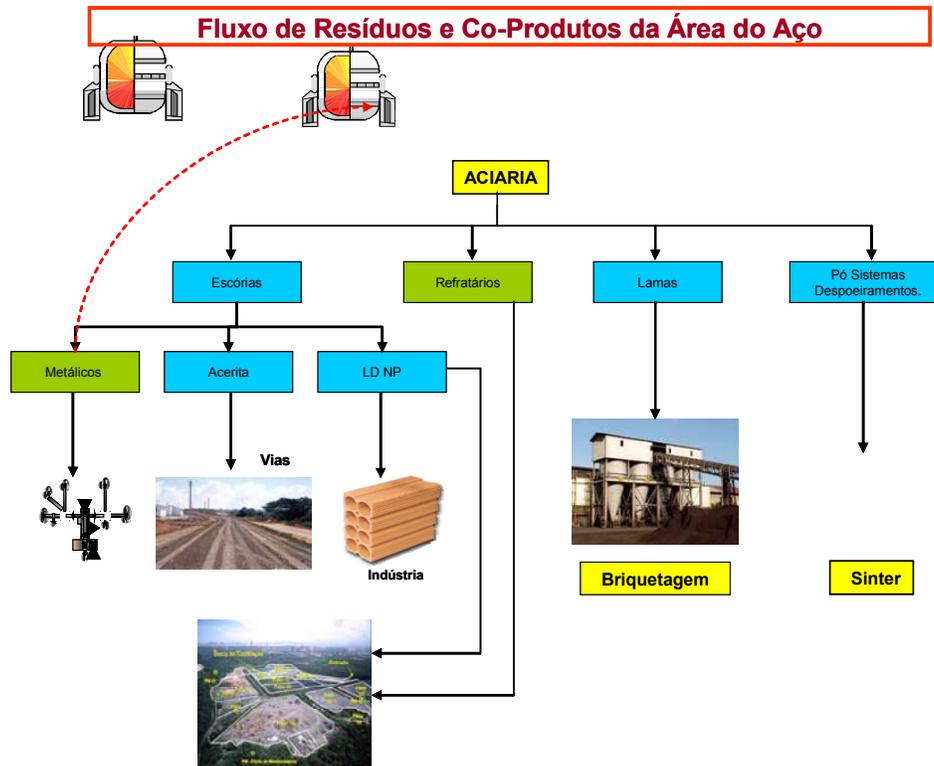


Figura 2. Fluxo de Resíduos e Co-Produtos da Área de Aço

## 5 EXEMPLOS DE APLICAÇÕES DAS ESCÓRIAS DE ACIARIA



**Figura 3.** Amostra de Escória LD

**5.1** A utilização da escória é benéfica ao meio ambiente na medida que pode substituir minerais cuja extração impacta o meio ambiente, ( brita, areia e calcário)



**Extração de Areia**



**Exploração de Pedreiras**

**Figura 4:** Exemplos de extração de areia e pedra

**5.2** A utilização de escória de Aciaria permite pavimentações de rodovias com camadas superficiais ( Granulometria da escória de 0 a 32 mm).



**Antes**



**Depois**

**Figura 5.** Exemplos de aplicação de escória em camadas superficiais (regularização de rodovias)

**5.3** A utilização de escórias em pavimentações (granulometria de 0 a 19 mm ) como base e sub-base de estradas.



**Estacionamento Fabril do LTQ- CST      Rodovia Norte-Sul – Vitória**

**Figura 6.** Exemplos de pavimentações asfálticas com base e sub-base em escória

**5.4** A utilização de escória com lastro ferroviário (granulometria de 32 a 75 mm), em substituição a brita.



**Figura 7.** Exemplo de lastro ferroviário utilizando escória (via principal dentro da CST)

**5.5** A utilização de escória de 0 a 12 mm, na produção de cimento.



**Figura 8.** Aplicação de escória em cimento

## 5.6- A utilização de escória na confecção de artefatos de concreto.

- Artefatos de Concreto



Exemplo de aplicação de escória em construção de passarelas de concreto (85 % de escória e 15% de cimento)  
(agosto/06)



1º Lote de blocos de pavimentação para utilização na CST  
(agosto/06)



Exemplo de aplicação em mourões de escória  
Área do Virador de Vagões – CST (julho/06)

Em andamento estudo de acompanhamento pela Falcão Bauer

**Figura 9.** Exemplos de aplicação de escória em concreto

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados mostrados neste trabalho confirmam a importância de se buscar o desenvolvimento sustentável em todos os processos visando inclusive o respeito ao meio ambiente.

A reciclagem é uma oportunidade de transformação de uma importante fonte de despesa em uma fonte de faturamento ou, pelo menos, na oportunidade de redução das despesas de deposição.

Investir em pesquisas e trabalhar as etapas dos processos de geração e reciclagem dos seus resíduos reduz despesas de gerenciamento, proporciona geração de receita, além de preservar os recursos naturais reduzindo a extração de novas quantidades de matérias primas e de energia, entre outros.

Todos os desenvolvimentos realizados pela CST representam apenas uma das etapas da transformação de resíduos em co-produtos, visando atingir a excelência, que resultara em benefícios para a própria empresa, para o meio onde está inserida, com resultados financeiros e ambientais.

## Agradecimentos

Aos operadores que auxiliaram na execução das amostragens, aos laboratoristas pela análises químicas e granulométricas realizadas, às parceiras que colaboraram com análises e desenvolvimentos diferenciados e à CST pela incentivo pessoal e financeiro dado para a realização deste trabalho.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 ASSIS, R, M, et al. ESCÓRIAS SIDERURGICAS : caracterização e aplicações para a industria da construção civil. In: SEMINÁRIO DE REDUÇÃO E MATÉRIAS PRIMAS, RESÍDUOS NA SIDERURGIA 25,ABM,VOLTA REDONDA, nov. 1994, p. 363-381.
- 2 GEYER,R.M. et al. Algumas questões ligadas ao controle ambiental na siderurgia e suas soluções. In SEMINÁRIO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS, 1997, Vitória. **Anais**. Vitória, 1997, p. 15-28.