

DESENVOLVIMENTO DO SOPRO DE OXIGÊNIO COM LANÇA DE JATO COERENTE NA USIMINAS

José Flávio Viana ⁽¹⁾

Emércio Batista Campos ⁽²⁾

Fábio Duarte Santos ⁽³⁾

Ismar Sardinha ⁽⁴⁾

Resumo

O sopro de oxigênio utilizando jato coerente, Cojet[®], foi desenvolvido inicialmente para fornos elétricos. Graças ao potencial deste sopro para flexibilizar a operação de convertedores, sua utilização foi estendida ao LD a partir de 2001. A Usiminas participou deste desenvolvimento por meio de um contrato com a Praxair Metals Technology. A lança Cojet[®] foi instalada no Convertedor 5 da Aciaria 2 em julho de 2002 trazendo como resultado a redução dos níveis de oxidação e redução do tempo de sopro. São apresentados os resultados e as etapas deste desenvolvimento.

Palavras-chave: conversor LD, sopro de oxigênio, Cojet[®]

Development of Oxygen Blowing Using Coherent Jet, Cojet[®], at Usiminas

Abstract

The oxygen blowing using coherent jet, Cojet[®], has been developed to EAF, but considering its potential to make the converters operation more flexible, this improvement started in 2001. Usiminas participated in this job by a contract with Praxair Metals Technology. The lance Cojet[®] was installed in Converter #5 of Steelmaking plant #2 on July 2002 and brought as results the reduction of the oxidation levels and the blowing time. These results and the steps of this development are showed.

Key-words: LD converter, oxygen blown, Cojet[®]

I. INTRODUÇÃO

A produção de aço através de convertedores LD já completou mais de cinquenta anos de existência. O sucesso deste processo baseou-se na expressiva redução de tempo pela utilização do oxigênio puro, soprado com jato supersônico sobre o gusa líquido. As décadas de 60 e 70 foram marcadas por grandes desenvolvimentos em equipamentos e modelos matemáticos para os convertedores. Já nas décadas de 80 e 90, as atenções voltaram-se para o refino secundário.⁽¹⁻³⁾ O momento atual exige um retorno ao desenvolvimento do processo LD com o objetivo de aprimorar os tratamentos do refino secundário.⁽⁴⁻⁷⁾

A tecnologia de jato coerente, Cojet[®] foi desenvolvida dentro deste espírito. A princípio, ela foi utilizada em fornos elétricos para aumentar a eficiência do sopro de oxigênio e,

conseqüentemente, reduzir o tempo de processo^(8,9). O sucesso desta aplicação, hoje mais de cinquenta fornos a utilizam, incentivou o desenvolvimento de sua utilização em convertedores.

2. PRINCÍPIOS DO JATO COERENTE

O jato coerente consiste na utilização de um gás combustível, como o gás natural ou GLP, para promover uma chama envolvente nos jatos supersônicos de oxigênio. A Figura 1 mostra uma foto do jato Cojet[®], obtida em laboratório.

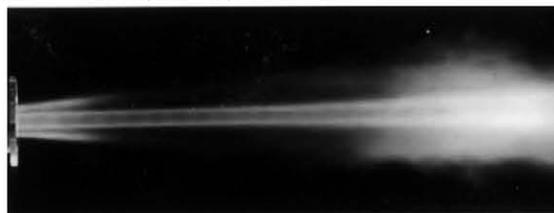


Figura 1. O jato coerente.

⁽¹⁾ Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, M.Sc., CQE/CQA/ASQ, Gerente de Seção de Convertedores da Aciaria 2 da Usiminas, Ipatinga, MG.

⁽²⁾ Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, M.Sc., Departamento de Aciaria da Usiminas, Ipatinga, MG.

⁽³⁾ Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, M.Sc., CQE/ASQ, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Usiminas, Ipatinga, MG.

⁽⁴⁾ Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, CQE/ASQ, Gerente de Processo da Praxair Metals Technology, América do Sul.

O conceito fundamental desta tecnologia Cojet® está ligado ao projeto de uma lança e do respectivo bico para dar coerência aos jatos supersônicos de oxigênio, através da chama de proteção formada por jatos de oxigênio e GLP. Deste modo, eles manterão suas características originais por uma distância maior que a apresentada pelos jatos originados de bicos convencionais. Isto permite o controle do sopro com uma força de penetração no banho que dá ao processo maior flexibilidade e estabilidade. A Figura 2 mostra um gráfico comparando a velocidade do jato Cojet® com o convencional, a partir da origem.⁽⁹⁾

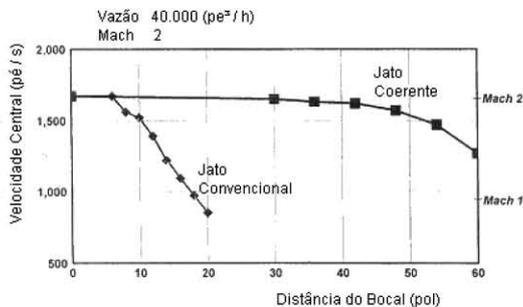


Figura 2. Comportamento da velocidade central do jato de oxigênio com a distância, para bocal convencional e Cojet®.

3. O DESENVOLVIMENTO DO COJET® NA USIMINAS

A instalação do sistema Cojet® no Convertedor 5 da Aciaria 2 da Usiminas foi realizada no período de outubro de 2001 a julho de 2002.

As lanças foram modificadas por serem necessárias mais duas entradas de gases, uma para o combustível, GLP, e outra para o oxigênio. Pela linha do GLP podem ser utilizados nitrogênio ou argônio, quando não se utiliza o sopro Cojet®. O projeto do bico das lanças Cojet® foi realizado para vazão de oxigênio de 40.000 Nm³/h, com as mesmas características do bico convencional, permitindo a operação na faixa de 35.000 a 45.000 Nm³/h.

O sistema de lanças de oxigênio da Usiminas é composto de um carro para movimentação vertical e dois carros horizontais, que posicionam uma ou outra linha para sopro de oxigênio. A troca das linhas pode ser feita em modo manual ou automático. Como foram introduzidos mais dois tubos concêntricos na lança, seu peso aumentou e ultrapassou o limite do sistema de içamento. Foi então necessário fazer o seu redimensionamento e substituição.

Para a implantação do Cojet®, foram também construídas uma estação de válvulas para seleção dos gases de proteção a serem utilizados, um tanque de argônio e uma estação para fornecimento de GLP. Para o controle da injeção dos gases foi utilizado um novo Controlador Lógico Programável (CLP), conectado à rede existente. Para supervisão da operação, foi modificado o aplicativo do supervisor existente com a introdução de novas telas. Na estação de cálculos, foram introduzidas modificações para armazenamento de dados históricos e a definição dos perfis de sopro a serem utilizados.

Todo o projeto foi desenvolvido visando a implantação do Cojet® durante a troca do revestimento do convertedor, evitando-se paradas operacionais. A Aciaria 2 da Usiminas trabalha em regime 2/2 e toda parada de um convertedor pode trazer perda de

produção. A troca de todo o sistema foi realizada com sucesso em julho de 2002, durante cinco dias, período de troca do revestimento, sem perda de produção.

Os ajustes pós *start up* foram realizados dentro da mesma filosofia de não causar nenhum transtorno operacional. Inicialmente, foi ajustado o sistema convencional e em seguida o Cojet®.

No sistema de captação, limpeza e recuperação dos gases (sistema OG), projetado para suportar sopro de oxigênio com vazão de até 50.000 Nm³/h, não foram necessárias modificações.

O desenvolvimento dos padrões de altura de lança, vazão de gases e adição de fundentes, foi baseado em medições do nível de oxidação obtido no aço. Isto foi feito através de análise das relações entre o teor de carbono de fim de sopro, com os teores de manganês de fim de sopro, de oxigênio livre dissolvido no banho e de ferro total na escória, para cada condição. As etapas das alterações realizadas nos pa-drões foram feitos em conjunto pela Usiminas e Praxair, maximizando a experiência das duas empresas no refino do aço em convertedores.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos com a lança Cojet® na vazão de projeto (40.000 Nm³/h) foram bastante promissores. Por isto, optou-se por realizar testes com vazão de oxigênio mais alta, ou seja 45.000 Nm³/h, visando a redução no tempo de sopro. Observou-se, nesta condição, uma estabilidade de sopro maior e melhores resultados metalúrgicos. Foram então produzidas aproximadamente 500 corridas com este padrão. Os resultados, selecionados conforme o critérios da Tabela 1, foram comparados aos obtidos de corridas sopradas com lança convencional e vazão de 40.000 Nm³/h, conforme mostram as Figuras 3, 4 e 5.

Tabela 1. Critérios para seleção de corridas na análise estatística.

VARIÁVEL	FAIXA
Teor de silício do gusa (%*100)	25 ≤ Si ≤ 60
Temperatura do gusa (°C)	≤ 1250
Adição de sinter durante o sopro (kg)	≤ 1500
Temperatura de fim de sopro (°C)	≤ 1700
Peso de aço líquido retornado (kg)	= 0
Teor de carbono de fim de sopro (%*100)	≤ 15
Teor de fósforo visado (%*1000)	= 25
Ressopro	Não
Proporção de sucata (%)	< =20
Composição química de aço e escória fim de sopro	Sim

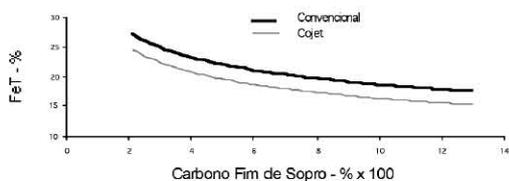


Figura 3. Relacionamento entre os teores de carbono fim de sopro e ferro total na escória (FeT) para sopro convencional e Cojet®.

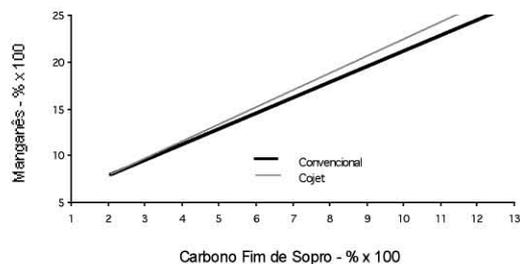


Figura 4. Relacionamento entre os teores de carbono e manganês fim de sopro para sopro convencional e Cojet®.

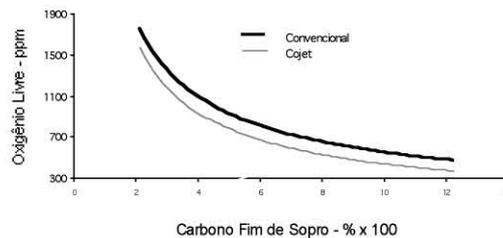


Figura 5. Relacionamento entre os teores de carbono e oxigênio livre fim de sopro, para sopro convencional e Cojet®.

Observa-se nas figuras uma melhoria considerável do nível de oxidação das corridas realizadas com a lança Cojet®. Deste modo, os benefícios já obtidos com a implantação dessa tecnologia são:

- melhoria do rendimento em aço;
- redução do consumo de alumínio;
- redução do consumo de Fe-ligas de manganês;
- melhoria de qualidade.

Considerando a estabilidade de sopro obtida com o aumento de vazão de oxigênio, utilizando o Cojet®, um outro ganho potencial seria um aumento de produtividade devido a redução do tempo de sopro. Obteve-se uma redução média em cerca de 1,4 minutos na Usiminas, que não refletiu em elevação da produtividade devido à limitação da produção de gusa líquido.

5. CONCLUSÕES

O jato coerente foi implantado com sucesso na Aciaria 2 da Usiminas e surge como tecnologia de grande potencial para permitir o aumento de rendimento, redução no consumo de ferro-ligas e alumínio e melhoria de qualidade devido a redução da oxidação do banho. Para as aciarias com produção limitada pelos convertedores, existe ainda, a possibilidade de ganhos significativos em produtividade, pela redução do tempo de sopro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, S.L.S., VIANA, J.F., PRENAZZI, A. Dessulfuração de Gusa na Usiminas. In: SEMINÁRIO DE ACIARIA DO INSTITUTO ARGENTINO DE SIDERURGIA, 11, Buenos Aires 1997. **Anais...** Buenos Aires: Instituto Argentino de Siderurgia, 1997.
2. COSTA, S.L.S., BARROS, H.N.O., ALMEIDA, C.X., Análise da descarburização do aço no processo RH de desgaseificação a vácuo. In: CONGRESSO ANUAL DA ABM, 44., São Paulo, 1989. **Anais...** São Paulo: ABM, 1989. p.135-145.
3. VIANA, J.F., VALADÃO FILHO, J., COSTA, S.L.S., Utilização do sopro de oxigênio no interior do vaso da desgaseificação a vácuo da Usiminas. In: SEMINÁRIO DE ACIARIA DO INSTITUTO ARGENTINO DE SIDERURGIA, 11, Buenos Aires 1997. **Anais...** Buenos Aires: Instituto Argentino de Siderurgia, 1997.
4. BROOKS, G.A., COLEY, K. Interfacial area in top blown oxygen steelmaking. In: IRON AND STEEL SOCIETY CONFERENCE, Nashville, 2002. **Proceedings...** Warrendale, PA: ISS, 2002. p.17-21.
5. BROOKS R. Are integrated steelmakers Ready for Cojet® 2.0? **33 Meltalproducing**, Cleveland, p.32-33, Mar. 2001.
6. CAMPOS, E.B., ETRUSCO, G.S.P, PEREIRA, C.F. Modelos matemáticos do controle dinâmico da Aciaria II da Usiminas. **Materials Research**, v.41, n.335, p.559-562, Out., 1985.
7. ESTEVÃO, A., ETRUSCO, G.S.P, ALTOÉ JUNIOR, C., The benefits of LD-KGC Combined Blowing Process at Usiminas. In: LD-KGC Family Meeting, Kurashiki, 1991. **Proceedings...** [S.l]: Kawasaki, 1991.
8. MATHUR, P.C. Cojet® Technology: principles and actual results from recent installations. **Iron and Steel Technology**, p.21-25, May 2001.
9. SARDINHA, I. Praxair Metals Technologies (PMT): A tecnologia Cojet® em convertedores LD: uma revolução tecnológica. **Metalurgia e Materiais**, São Paulo, v.57, n.511, p.332-333, jul.2001. (Informe técnico)