

CONTROLE DO NÍVEL DE NITROGÊNIO NO FORNO ELÉTRICO A ARCO COM TECNOLOGIA CONSTEEL® DA VALLOUREC & SUMITOMO TUBOS DO BRASIL¹

Thiago André de Oliveira²
Eduardo Magalhães Almeida³
Antônio Francisco Martins Barreto⁴
Laurent Chesseret⁵

Resumo

A Aciaria da Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil (VSB) entrou em operação em Agosto de 2011 para produzir barras redondas, usadas para laminação de tubos petrolíferos sem costura OCTG (*Oil Country Tubular Goods*) e *Line Pipe*. Os tubos da Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil, em aços de baixa liga, são altamente resistentes às diversas condições de temperatura e pressão. Baixos teores de nitrogênio são exigidos para o atendimento aos requisitos de qualidade. As características do processo Consteel® (injeção de oxigênio com jato supersônico, injeção de argônio pelo fundo, banho plano, injeção de carbono aliado ao elevado percentual de gusa sólido na carga) são fatores que favorecem o controle de nitrogênio tanto pela retirada quanto pela diminuição do *pick-up*. Este trabalho mostra um comparativo das distribuições de nitrogênio entre o Consteel® da VSB, outro Consteel® e um Forno Elétrico Convencional.

Palavras-chave: Nitrogênio; Controle de nitrogênio; FEA; Forno elétrico a arco; Consteel®; Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil.

NITROGEN CONTROL WITH THE ELECTRIC ARC FURNACE COM CONSTEEL® TECHNOLOGY IN VALLOUREC SUMITOMO DO BRASIL OPERATION

Abstract

The steel plant of Vallourec & Sumitomo Tubos Brazil (VSB) started operating in August 2011 to produce round bars, used for products of seamless pipes for OCTG (Oil Country Tubular Goods) and Line Pipe. The tubes of the VSB on carbon steels and low-alloy, highly resistant to varying conditions of temperature and pressure. Low concentrations of nitrogen are required to attend quality requirements. The characteristics of the process Consteel® (oxygen injection with supersonic Jet, argon injection plugs, plane bath, carbon injection combined with a high percentage of solid pig iron in charge) are factors that improve the control of nitrogen by removal as much by decreasing the pick-up. This paper shows a comparison of the distributions of nitrogen between the Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil Consteel®, another Consteel® Electric Furnace and Conventional.

Key words: Nitrogen; Control; EAF; Electric arc furnace; Consteel®; Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil.

¹ *Contribuição técnica ao 44º Seminário de Aciaria – Internacional, 26 a 29 de maio de 2013, Araxá, MG, Brasil.*

² *Engenheiro, Engenheiro de Processo, Aciaria, Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil, Jeceaba, MG, Brasil; thiago.oliveira@vstubos.com.*

³ *Engenheiro, Engenheiro de Processo, Aciaria, Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil, Jeceaba, MG, Brasil; eduardo.almeida@vstubos.com.*

⁴ *Mestre em Engenharia Metalúrgica, Consultor Siderurgia VSB, AB Consultoria, Jeceaba, MG, Brasil; consultorab.aciaria@vstubos.com.*

⁵ *Engenheiro Ecole Centrale Nantes, Gerente Aciaria, Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil, Jeceaba, MG, Brasil; laurent.chesseret@vstubos.com.*

1 INTRODUÇÃO

A Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil – VSB é uma planta integrada localizada em Jeceaba – Minas Gerais – Brasil, *join-venture* entre o grupo Frances Vallourec e o grupo japonês Sumitomo atual Nippons Steel Sumitomo Metal Corporation - NSSMC.

A área Siderúrgica é constituída de uma Pelotização, dois Altos-Fornos, uma Aciaria equipada com um Forno Elétrico de tecnologia Consteel®, um forno panela, um desgaseificador a vácuo, um lingotamento contínuo de cinco veios para barras redondas e uma linha de inspeção de barras.

O projeto da Aciaria iniciado em 2008 entrou em operação em agosto de 2011 para a produção anual de um milhão de toneladas de barras redondas, que são usadas para laminação de tubos petrolíferos sem costura OCTG (*Oil Country Tubular Goods*) e *Line Pipe*, para os clientes da Vallourec e Nippon Steel Sumitomo Metal Corporation.

São produzidas todas as qualidades de tubos utilizados nos campos petrolíferos do mundo com foco elevado na qualidade.

A Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil é certificada para a API (API5L e API5CT) e ISO 9001.

A Aciaria é equipada com um Forno Elétrico a Arco (FEA) de tecnologia Consteel® fornecido pela Tenova, com alta flexibilidade, capaz de operar com 100% de carga sólida ou mix de carga sólida com gusa líquido, com uma proporção de gusa líquido mais sólido no mix de até 70%. O processo é 100% automático e o monitoramento do processo é preciso e contínuo, a fim de garantir a qualidade desejada para tubos petrolíferos.

Este trabalho reporta os resultados obtidos com o monitoramento e controle do nível de nitrogênio do Forno Elétrico Consteel® da Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil.

2 DESENVOLVIMENTO

A Tabela 1 mostra as principais características do Forno Elétrico da VSB.

Tabela 1. Características do Forno Elétrico da VSB

Descrição	Unidade	Valor
Capacidade Nominal de Vazamento	[t]	140
Pé líquido	[t]	60
Capacidade do Transformador	[MVA]	70
Número de Injetoras de Oxigênio x Vazão	[#] x [Nm ³ /h]	4 x 4.000
Injetoras de Carbono x Vazão	[#] x [kg/min]	2 x 30
Injetora de Cal x Vazão	[#] x [kg/min]	1 x 60
Diâmetro de Eletrodo	[mm]	550

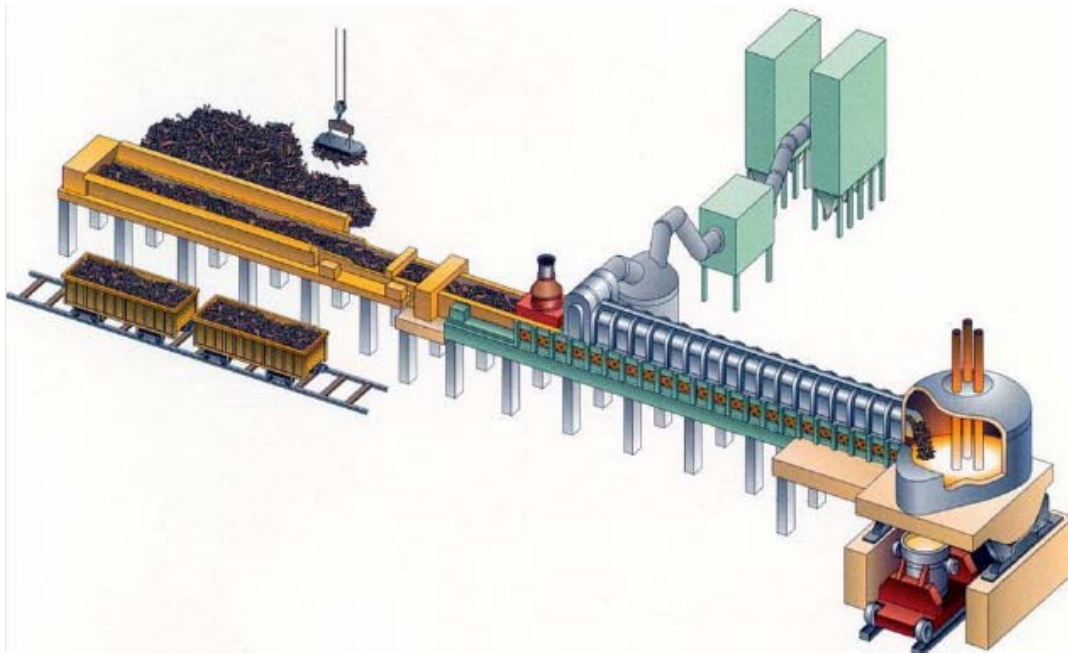


Figura 1. Desenho esquemático do processo Consteel®.⁽¹⁾

O controle da espumação da escória é de primordial importância para minimizar o pick up de nitrogênio. Explorando os dados de 1.300 corridas, tem-se o resultado exibido na Tabela 2 para a escória do período.

Tabela 2. Escória do forno elétrico durante o período amostrado

Composto	[%]
CaO	37 ~ 50
SiO ₂	9 ~ 17
Al ₂ O ₃	1 ~ 4
FeO	15 ~ 31
MnO	5 ~ 9
MgO	7 ~ 13
P ₂ O ₅	1.0 ~ 1.9
CaO/SiO ₂	2.3 ~ 4.3



Figura 2. Foto da escória espumante no momento de escorificação.

A carga metálica típica utilizada durante o período está indicada na Tabela 3.

Tabela 3. Carga metálica utilizada no Consteel® VSB durante o período amostrado

Carga Metálica	Mix [%]	N [ppm]
Sucara tipo Estamparia	32	50
Sucata tipo Oxicorte	15	70
Sucata tipo Tubos	15	70
Gusa Sólido	38	25

O aumento do percentual de gusa sólido na carga acarreta uma maior taxa de formação de bolhas de CO que, através do arraste, contribuem para a remoção e diminuição da incorporação de N₂.

O banho plano, representado esquematicamente pela Figura 3, é outro fator importante na diminuição da incorporação de nitrogênio, mantendo o metal líquido fora do contato direto com o ar atmosférico durante todo o período de fusão e refino.

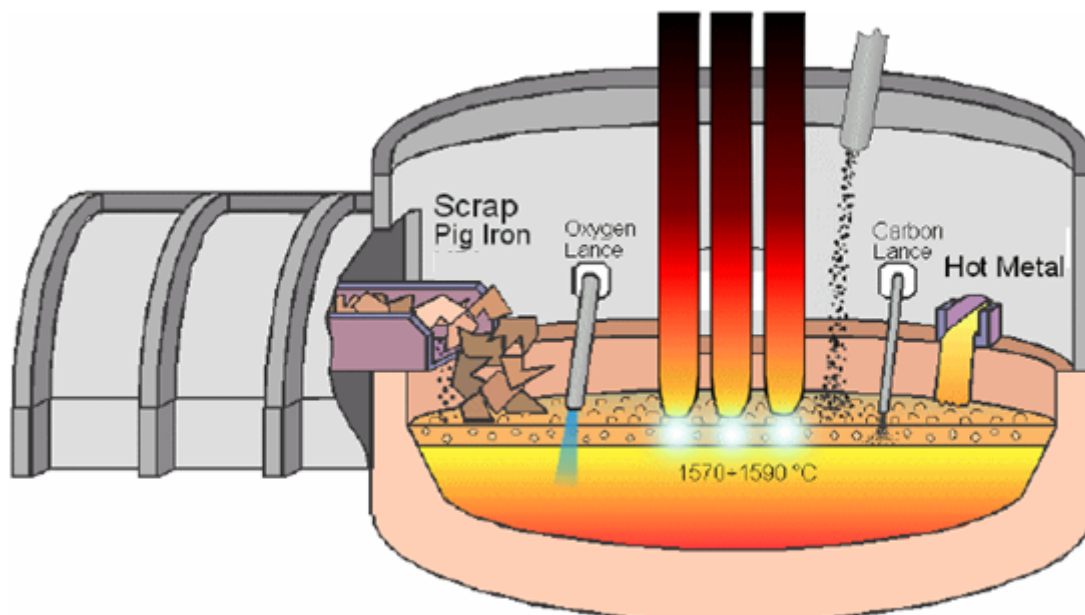


Figura 3. Desenho esquemático do banho plano durante o processo Consteel®.⁽¹⁾

3 RESULTADOS

A Figura 4 representa o resultado de Nitrogênio para o período considerado.

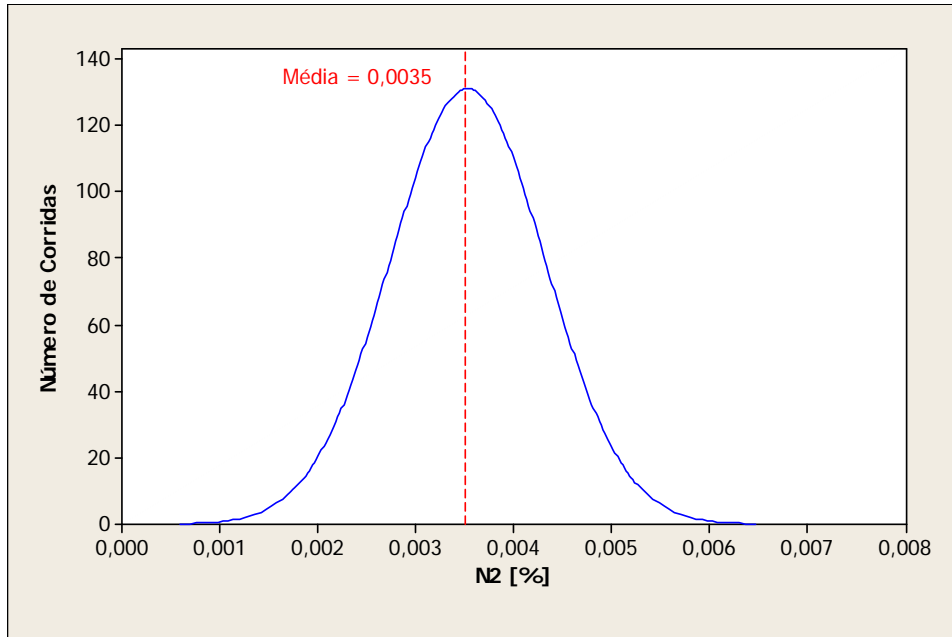


Figura 4. Distribuição de frequência dos resultados de N_2 em amostras retiradas antes do Vazamento.

No Forno Elétrico Consteel® da Ori Martin, Brescia,⁽¹⁾ a carga metálica é a informada na Tabela 4.

Tabela 4. Carga metálica utilizada no Consteel® da Ori Martin, Brescia⁽¹⁾

Carga Metálica	Mix [%]	N [ppm]
Sucata tipo Estamparia	88	50
Sucata tipo Oxicorte	0	70
Sucata tipo Tubos	0	70
Gusa Sólido	12	25

O resultado de nitrogênio para a Ori Martin está exibido na Figura 5.

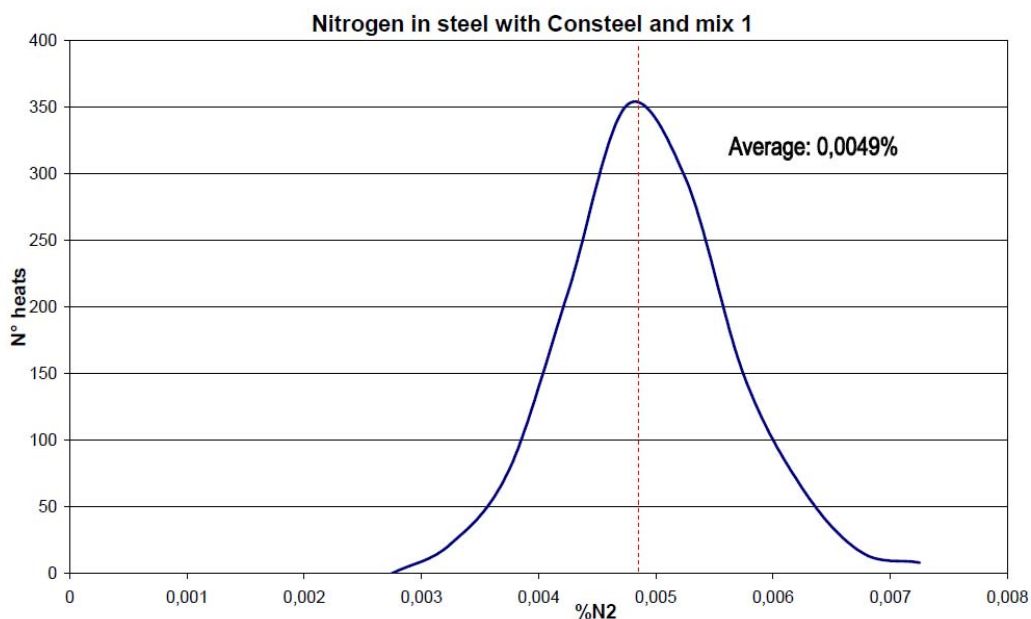


Figura 5. Distribuição de frequência dos resultados de N_2 . da Ori Martin, Brescia.⁽²⁾

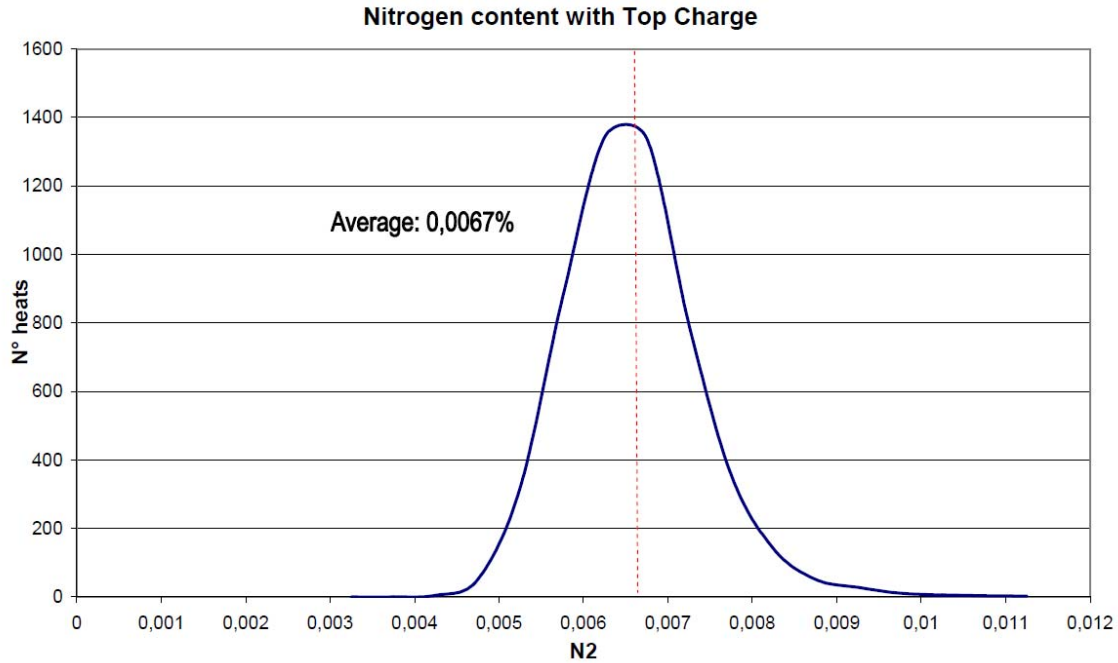


Figura 6. Distribuição de frequência dos resultados de N₂ da TenarisDalmine, Bergamo.⁽²⁾

A Figura 7 mostra um comparativo entre os dados das três Usinas consideradas no presente trabalho.

Percebe-se que o processo Consteel® apresenta níveis de nitrogênio claramente abaixo do processo convencional. Ori Martin apresenta uma redução no percentual de N₂ de 27% em relação à TenarisDalmine. A VSB apresenta um percentual de N₂ 65% menor em relação à TenarisDalmine. A diferença entre os dois processos Consteel® deve-se à diferença entre os percentuais de gusa sólido utilizados nas cargas. Uma vez que a VSB utiliza mais gusa sólido, o processo tem uma maior formação de bolhas de CO que contribuem para níveis mais baixos de N₂.

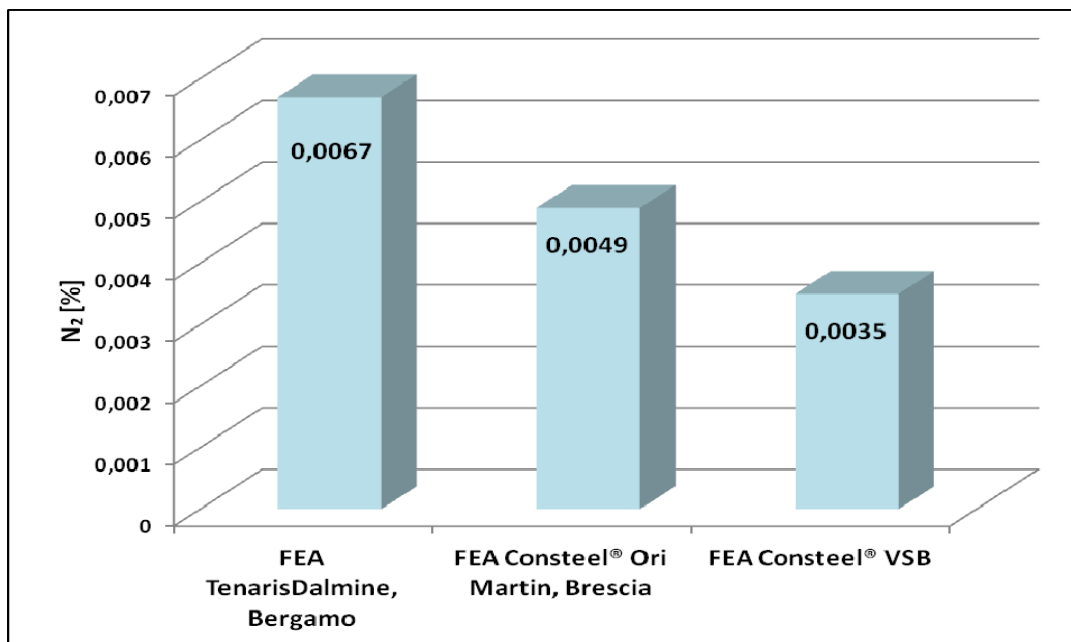


Figura 7. Comparativo entre os teores de nitrogênio de três aciarias.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho mostra que o Processo Consteel® da Vallourec & Sumitomo Tubos do Brasil demonstra alta eficácia para a produção de aços de alta qualidade com baixos teores de nitrogênio, visto que o curto período de operação exhibe resultados satisfatórios para as especificações necessárias à qualidade de tubos petrolíferos, mostrando uma vantagem importante do conjunto do processo Consteel® e da utilização massiva de gusa para obter aços de baixo nitrogênio. Este panorama abre um campo de desenvolvimento de aços para aplicações petrolíferas.

No futuro, a utilização do gusa líquido no FEA vai modificar o equilíbrio do Forno e será um grande desafio manter e melhorar a qualidade de nossos produtos.

Agradecimentos

Equipes de Produção e Controle de Qualidade da Aciaria.

REFERÊNCIAS

- 1 C.Giavani; Preliminary evaluation of the effects of different charge mixes on VSB EAF operation – VSB / 03.04.2009 / Tenova internal report.
- 2 Francesco Memoli; The influence of Consteel® EAF practice on the reduction of N₂ pick up and the increase of metallic yield. XL Seminário de Aciaria Internacional - ABM - São Paulo - Brasil, 2009.