

RECICLAGEM DO FERRO METÁLICO CONTIDO EM LAMA FINA DE ACIARIA¹

Walter Luiz da Costa Reis²
André Tarcizo de Oliveira Vieira³
João Henrique Echternacht⁴
José Ricardo de Oliveira⁵
Elias Fonseca de Castro⁶

Resumo

A industria siderúrgica tem buscado sua sustentabilidade desenvolvendo novas destinações para os seus co-produtos. Dentre destes co-produtos se encontra a lama fina. A demanda crescente de carga sólida na aciaria, associada ao aumento dos rendimentos metálicos, levou a CSN a buscar a recuperação do ferro contido na lama de aciaria. Este trabalho descreve o desenvolvimento, a partir de testes em laboratório, do processo de concentração, por separação magnética, com recuperação do ferro metálico. Após verificar-se o comportamento das partículas de óxidos de ferro e ferro metálico, quando expostas a um mesmo campo magnético, foi desenvolvido um separador seletivo, que atua somente nas partículas metalizadas. Com os resultados positivos de bancada, esta sendo instalada uma planta industrial com previsão de início de operação em março de 2007. A recuperação prevista será da ordem de de 1000 toneladas de concentrado de ferro por mês, com 75% de ferro metálico.

Palavras-chave: Lama fina de aciaria; Ferro metálico; Resíduos; Separação magnética.

RECYCLING OF THE METALLICAL IRON CONTENTS FINE SLUDGE BOF CONVERTER

Abstract

The metallurgical industry has been looking for its sustainable development new destinations for its co-products. Of these co-products meets the fine sludge BOF converter that is generally disposed for sale in industrial embankment. The growing demand of solid load at BOF converter, associated to the increase of the yields metallic, took CSN to look for the recovery of the iron contained in the fine sludge BOF converter. This work describes the development, starting from tests in laboratory, of the concentration process, for magnetic separation, with recovery of the metallic iron. After verifying the behavior of the particles of oxides of iron and metallic iron, when exposed to a same magnetic field, a selective separator was developed, that only acts in the particles metalizadas. With the positive results of having supported, this being installed an industrial plant with forecast of I begin of operation in March of 2007. The foreseen recovery will be of the order of of 1000 tons of concentrate of iron a month, with 75% of metallic iron.

Key words: Fine sludge BOF converter; Metallic Iron; Residues; Magnetic separation.

¹ *Contribuição técnica ao XXXVIII Seminário de Aciaria – Internacional, 20 a 23 de maio de 2007, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² MSc – Gerente Geral de Processos Siderúrgicos da CSN.

³ Coordenador de Projetos Especiais da CSN

⁴ MSc – Engenheiro de Desenvolvimento Sênior da CSN

⁵ MSc – Engenheiro Especialista da CSN

⁶ Coordenador de Projetos da K&K

1 INTRODUÇÃO

O objeto deste estudo é a implantação de um Sistema para Recuperação de Ferro Metálico da Lama Fina de Aciaria. Este sistema terá uma planta adicional, a ser construída, próximo ao silo, abaixo dos classificadores e com a implantação de uma caixa de polpa com bomba, no tanque de recebimento da lama espessada. A totalidade da Lama de Aciaria será disponibilizada para processá-la nesta planta industrial.

Todos os cuidados serão tomados na concepção do sistema, visando oferecer garantias necessárias, para que não haja nenhuma interferência no processo produtivo.

Cuidados específicos serão tomados para que não haja nenhuma agressão ao meio ambiente. O sistema a ser instalado estarão de acordo com normas ambientais vigentes.

O sistema será dimensionado para tratar até 100.000 toneladas/ano de lama fina de aciaria, recuperando o ferro metálico, para uso no processo siderúrgico.

2 DESCRIÇÃO TÉCNICA

2.1 Fluxograma de Processo

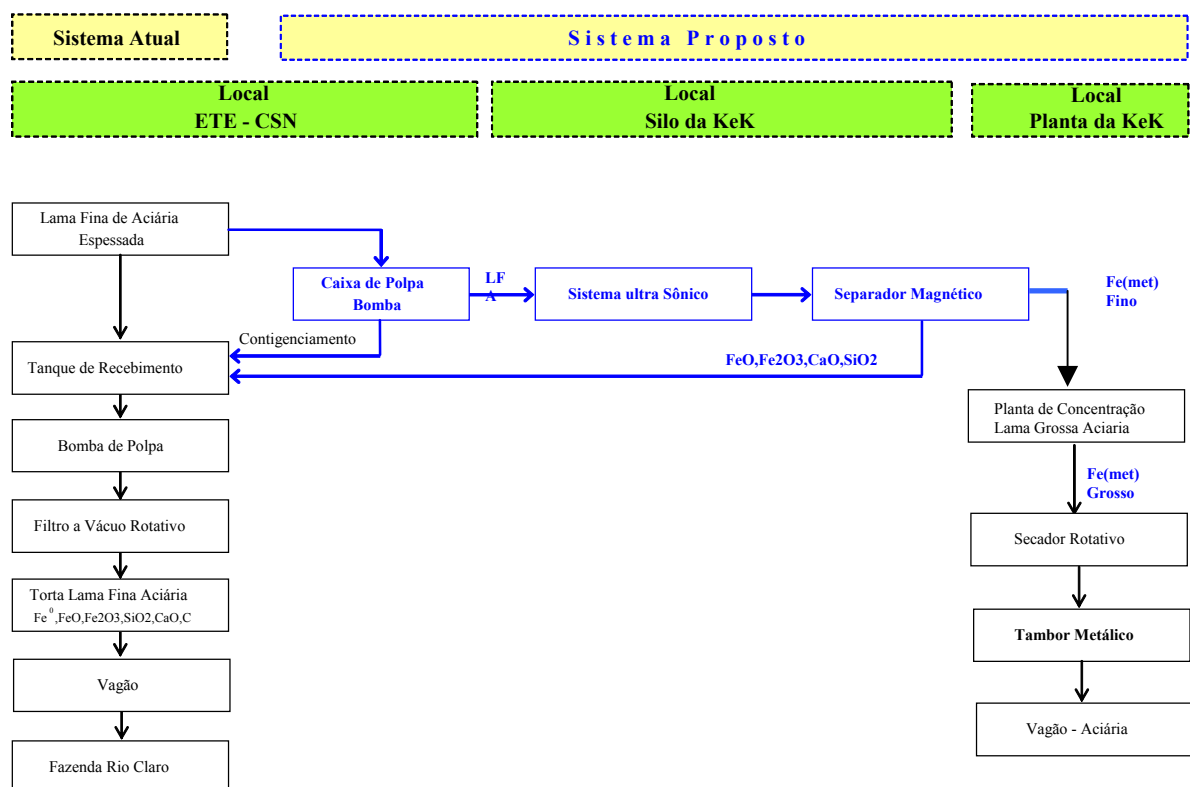


Figura 1 – Fluxo do processo

2.2 Descrição de Funcionamento

A lama fina de aciaria, após ser espessada, com cerca de 30% de sólidos, será coletada em caixa de polpa a ser instalada no interior do tanque de recebimento da ETE, no ponto de descarga da lama espessada. Através de uma

bomba de polpa, a lama fina de aciaria espessada será bombeada, numa distância aproximada de 120 metros, passando previamente por um desagregador ultra-sônico, até o separador magnético a ser instalado na área do silo da lama grossa de aciaria . O separador projetado exclusivamente para separar somente ferro metálico, permitirá a remoção de todo o ferro metálico presente. O ferro metálico será bombeado diretamente para um silo dosador que, por sua vez, irá alimentar o atual secador rotativo, neste momento interagirá com o sistema atual, ocorrendo a mistura do ferro metálico fino com o ferro metálico grosso.

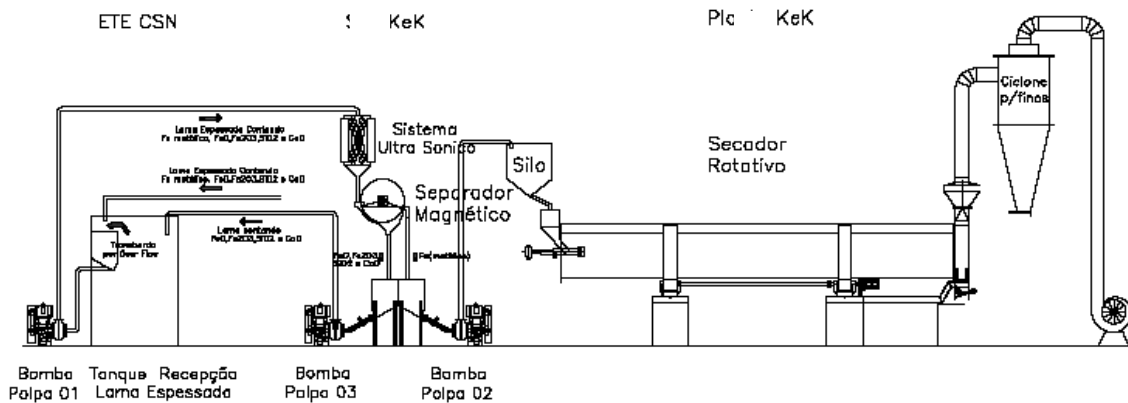


Figura 2 – Esquema de funcionamento do processo

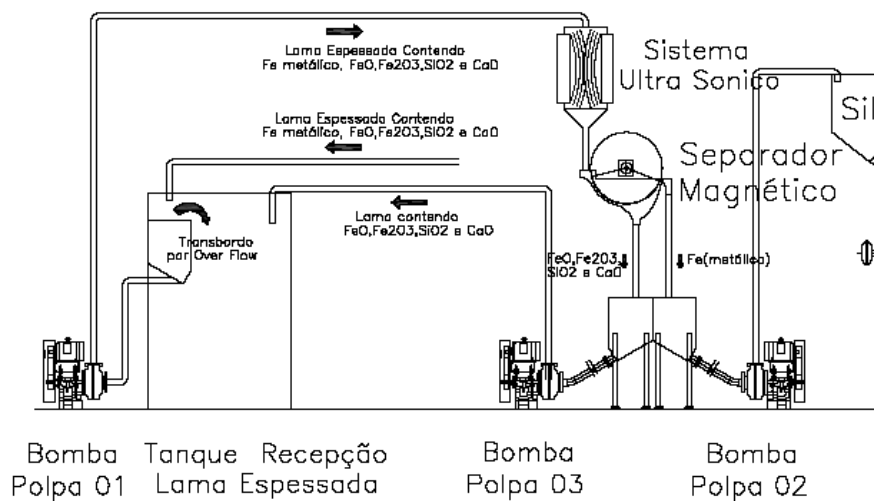


Figura 3 – Detalhe do Esquema do processo

A fração menos magnética, contendo óxido de ferro ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$), sílica e óxido de cálcio, será bombeada de volta até o tanque de recebimento da ETE, dando continuidade ao sistema de filtro a vácuo rotativo, já isento de ferro metálico. Com o objetivo de evitar qualquer contingenciamento e interferência no processo, numa eventual parada do sistema de recuperação de ferro metálico, a caixa de polpa, posicionada no interior do tanque de captação da lama fina espessada na ETE, em questão de segundos, transbordará e a lama fina de aciaria alimentará o sistema já existente por over flow, dando continuidade ao bombeamento para os filtros a vácuo rotativos. Para evitar qualquer interferência, por problemas mecânicos ou elétricos nas bombas e separador magnético, será instalada uma válvula guilhotina de acionamento pneumático, na bomba que bombeia a lama fina espessada para o separador magnético, intertravada com todos os equipamentos,

ou seja, a eventual parada do separador magnético, ou das bombas, ou em caso de um entupimento da tubulação, fará com que, automaticamente, a válvula de guilhotina seja fechada pneumáticamente, e em questão de segundos, a caixa de polpa, instalada dentro do tanque de recebimento da ETE, transbordará e a lama fina de aciaria alimentará o sistema já existente por over-flow, dando continuidade ao bombeamento para os filtros a vácuo rotativos.

Além da válvula de guilhotina com acionamento pneumático, será instalado um dispositivo para injeção de água, com acionamento através de válvula solenóide normalmente fechada, e no momento em que o sistema mandar um sinal para a válvula de guilhotina, automaticamente a mesma emitirá um sinal que abrirá a válvula solenóide, injetando água no sistema para evitar entupimentos nas tubulações.

O produto seco, ferro metálico grosso mais ferro metálico fino, será coletado em tambores metálicos de 200 litros isentos de quaisquer resíduos, e serão devidamente fechados, com tampa aparafusada, sendo posteriormente içados por talha elétrica e descarregados no vagão, já existente no processo de tratamento da lama grossa de Aciaria.

2.3 Fluxograma e Balanço de Massas

O balanço de massa, descreve a evolução do rendimento de massa, a partir da alimentação, no surgimento das frações; a evolução dos elementos de interesse, durante o processo de recuperação do Concentrado de Ferro Metálico e Rejeito (Óxido de Ferro, SiO₂, CaO, Al₂O₃, MgO, C e Zn), e da vazão mássica (Q, toneladas por hora). As representações das frações contam na Tabela 1.

CM – Concentrado de Ferro Metálico, obtido após processamento no separador magnético. M1 – Misto obtido a partir da concentração da Lama de Aciaria. RJ – Rejeito final, contendo FeO, Fe₂O₃, SiO₂, Cão, Al₂O₃, MgO, C e Zn, fração menos magnética do separador magnético.

Tabela 1 – Balanço de massa

Produtos	Alimentação	Conc. Ferro Metálico	Rejeito
Q (t/mês)	8 000.0	1 132.8	6 867.2
% dist.	100.0	14.2	85.8
Água(m ³)/mês	18 666.7	283.2	18 383.5
% sólidos	30.00	80.00	27.20
dp(g/ cm ³)	1.30	2.75	1.21
MP(t/h)	37,03	1 416.0	25 250.7
VP(m ³ /h)	28,46	3 894.0	30 553.3
%Fe ^o	10.62	75.00	
%FexOy	63.20	14.16	70,08
%SiO ₂	1.35		1.57
%CaO	7.00		8.16
%Al ₂ O ₃	0.15		0.17
%MgO	1.30		1.51
%C	1.50		1.74
%Zn	1.03	0.65	1.20

2.4 Dos Cuidados Ambientais

O sistema de recuperação proposto, de não geração de resíduo, será utilizado com pequenas quantidades de água clarificada, somente para limpeza do tambor magnético, **NÃO PROVOCANDO QUALQUER PROBLEMA AMBIENTAL**. Eventualmente, possíveis vazamentos serão coletados em canaletas, que estarão circundando toda a planta separadora, onde toda a polpa será drenada, para um poço receptor que, por sua vez, será bombeada para a calha principal do espessador.

As saídas dos secadores rotativos serão equipadas com câmara de expansão, evitando-se a perda de finos.

Gás gerado junto ao vapor, durante a secagem. Composição Típica:

O₂ – 10 m³/h; CO₂ – 140 m³/h; IC4 – 1,7 m³/H; CO – 11,05m³/h

N₂ – 612 m³/h; H₂O – 30 m³/h; NC4 – 12 m³/h

2.5 Produtos

A especificação de produto se encontra na Tabela 2;

Tabela 2 – Concentrado de ferro metálico

Mínimo de Ferro Metálico	70,0%
Máximo de umidade	2,5%
Máximo de SiO ₂	2,5%
Máximo de FexOy	28,0%
Granulometria	1,5mm a 0 mm
Mínimo de Rendimento Mássico Ferro Metálico	10,0%

2.6 Plano de Contigência

O presente sistema foi projetado de forma a permitir possíveis paradas de qualquer um dos equipamentos da planta de beneficiamento e também da ETE.

Em caso de parada da Bomba de Polpa 01(local tanque da ETE): Esta bomba tem por finalidade captar toda a lama espessada e efetuar o bombeamento para o separador magnético. Na eventual parada da bomba, ou entupimento da tubulação, a lama espessada cairá por transbordo, alimentando novamente o sistema de captação para os filtros a vácuo rotativo.

Em caso de parada do Separador Magnético: O separador estará alocado a 120 m do local de captação da lama espessada. Numa eventual parada do separador magnético, o contato da bomba abrirá, desligando o separador magnético, a Bomba de Polpa 01 e os equipamentos a seguir, que estarão intertravadas, e fará com que a lama espessada caia por transbordo, alimentando novamente o sistema de captação para os filtros a vácuo rotativo.

Em caso de parada Bomba de Polpa 02: Esta bomba tem por finalidade bombear o Concentrado de Ferro Metálico para o Silo, que estará posicionado na planta de recuperação de lama grossa de aciaria. Numa eventual parada da bomba de polpa 02, ou entupimento da tubulação, o contato da bomba abrirá, desligando o

separador magnético e também a Bomba de Polpa 01, que estarão intertravados , e a lama espessada cairá por transbordo, alimentando novamente o sistema de captação para os filtros a vácuo rotativo.

Em caso de parada Bomba de Polpa 03: Esta bomba tem por finalidade bombear o rejeito do separador magnético, para o tanque de bombeamento para os filtros a vácuo rotativos da CSN. Numa eventual parada da bomba de polpa 03, ou entupimento da tubulação, o contato da bomba abrirá, desligando o separador magnético e também as Bombas de Polpa 01 e 02, que estarão intertravadas , e a lama espessada cairá por transbordo, alimentando novamente o sistema de captação para os filtros a vácuo rotativo.

2.7 Prazo para Implantação

O prazo para implantação da planta é de 90/120 dias, que compreende: fabricação do separador magnético, aquisição das bombas, aquisição de materiais, montagem das tubulações e montagem dos equipamentos:

3 PROCEDIMENTO OPERACIONAL

- As três amostras foram devidamente homogeneizadas,
- Quarteamento de quatro alíquotas,
- 1º alíquota, análises de teor de cabeça,
- 2º alíquota, análises granulométrica,
- 3º alíquota, separação magnética,
- 4º alíquota, teste adicional de separação,

Observação: para realizar os testes de granulometria e separação magnética as amostras sofreram um processo de liberação e dispersão utilizando sistema ultrasonico.

3.1 Análises Granulométricas

Tabela 3 – Granulometria

MALHA	Massa(g)	DIST.%	%Dist Acum
+115#	169.09	5.41	5.41
+200#	160.33	5.13	10.54
+325#	348.43	11.15	21.69
+600#	33.01	1.06	22.74
-600#	2 415.00	77.26	100.00
CABEÇA	3 125.86	100.00	

Observação: para o peneiramento, foram adicionadas as malhas de 400 e 500 mesh, não houve retenção de partículas nestas malhas, portanto foram eliminadas do processo.

Comentários: 21,69% da massa encontra-se superior a 325 mesh(45 microns) e 77,26 encontra-se abaixo de 600 mesh(22 microns), é possível prever que a lama fina de aciaria esta com uma moda granulométrica próxima a 700 mesh(10 microns) ou um pouco mais inferior.

3.2 Granulométrica X Análises Químicas por Fração

Tabela 5 – Granuloquímica

MALHA	Massa(g)	DIST.%	%Dist Acum	Fe%	Zn%	Si%	Mg%	Ca%	Cr%	PPC%
+115#	169.09	5.41	5.41	42.35	0.66					
+200#	160.33	5.13	10.54	44.01	0.93					
+325#	348.43	11.15	21.69	56.57	1.03					
+600#	33.01	1.06	22.74	52.47	1.27					
-600#	2 415.00	77.26	100.00	60.46	2.4					
CABEÇA	3 125.86	100.00		58.87	2.06					

Comentários: As análises químicas de Si, Mg, Ca, Cr e PPC, ainda estão sendo realizadas.

Observar que os teores de Ferro Total nas frações +115, +200 e +325mesh, apresentam teores menores de ferro, em virtude a da presença de Sílica e Oxido de Cálcio, esta tendência pode ser observada também para o Zn, comprovando a teoria que o Zinco esta associado ao Oxido de Ferro como Ferrato de Zinco.

3.3 Separação Magnética

Os testes foram realizadas utilizando equipamentos desenvolvidos. específicos para separação de ferro metálico e oxido de ferro.

Alem do condicionamento, de liberação e dispersão com sistema ultrasonico, foi adicionada uma pequena quantidade de dispersante para romper a presença de polímeros, agentes flocculantes utilizados no processo de espessamento.

Tabela 6 – Separação Magnética

PRODUTO	Massa(g)	DIST.%	%Dist Acum	Fe%	Zn%	Si%	Mg%	Ca%	Cr%	PPC%
1º MAG	629.84	19.98	19.98	70.46	0.72					
2º MAG	525.57	16.67	36.66	57.51	2.20					
3º MAG	197.08	6.25	42.91	57.64	2.25					
4º MAG	1 644.40	52.17	95.08	55.48	2.35					
Ñ MAG	155.08	4.92	100.00	51.20	3.25					
CABEÇA	3 151.97	100.00		58.87	2.06					

Na Tabela separação magnética o produto 1º MAG corresponde a retirado do ferro metálico, que corresponde a 19,98% em massa e com teor de Ferro Total de 70,46%.

Os produtos 2º, 3º e 4º MAG, corresponde a remoção do oxido de ferro, com uma somatória de 75,09% em massa e com teor médio de Ferro Total de 56,12%.

4 CONCLUSÃO

Neste teste com o processo de separação magnética proposto é possível remover 95,07% em massa de produtos contendo 19,98% de ferro metálico e 75,09% de oxido de ferro, com resíduo de 4,92% em massa a ser processado no filtro a vácuo rotativo.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Vieira, André Tarcizo de O.; Longo, Elson; Echternacht, João Henrique, Oliveira, José Ricardo, Costa Reis, Walter Luiz – **Produção piloto de pelotas a partir da lama fina de aciaria LD e óxido de ferro sintético, gerado na decapagem ácida da CSN** – XXXVII Seminário de Aciaria ABM. Porto Alegre, Maio de 2006.
- 2 Oliveira, E. R., Martins, J. – **Emprego de Resíduos Siderúrgicos e Pellet Feed Micropelotizados na Sinterização de Minério de Ferro** – R. Esc. Minas, Ouro Preto, 56(4): 249-254, out-dez 2003.
- 3 Noldin Jr, José Henrique; D'Abreu, José Carlos; Martins, Karla de Meo Martins; Rodrigues Filho – **Cinética de Redução de Briquetes Auto-Redutores** – Seminário de Auto-Redução e Aglomeração a Frio do 58º Congresso Anual da ABM. Julho de 2003.
- 4 Nascimento, Ramiro C., et al. – **The Self-Reduction Technology For Recycling of Solid Wastes In An Integrated Steelmaking Plant : A Sustainable Alternative.** – Materials Transactions - vol. 42, no. 12, 2506-2510, 2002.
- 5 Takano, Cyro, et al.- **Reciclagem de Resíduos Siderúrgicos Sólidos** – Seminário Nacional sobre Reuso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2000
- 6 Landow, M.P., et al – **An Overview of Steel Mill Waste Oxide Recycling by Cold Bonded Roll Briquetting**, Ironmaking Conference, ISS, 1998.