

MELHORIA DA COMPETITIVIDADE DO AÇO INOXIDÁVEL FERRÍTICO P439A NA ACIARIA DA ARCELORMITTAL INOX BRASIL¹

*Joilson Moreira Ferreira da Silva²
Valdeci Paula Alvarenga³
Francisco Manoel Perez do Nascimento²
Daniel Luiz Coimbra²
Edson Amorim³
Paulo César dos Santos⁴
Tarcísio Reis de Oliveira⁵
José Luiz Ramos de Carvalho²
Helio José Batista Alves⁵*

Resumo

O aço inoxidável ferrítico P439A tem apresentado grande versatilidade de aplicações nos setores automotivo, sucroalcooleiro e de linha branca, em função das suas excelentes propriedades de resistência à corrosão, soldagem e estampagem. Para melhorar o desempenho do P439A a ArcelorMittal Inox Brasil tem implementado melhorias ao longo de todo o processo de produção. Neste trabalho são apresentadas soluções relativas à Aciaria, onde o aumento da relação Si/Ti e a redução dos teores de Al e N foram fatores importantes para evitar a ocorrência de obstrução da válvula submersa no lingotamento contínuo e para minimizar o defeito esfoliação nas bobinas laminadas a frio.

Palavras-chave: Aço inoxidável; Titânio; Obstrução; Lingotamento contínuo.

COMPETITIVENESS IMPROVEMENT OF FERRITIC STAINLESS STEEL P439A IN THE ARCELORMITTAL INOX BRAZIL

Abstract

Ferritic stainless steel P439A has presented great versatility of applications in the sectors automotive, sugar can industry and white goods, in function of their excellent properties corrosion resistance, welding and stamping. To improve P439A's performance, the ArcelorMittal Inox Brazil has implemented some actions in all production process. In this work, solutions in the Steelmaking are presented. Increase Si/Ti relationship and reduction of % Al and %N had been important to prevent the occurrence of clogging in the nozzle in the continuous casting and minimize the skin lamination defect in the cold rolled coils.

Key word: Stainless steel; Titanium; Clogging; Continuous casting

¹ *Contribuição técnica ao 40º Seminário de Aciaria – Internacional, 24 a 27 de maio de 2009, São Paulo, SP, Brasil.*

² *Engenheiro Metalurgista, Assistente Técnico Aciaria Aços Inoxidáveis – ArcelorMittal Timóteo.*

³ *Analista Técnico Aciaria Aços Inoxidáveis – ArcelorMittal Timóteo.*

⁴ *Analista Técnico do Centro de Pesquisas – ArcelorMittal Timóteo*

⁵ *Pesquisador – ArcelorMittal Timóteo*

1 INTRODUÇÃO

O aço inoxidável ferrítico P439A é uma liga FeCr17 com $(C+N) < 350$ ppm, biestabilizado com Ti e Nb. Este aço tem boas propriedades de corrosão, soldagem e estampagem, sendo usado na fabricação de tubos e peças estampadas para o sistema de exaustão de veículos automotores, setor sucroalcooleiro e na linha branca: mesa de fogões e fundo dos cestos para máquinas de lavar.

Para atender aos requisitos de aplicação, a qualidade superficial das bobinas tem grande relevância, especialmente quanto ao defeito denominado Esfoliação (A35). Os produtores de aço inoxidável a nível mundial têm dedicado atenção especial ao controle da ocorrência deste defeito, pois o mesmo é um local preferencial para corrosão e ruptura durante o processo de conformação mecânica.

Desde o início da produção do aço P439A na ArcelorMittal Inox Brasil, em outubro de 1996, têm sido implementadas melhorias no processo de Aciaria, destacando-se o desenvolvimento do processo triplex (AODL ou MRPL=>VOD=>FP=>LC) com ultra baixos teores de C e N e a otimização do processo de adição de Ti no forno panela.

A Figura 1 mostra a rota atual de produção do P439A na Aciaria.

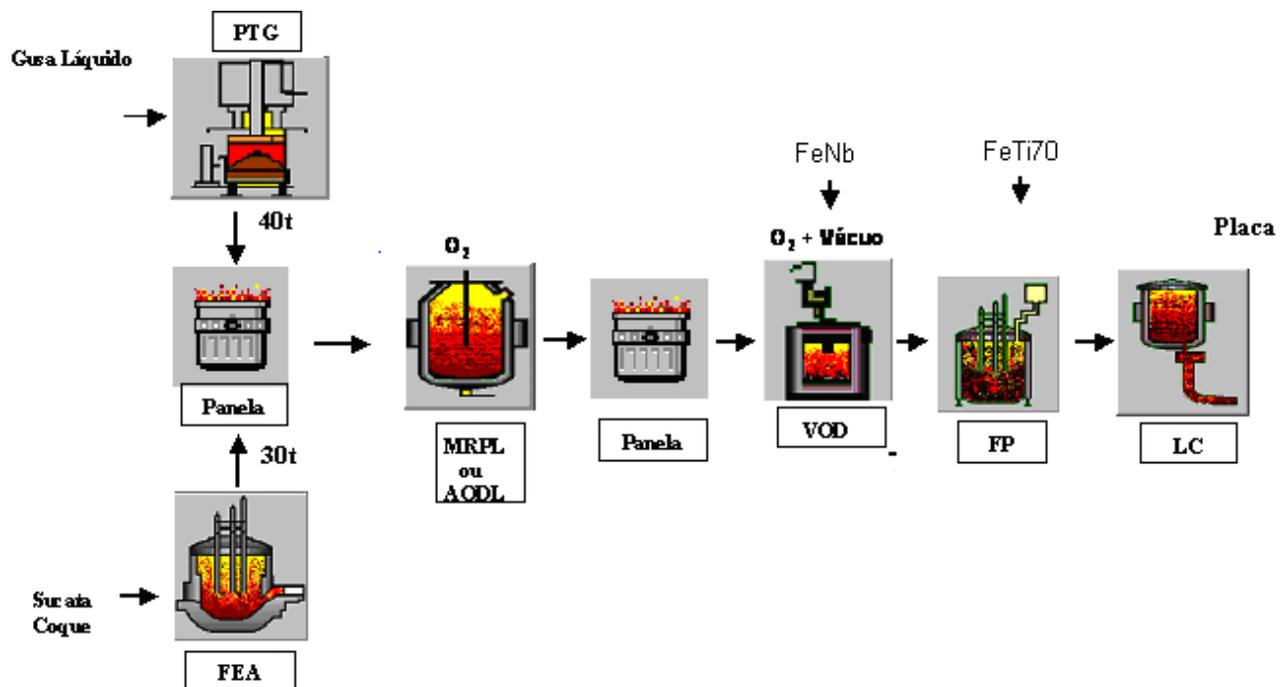


Figura 1 – Fluxograma de Produção do P439A na Aciaria da ArcelorMittal Inox Brasil

2 DESENVOLVIMENTO

Devido a constante evolução dos requisitos de qualidade para aplicação do P439A tornou-se necessário melhorar o desempenho industrial deste aço através da redução do índice de obstrução da válvula submersa durante o lingotamento contínuo e da ocorrência de esfoliação no produto final.

O trabalho baseia-se em observação do processo produtivo e análise do produto de obstrução impregnado na válvula submersa no Lingotamento Contínuo.

2.1 Obstrução da Válvula Submersa

Foi constatada a presença de TiN e TiO_2/Al_2O_3 (Figura 2) nas análises do defeito esfoliação em bobinas laminadas a frio e nas análises de válvulas submersas obstruídas durante o lingotamento contínuo.

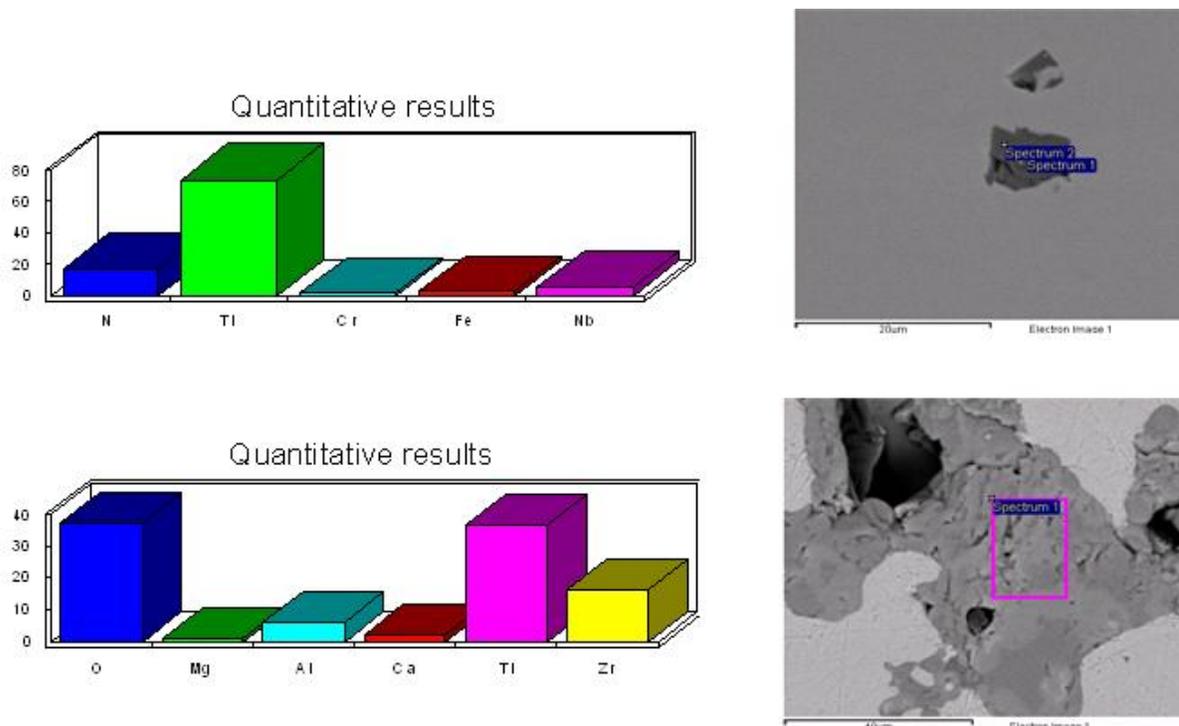


Figura 2 – Análise do defeito esfoliação em amostra de bobina laminada a frio (superior) e em amostra de Obstrução da Válvula Submersa (inferior)

A obstrução da válvula submersa é detectada pela análise das cartas gráficas durante o processo de lingotamento, através da variação do nível do tampão no distribuidor, uma vez que para manter o fluxo de aço constante do distribuidor para o molde, o tampão abrirá para compensar o estrangulamento da válvula submersa pela obstrução. A Figura 3 mostra uma carta gráfica do aço P439A com obstrução e variação de nível de aço no molde.

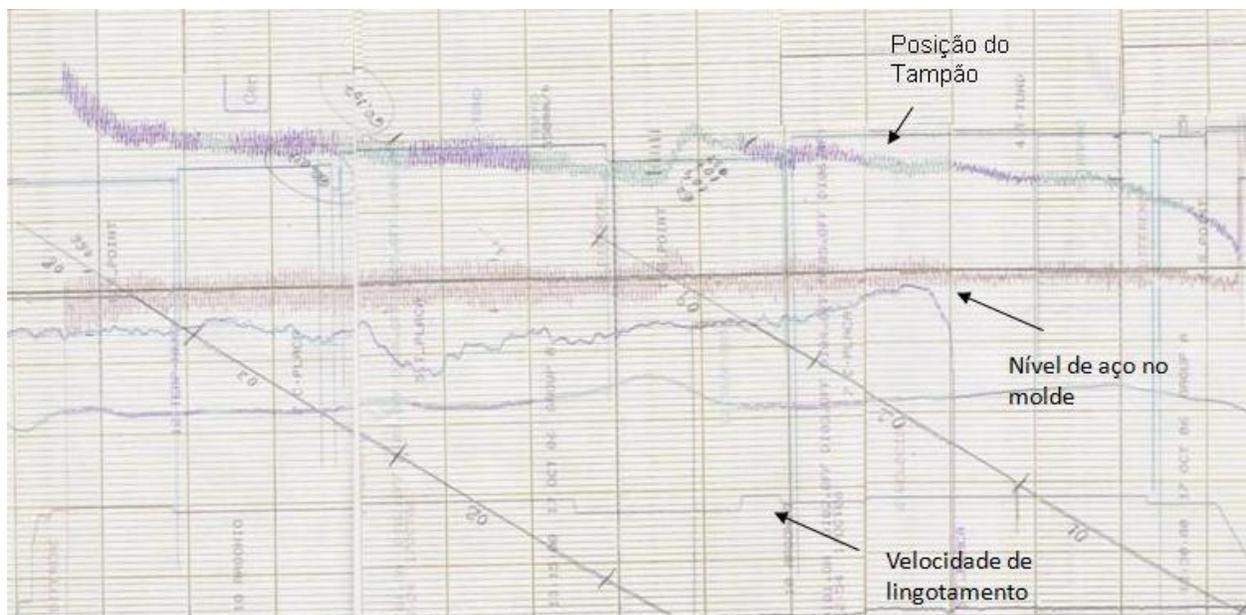


Figura 3 - Carta gráfica com obstrução do aço P439A no lingotamento contínuo.

2.1.1 Influência do Produto $Ti \cdot N$

Os aços estabilizados ao Ti apresentam tendência a obstruir a válvula submersa durante o processo de lingotamento contínuo. A redução da fluidez destes aços é atribuída à precipitação de nitreto de titânio (TiN) no aço líquido.

Verificou-se correlação do produto TiN com o defeito esfoliação no aço P439A (Figura 4), confirmando a importância de se reduzir os teores de N e Ti do aço líquido.

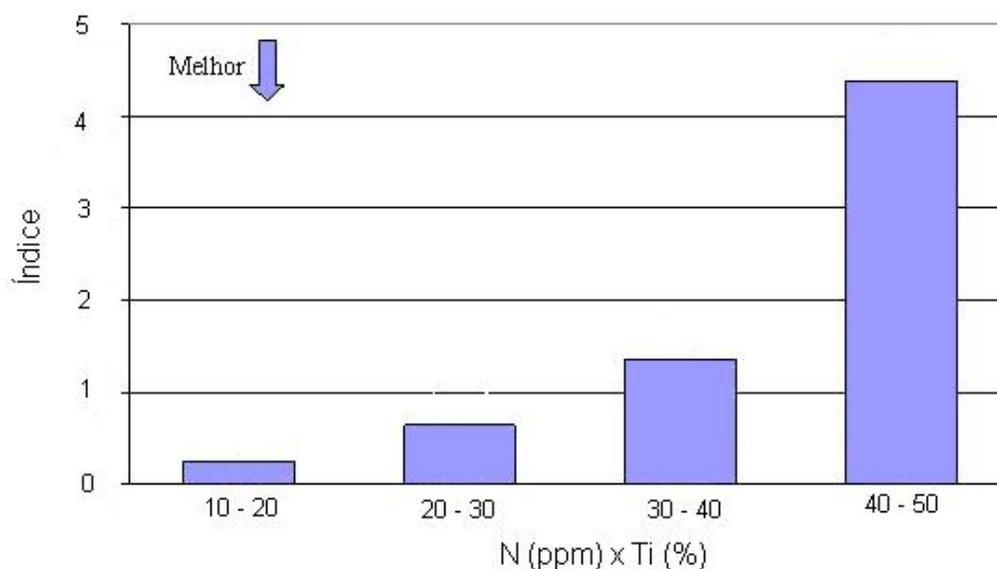


Figura 4 – Índice de esfoliação em BF em função do produto $Ti \cdot N$ do aço

2.1.2 Influência do teor de Al

Foi verificada também a correlação do teor de Al com o defeito esfoliação (Figura 5), confirmando a importância de reduzir o teor de Al do aço P439A.

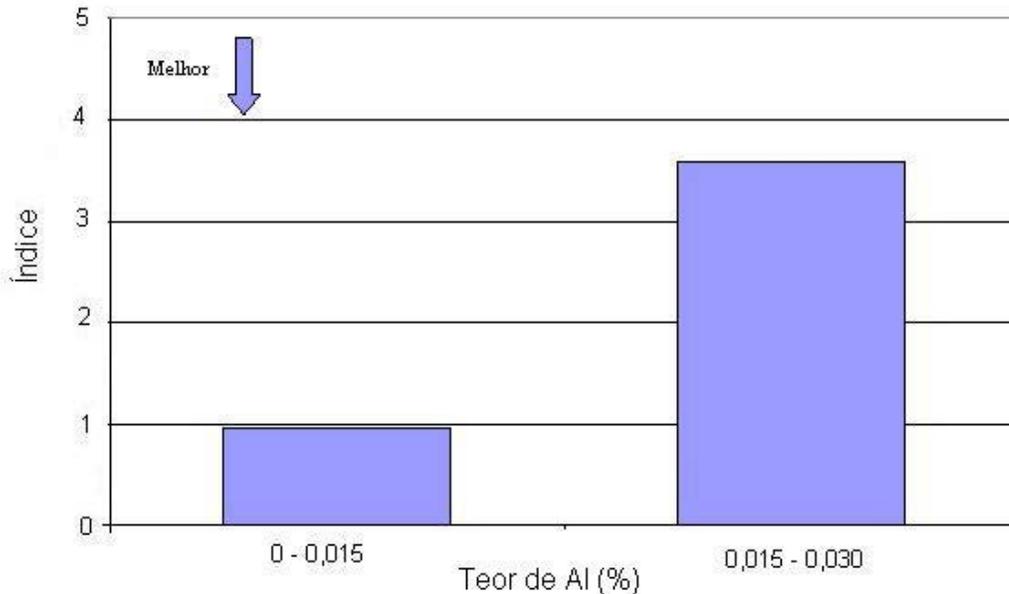


Figura 5 – Índice por esfoliação em BF em função do teor de Al

2.1.3 Influência da relação Si/Ti

O teor de Si do aço é um indicador direto do grau de oxidação do banho, ou seja, quanto maior o teor de Si no banho menor é o teor de Oxigênio.



Como parte do Oxigênio reagirá com o Si formando SiO_2 (reação 4), haverá menor quantidade de Oxigênio disponível para reagir com o Ti, diminuindo assim a probabilidade da formação do TiO_2 (reação 5).



A reação 3 é indesejada ao processo, pois além de favorecer a obstrução da válvula submersa durante o processo de lingotamento contínuo, provoca uma queda significativa do rendimento de Ti, o que causa um aumento no custo de produção do aço.

A Figura 6 comprovou a teoria acima. Sendo assim, foi incorporado um novo conceito no estudo da obstrução da válvula submersa nos aços estabilizados ao Ti: a influência da relação Si/Ti.

A análise da Figura 6 mostra que valores de relação Si/Ti maiores que 2,5 conduzem a um menor índice de desvio por esfoliação.

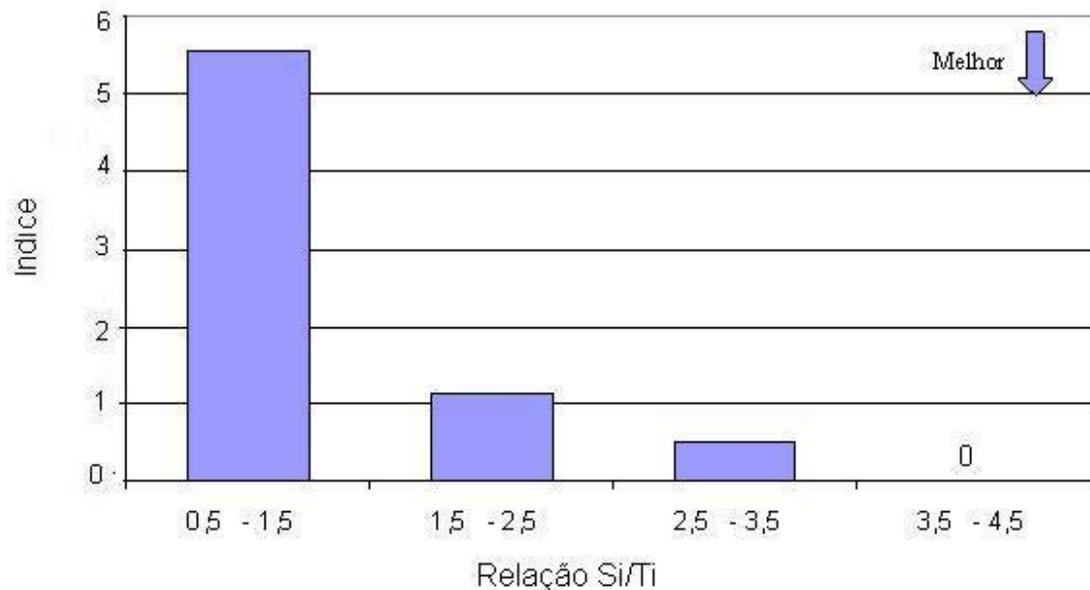


Figura 6 - Índice de esfoliação em BF em função da relação Si/Ti

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 7 mostra a evolução da relação Si/Ti entre janeiro de 2005 a junho de 2007.

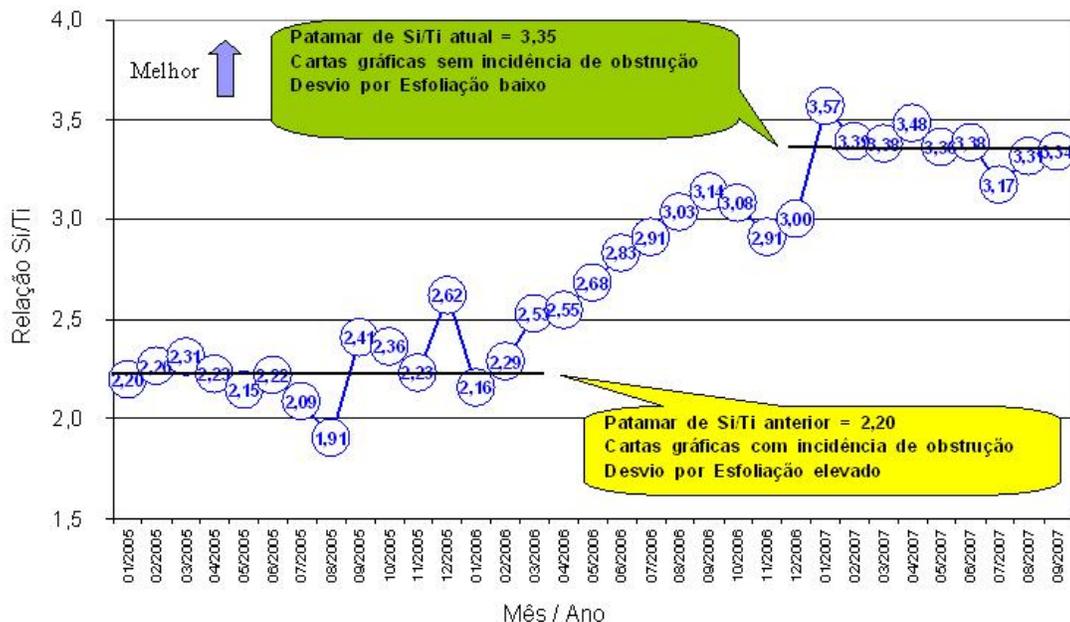


Figura 7 – Evolução da relação Si/Ti do aço P439A

Após as modificações na composição química do aço P439A, verificou-se que a maior parte da produção atual atende o produto $Ti \cdot N < 30$ (considerando teor de N em ppm, Figura 8) e a relação $Si/Ti > 2,5$ (Figura 6). O atendimento simultâneo destas duas variáveis conduziu o P439A a um novo patamar de qualidade.

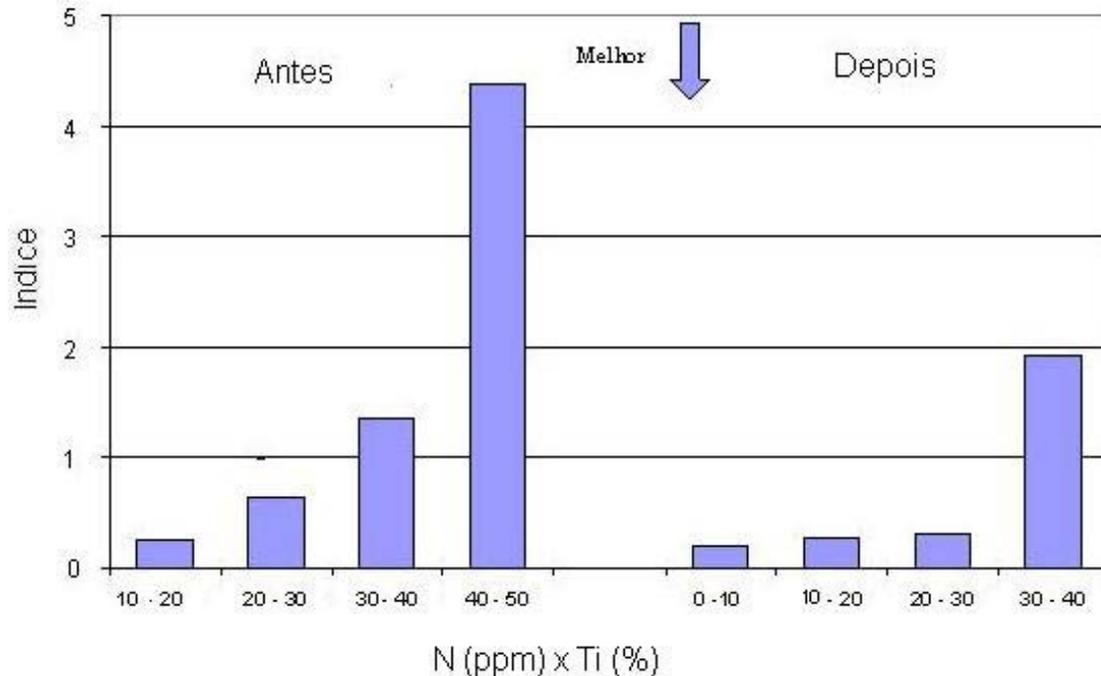


Figura 8 – Evolução do produto $Ti \cdot N$.

A Figura 9 mostra a carta gráfica do aço P439A no lingotamento contínuo após as ações.

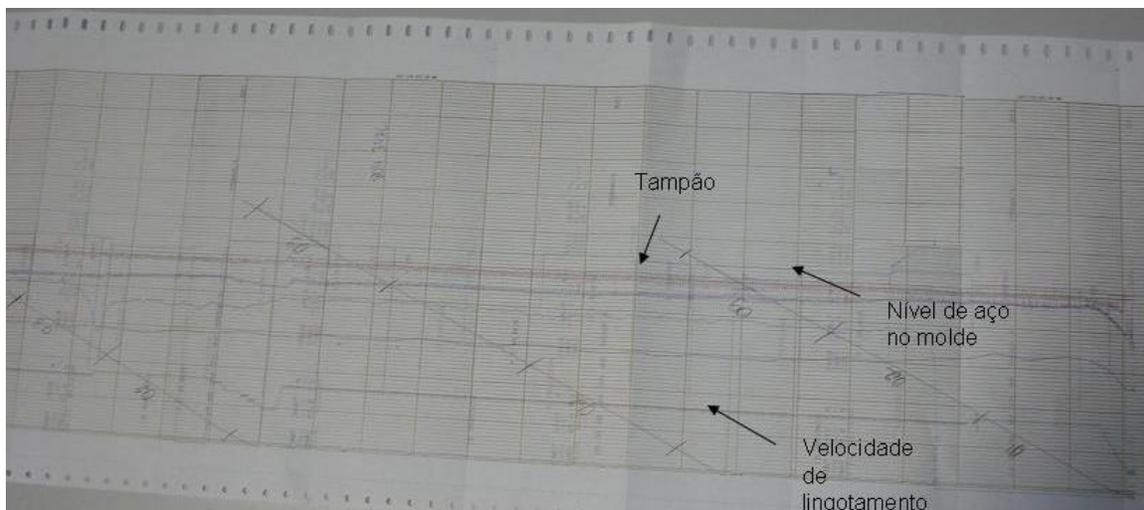


Figura 9 – Carta gráfica sem obstrução do aço P439A após a conclusão do projeto.

4 CONCLUSÕES

O aumento da relação Si/Ti e a redução dos teores de Al e N foram fatores fundamentais para reduzir a ocorrência de obstrução da válvula submersa no lingotamento contínuo e esfoliação no produto laminado a frio do aço P439A.

Foi alcançado um novo patamar de desempenho do P439A na Aciaria, em termos de qualidade, aumentando a competitividade da ArcelorMittal Inox Brasil nos mercados nacional e internacional e impulsionando ainda mais a utilização deste aço.

Agradecimentos

Agradecemos as equipes da Aciaria, Centro de Pesquisa e Metalurgia de Inox que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial, ao pesquisador Ricardo Augusto Faria.

BIBLIOGRAFIA

- 1 CARVALHO, J.L.R., et al. Melhoria da Qualidade e da Produtividade do P409A na Aciari., Relatório Técnico número RT 10-439/2005, Timóteo – MG, 2005.
- 2 FARIA, et al. O Diferencial Competitivo do Aço Inox ACE 439A Acesita em Alta Temperatura, Relatório Técnico número RT 10-565/2007, Timóteo – MG, 2007.
- 3 ALVES, H. J. B., et al. Desenvolvimento do Aço Inox Ferrítico P439A, Relatório Técnico número 10-041/1999, Timóteo – MG, 1999.
- 4 CARVALHO, J.L.R., et al. Projeto Aço Inoxidável 409, Relatório Técnico número IQM–A-057, Timóteo – MG, 1984.
- 5 SILVA, R.C.R.; FERNANDES, W.M.A. Produção e Desempenho do Aço 409 para a Indústria Automobilística, Relatório Técnico número IA – 019/93, Timóteo – MG, 1993.
- 6 ALVARENGA, V. P, et al. Desenvolvimento do aço inoxidável P409L na Acesita
- 7 Inoxidáveis Ferríticos Utilizados no Sistema de Exaustão de Veículos Automotores. 1998. Seminário ILAF-Chile