

# PROCESSO DE DESFOSFORAÇÃO NO CONSTEEL<sup>®</sup> DA VALLOUREC SUMITOMO TUBOS DO BRASIL<sup>1</sup>

Eduardo Magalhães Almeida<sup>2</sup>  
Thiago André de Oliveira<sup>3</sup>  
Antônio Francisco Martins Barreto<sup>4</sup>  
Laurent Chesseret<sup>5</sup>

## Resumo

Os aços produzidos pela Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil são destinados à fabricação de tubos sem costura OCTG (*Oil Country Tubular Goods*), para aplicações no revestimento de poços (*casing*) e tubos para condução de petróleo e gás. Os tubos da Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil, em aços carbono e em baixa liga, são altamente resistentes às diversas condições de temperatura, pressão e corrosão. O Fósforo é considerado um elemento prejudicial, resultante do processo de produção, prejudicando as propriedades do aço. O gerenciamento do nível de fósforo no processo do Forno Elétrico é essencial para a produção de tubos petrolíferos de alta qualidade. O trabalho descreve as principais características do processo Consteel<sup>®</sup> que favorecem a desfosforação. Os resultados obtidos, dentro de condições padrões, são muito satisfatórios e atendem plenamente às rígidas especificações de fósforo dos produtos Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil.

**Palavras-chave:** Consteel; Fósforo; Escória; FEA; VSB.

## DEPHOSPHORIZATION PROCESS OF THE VALLOUREC SUMITOMO TUBOS DO BRASIL CONSTEEL<sup>®</sup>

### Abstract

The steels are produced by Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil for the manufacture of seamless pipes OCTG (*Oil Country Tubular Goods*) employed for casings and line pipe. The tubes of the Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil low-alloy, are highly resistant to several conditions of temperature, pressure and corrosion. Phosphorus is considered a prejudicial element resulting from the production process, affecting the properties of the steel. The management level of phosphorus in the electric arc furnace process is essential to the production of high quality tubes. The paper describes the main characteristics of the process Consteel<sup>®</sup> favoring dephosphorization. The results, in terms of standards conditions, is very satisfactory and fully meet the strict specifications for Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil products.

**Key words:** Consteel<sup>®</sup>; Phosphorus; Slag; EAF; VSB.

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

<sup>2</sup> Engenheiro Metalurgista, Engenheiro de Processo Aciaria, Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil, Jeceaba, MG, Brasil; [eduardo.almeida@vstubos.com](mailto:eduardo.almeida@vstubos.com).

<sup>3</sup> Engenheiro Químico, Engenheiro de Processo Aciaria, Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil, Jeceaba, MG, Brasil; [thiago.oliveira@vstubos.com](mailto:thiago.oliveira@vstubos.com).

<sup>4</sup> Mestre em Engenharia Metalúrgica, Consultor Siderurgia, Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil, AB Consultoria, Jeceaba, MG, Brasil; [consultorab.aciaria@vstubos.com](mailto:consultorab.aciaria@vstubos.com).

<sup>5</sup> Engenheiro Mecânico, Gerente da Aciaria, Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil, Jeceaba, MG, Brasil; [laurent.chesseret@vstubos.com](mailto: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<sup>®</sup>, 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 com capacidade anual de um milhão de toneladas de barras redondas com, 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 (KJ 55/ L80/ N80, P110, T95, *proprietary grades*) com foco elevado na qualidade.

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

## 2 DESENVOLVIMENTO

O Forno Elétrico a Arco (FEA) de tecnologia Consteel<sup>®</sup> e fornecimento Tenova é totalmente flexível no que se refere a carga metálica, capaz de operar com 100% de carga sólida e/ou com uma proporção de gusa líquido ou sólido de até 70%. O processo possui um elevado nível de automação com monitoramento contínuo.

O Quadro 1 mostra as principais características do FEA.

**Quadro 1.** Principais características do FEA

<b>Descrição</b>	<b>Característica</b>
Capacidade do forno (toneladas)	140
Pé líquido (toneladas)	60
Capacidade do trafo (MVA)	70
Injetores de oxigênio	4 x 4.000 Nm <sup>3</sup> /h
Injetores de carbono	2 x 60 kg/t
Injetor de cal	1 x 60 kg/t
Diâmetro dos eletrodos	550 mm

A Figura 1 mostra o esquema do FEA com tecnologia Consteel<sup>®</sup>.

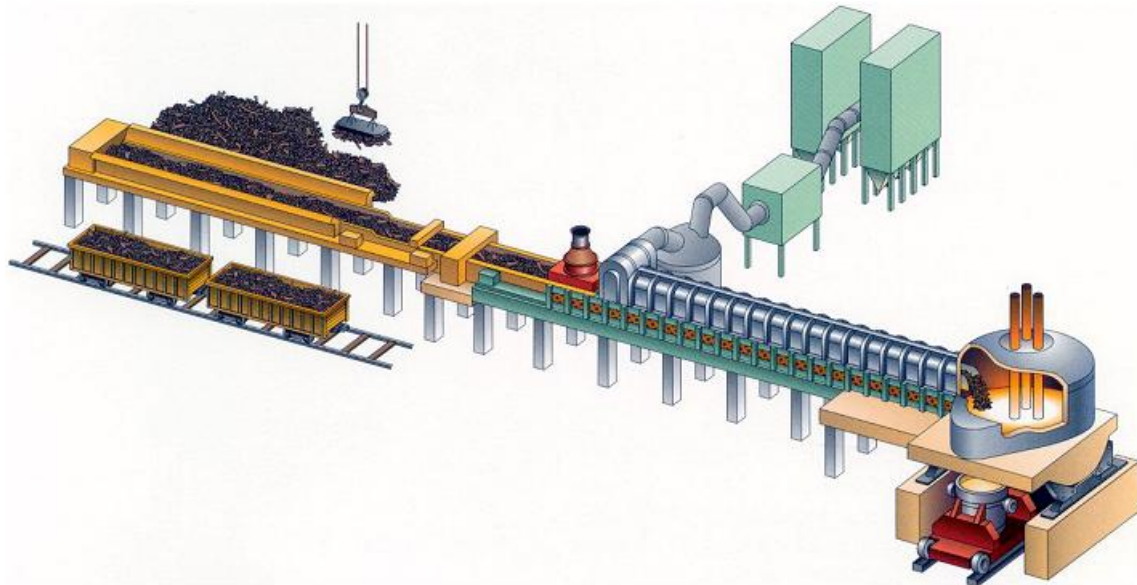


Figura 1. Desenho esquemático do FEA com tecnologia Consteel<sup>®</sup>.<sup>(1)</sup>

A Figura 2 mostra o pátio de sucata da Aciaria



Figura 2. Pátio de sucata da Aciaria.

A Figura 3 mostra uma visão geral do Consteel<sup>®</sup>.



**Figura 3.** Visão geral do Consteel<sup>®</sup>.

As características do processo Consteel<sup>®</sup> como banho plano (Figura 4), espumação da escória através da injeção de oxigênio e de finos de coque (Figura 4), o controle da temperatura do banho através da adição controlada de sucata (Figura 4), a adição controlada de cales através do 4º furo durante toda a fusão (garantem a composição química adequada da escória durante toda a fase de fusão) asseguram uma boa desfosforação.

A Tabela 1 apresenta a faixa de composição química típica da escória do FEA.

**Tabela 1.** Composição química da escória

<b>Composto</b>	<b>[%]</b>
<b>CaO</b>	37 ~ 50
<b>SiO<sub>2</sub></b>	9 ~ 17
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1 ~ 4
<b>FeO</b>	15 ~ 31
<b>MnO</b>	5 ~ 9
<b>MgO</b>	7 ~ 13
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	1,0 ~ 1,9
<b>CaO/SiO<sub>2</sub></b>	2,3 ~ 4,3

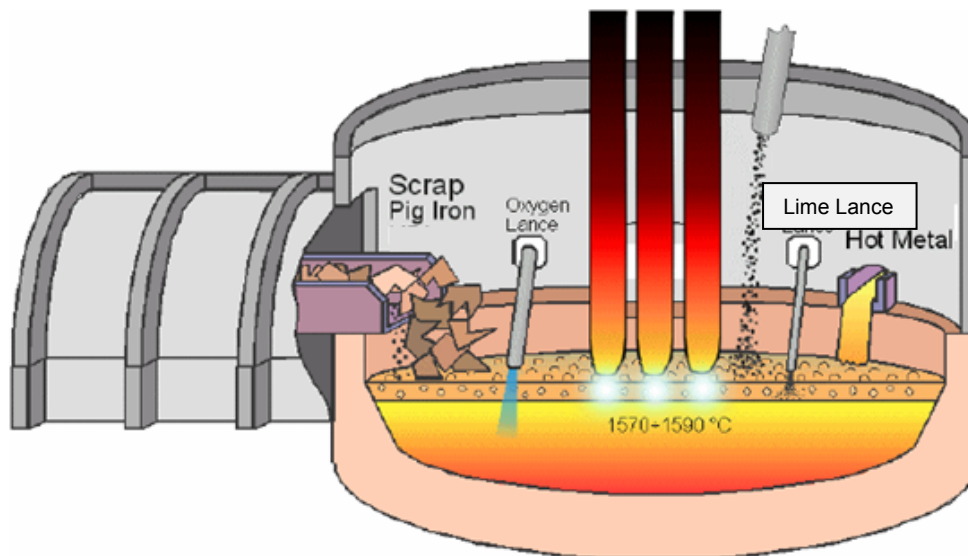


Figura 4. Desenho esquemático do interior do FEA.<sup>(1)</sup>



Figura 5. Ilustração da espumação da escória.



Figura 6. Esquema do perfil de temperatura durante as fases do processo.

O controle da temperatura do banho praticamente constante e em valores abaixo de  $1.580^{\circ}\text{C}$  é uma característica de destaque para a eficiência da desfosforação. A retirada de amostra é realizada com 90% da fase de fusão.

### 3 RESULTADOS

Os resultados da evolução do fósforo de 804 corridas, com teores de são mostrados pela Figura 7 apresentando um valor médio de 0,008%. Os dados estão contidos na condição padrão de operação definida para teores de C  $\leq$  0,25%, Mn  $\leq$  0,25 % e Cr  $\leq$  0,15%.

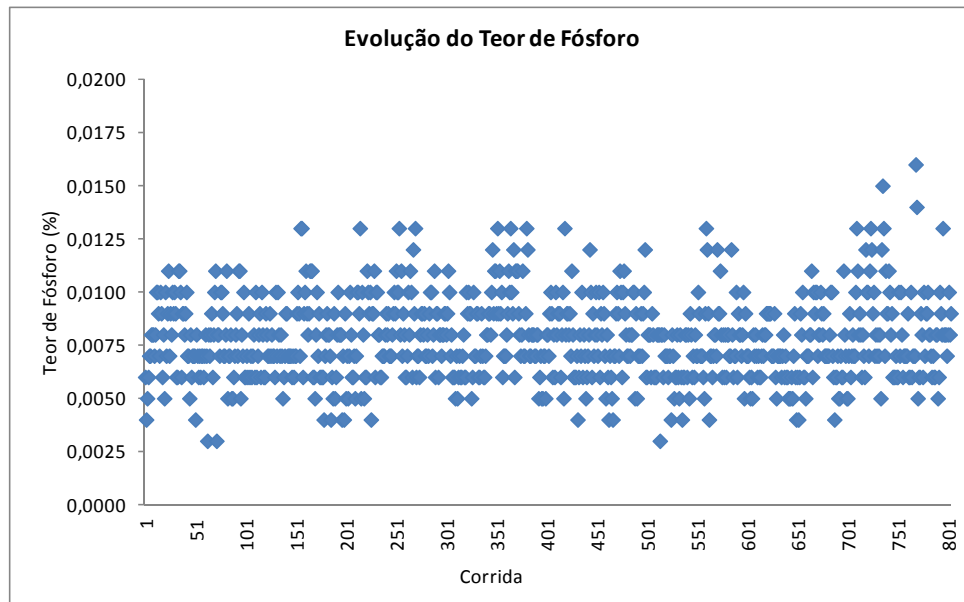


Figura 7. Resultados da evolução do teor de fósforo.

A influência do residual de Manganês no teor final de fósforo é evidenciada pela Figura 8.

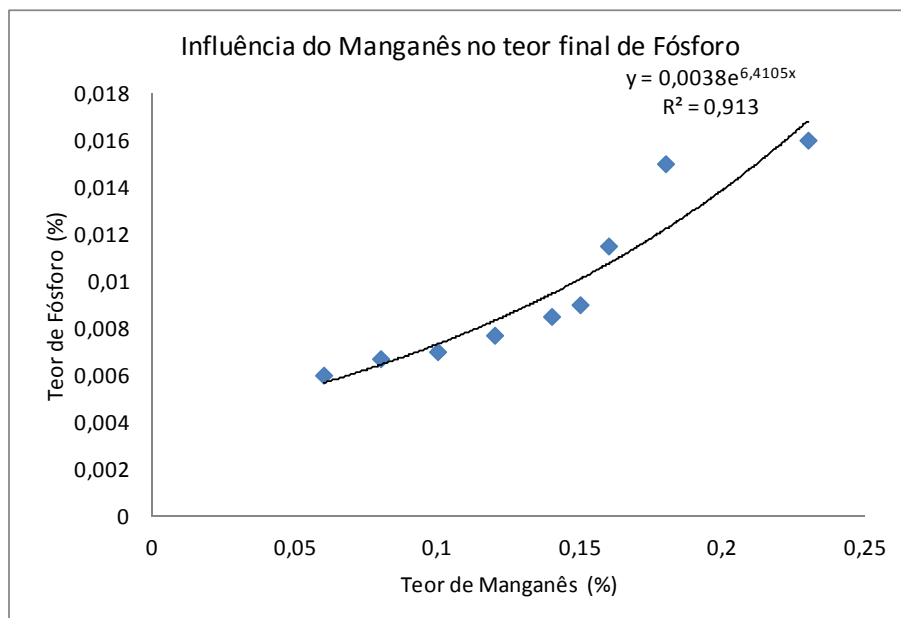
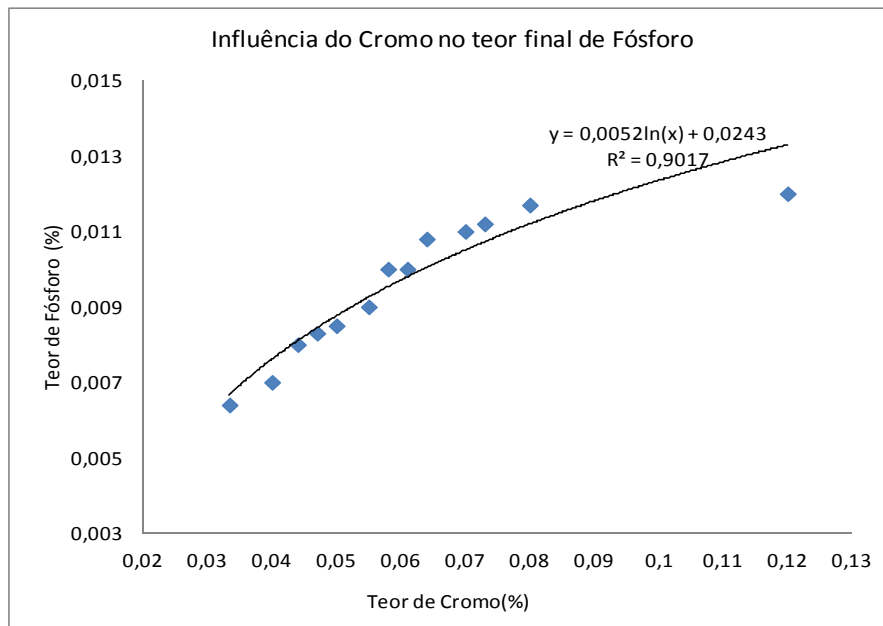


Figura 8. Influência do Manganês no teor final de Fósforo.

A fonte de variação do residual de Mn é a sucata e gusa sólido. O manganês concorre com a oxidação do fósforo prejudicando o processo de desfosforação.

A influência do residual de Cromo no teor final de fósforo é evidenciada pela Figura 9.



**Figura 9.** Influência do Cromo no teor final de Fósforo.

A fonte de variação do residual de Cr é a sucata. O Cr concorre com a oxidação do fósforo prejudicando o processo de desfosforação.

#### 4 DISCUSSÃO

Os resultados de fósforo mostrados pela figura 5 demonstram que o processo Consteel é capaz de obter níveis de fósforo que permitam atender exigências rígidas de fósforo de máximo 0,015% no produto final.

As Figuras 6 e 7 comprovam a necessidade de se controlar os residuais de Cr e Mn quando da produção de aço com exigências rígidas de fósforo. Por isso um controle rígido na carga metálica do Consteel<sup>®</sup> se faz necessário.

#### 5 CONCLUSÃO

Este trabalho mostra que o processo Consteel<sup>®</sup> da Vallourec Sumitomo Tubos do Brasil demonstra alta eficácia para produção de aços com baixos teores de fósforo, visto que o curto período de operação exhibe resultados satisfatórios para as especificações necessárias a produção de tubos petrolíferos.

No futuro a utilização de gusa líquido no FEA irá modificar o equilíbrio do forno, será um grande desafio manter e melhorar a qualidade dos 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.