



REDUÇÃO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DE LAMINADOS A QUENTE NA ESPECIFICAÇÃO LNE 38 OU LNE 380 ATRAVÉS DA ALTERAÇÃO DE ROTA DE PRODUÇÃO DE REFINO NA ACIARIA*

Lidiane da Paixão Carvalho¹

Marcelo Porto Silva²

Carlos Roberto Guinâncio Carvalho³

Janio André Tiburcio⁴

Carlaine Fonseca de Souza⁵

Resumo

Foi estudada uma forma de reduzir o custo de produção de aços que atendem a norma NBR 6656 LNE 38 (ou LNE 380) na Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Esses materiais são utilizados em peças de conformabilidade crítica principalmente para indústria automotiva. Na CSN, o Forno Panela tradicionalmente faz parte da rota obrigatória de fabricação desses materiais constituindo um “gargalo” de produção. Efetuou-se uma análise da composição química, então empregada para os aços e das propriedades mecânicas resultantes, e então se buscou uma nova composição que atendesse a norma e que permitisse outra rota de produção. Percebeu-se que uma redução no teor de manganês em relação ao normalmente utilizado propiciava uma melhor adequação à norma, além de permitir o uso de uma rota alternativa que maximizava a produção e permitia reduzir custos.

Palavras-chave: Aumento de produtividade; Redução de custos; Aços para Indústria Automobilística; Manganês.

REDUCTION OF THE COST OF PRODUCTION OF HOT ROLLED IN SPECIFICATION LNE 38 OR LNE 380 THROUGH ALTERATION OF THE ROUTE OF PRODUCTION OF REFINING IN STEELMAKINGS

Abstract

A way to reduce the cost of production of steel that meet the NBR 6656 LNE 38 (or LNE 380) in the Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) was studied. These materials are used on parts with critical formability primarily for the automotive industry. In CSN, Ladle Furnace traditionally is part of the mandatory route of manufacturing these materials forming a "bottleneck" of production. It was conducted an analysis of the composition until then used for steels and of the resultant mechanical properties, and then sought a new composition within the standard that allowed another production route. It was noticed that a reduction in the content of manganese in relation to commonly used provided a better match to the standard, and allows the use of an alternative route maximizing production and minimizing costs.

Keywords: Increased productivity; Cost reduction; Steels for Automotive Industry; Manganese.

¹ *Engenheiro Metalurgista, Engenheiro de Desenvolvimento, Gerência de Produtos Laminados, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, RJ, Brasil.*

² *Engenheiro Metalurgista, Coordenador, Gerência de Produtos Laminados, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, RJ, Brasil.*

³ *Engenheiro Metalurgista, MSc., Coordenador, Gerência de Desenvolvimento de Produtos, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, RJ, Brasil.*

⁴ *Técnico Metalúrgico, Técnico de PCP, Gerência de Planejamento da Produção, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, RJ, Brasil.*

⁵ *Engenheiro Metalurgista, Gerente, Gerência de Produtos Laminados, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, RJ, Brasil.*

* *Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.*



1 INTRODUÇÃO

A Indústria brasileira tem sido muito afetada pelos elevados custos da matéria-prima e pela forte concorrência mundial; isso impõe a necessidade dessa indústria se tornar cada vez mais competitiva frente aos desafios do mercado. Para atingir esta competitividade, faz-se necessária a combinação do desenvolvimento de novos produtos e tecnologias e da otimização dos processos de produção resultando em aumento da produtividade e redução de custos.

Analisando essas necessidades quanto ao ramo da Siderurgia, percebe-se que há oportunidades de melhoria de desempenho com conseqüente aumento na qualidade e margem dos produtos. No caso de uma indústria siderúrgica integrada, como a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a qual engloba os processos desde a redução do minério de ferro, os processos de refino do aço e de laminação e até as linhas finais de acabamento, as possibilidades de otimização estão sempre presentes.

Examinando-se mais detalhadamente o processo de fabricação de aço nesta usina, pôde-se concluir que aqueles processos referentes à produção do material até o estágio de placa detém a maior parcela de influência sobre o custo do produto final, destacando-se dentre outros os processos na aciaria, onde ocorre a conversão do ferro gusa nos diversos tipos de aço.

Na aciaria da CSN, as seguintes etapas compõem o processo de produção:

- Refino Primário: etapa realizada em conversores a oxigênio, na qual o ferro gusa é refinado sob condições oxidantes;
- Refino Secundário: consiste nas etapas de ajuste de composição química, da temperatura e da limpidez do aço, que pode utilizar um ou mais dos seguintes equipamentos:
 - Forno Panela: equipamento que propicia a execução de várias operações como: controle da temperatura por aquecimento elétrico, ajuste da composição química, desoxidação, dessulfuração, homogeneização do banho, controle da morfologia e remoção de inclusões não metálicas.
 - Desgaseificador a vácuo (RH): permite o tratamento do aço sob vácuo, podendo ser utilizado para realização dos seguintes processos: redução do teor de gases hidrogênio e nitrogênio no aço, descarburização, controle da temperatura do aço líquido, ajuste da composição química, desoxidação e maior rendimento das ferro-ligas. O processo RH permite que, através da aplicação de vácuo, ocorra a redução dos teores de carbono abaixo de 25 ppm.
 - Estação de borbulhamento: equipamento que permite o ajuste da composição química e homogeneização do aço por meio de uma lança refratária, e limpeza do aço através do borbulhamento de argônio.
- Lingotamento do aço: etapa de solidificação do aço líquido, ou seja, fabricação da placa.

Na produção do aço, um fator importante na composição química que tem impacto nas propriedades mecânicas do produto final é a adição de manganês (Mn). Em aços-carbono, a adição de manganês reduz a temperatura de transformação austenita-ferrita (A3), estabilizando a austenita durante a laminação a quente. Este fenômeno pode ser utilizado em alguns casos para se obter refinamento de grão ferrítico e minimizar a ocorrência de laminação em região bifásica quando laminadas em temperatura mais baixa especialmente nas bordas.

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



O manganês também é adicionado para contribuir no aumento da resistência mecânica dos aços através do mecanismo de endurecimento por solução sólida. A adição de solutos ao aço provoca distorções na rede cristalina, o que dificulta o movimento das discordâncias, gerando o endurecimento do material. A influência do manganês no aumento do limite de escoamento por solução sólida em aços baixo-carbono em geral é da ordem de 3,2 MPa a cada 0,1%, para as faixas percentuais comercialmente utilizadas.

Dessa forma, o estudo de caso dos aços que atendem a norma NBR 6656 LNE 38 (ou LNE 380) produzidos pela CSN permitiu avaliar a influência da composição química (em especial do Mn) nas propriedades finais desse material e a possibilidade de tomada de ação para aumento da produtividade e redução de custos desse produto. Na CSN, o processo de refino secundário desses aços tem tradicionalmente o Forno Panela como rota obrigatória, todavia isso constitui um “gargalo” de produção. Almeja-se encontrar uma rota alternativa que torne sua produção mais ágil e menos complexa, e que garanta os requisitos requeridos por norma e aplicações finais nos clientes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo concentrou-se nos aços que obedecem a norma NBR 6656 LNE 38 (ou LNE 380), os quais atendem, dentre outros específicos, aos requisitos gerais apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição química da especificação

| Grau da norma | C máx % | Mn máx % | Si máx % | P máx % | S Max % | Nb Max % | Ti Max % |
|---------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|
| LNE380 | 0,12 | 1,10 | 0,35 | 0,025 | 0,015 | 0,12 | 0,2 |

Tabela 2. Propriedades mecânicas da especificação

| Grau da norma | LE (Mpa) | LR (Mpa) | Al % |
|---------------|-----------|-----------|--------|
| LNE 38/380 | 380 / 530 | 460 / 600 | 23 mín |

São dois os principais produtos atendidos por essa Norma: os com espessura menores ($\leq 6,30$ mm), que têm processo termomecânico mais severo com maior deformação a quente e, conseqüentemente, gerando grãos ferríticos mais refinados; e aqueles com espessuras maiores ($> 6,30$ mm) que tendem a apresentar valores mais baixos de limite de escoamento devido ao menor refinamento da microestrutura. Nessa etapa do projeto optou-se por focar a atenção unicamente nos materiais mais finos.

Efetou-se então, testes industriais reduzindo o teor de manganês, que possibilitasse a alteração da rota de refino secundário para a Estação de Borbulhamento e definindo condições mais adequadas do processamento termomecânico.

Foram testadas 4000 toneladas de material com a nova composição química e os resultados das propriedades mecânicas foram comparados com os anteriores e com a norma para validá-los na especificação de interesse.

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A forma original de produção resultava em um aço com alto teor de manganês. Dessa maneira, entregava-se ao cliente um material com limites de escoamento aproximadamente 70 MPa superiores ao mínimo exigido por Norma conforme (figura 1).

Os valores de limite de escoamento após alteração está representado na (figura 2). A comparação dos valores anteriores de limite de escoamento com os atuais mostram a efetividade da ação tomada no processo de fabricação desse material sem perdas significativas de propriedade mecânica.

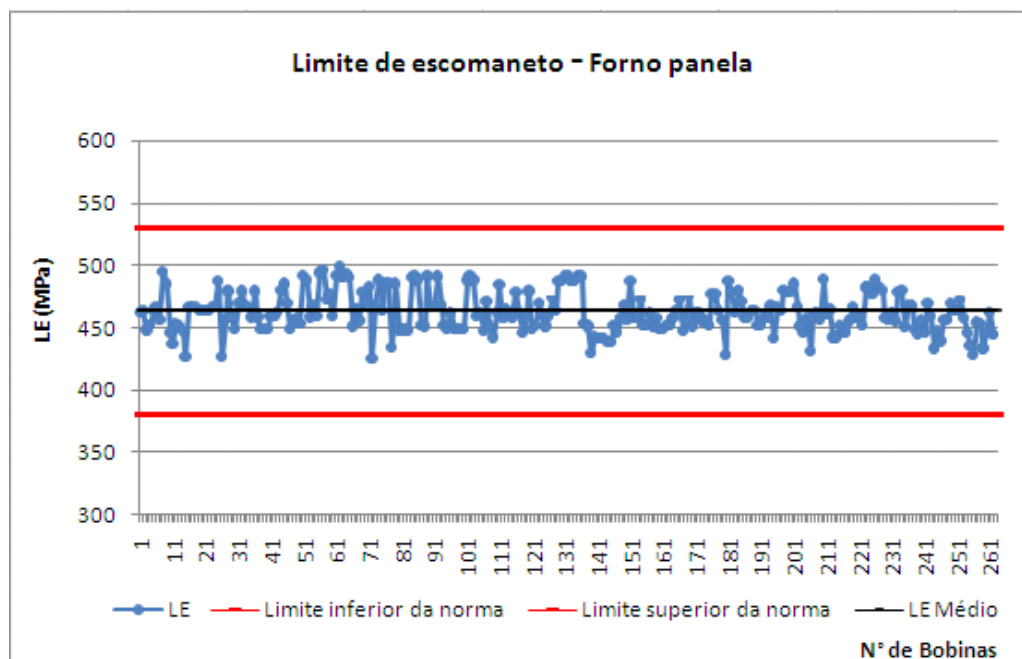


Figura 1. Gráficos de controle do limite de escoamento – Grau processado no Forno Panela

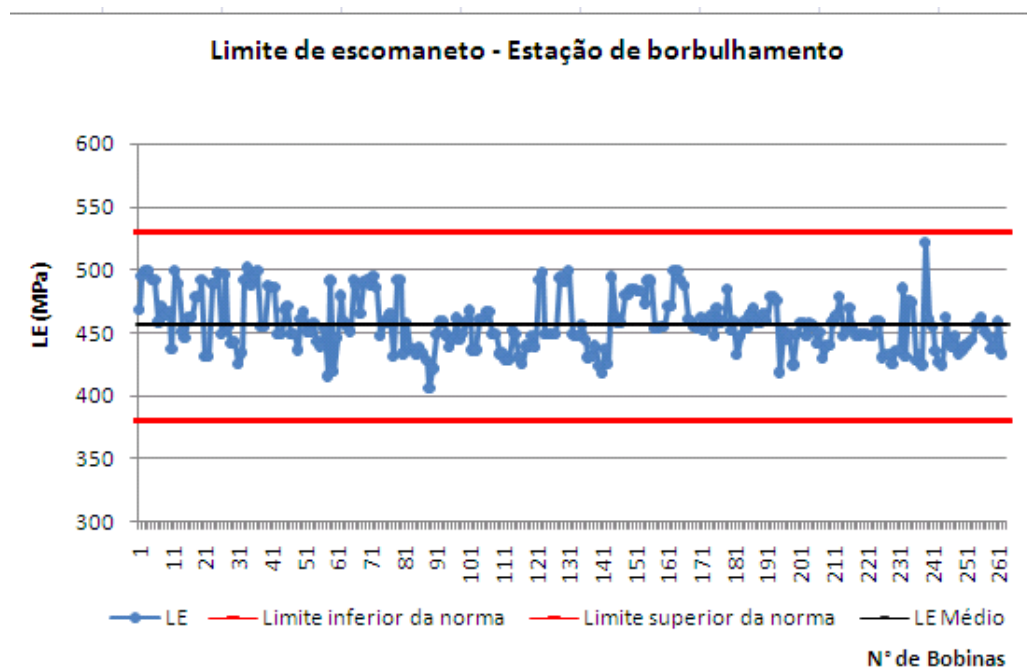


Figura 2. Gráficos de controle do limite de escoamento das bobinas de teste – Grau processado na estação de borbulhamento.

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



Nos testes realizados houve um ganho de tempo de processo na aciaria e nenhuma alteração característica de processo no laminador de tiras a quente que gerasse perda de produtividade. A Estação de Borbulhamento, equipamento com disponibilidade de produção e de menor custo de operação, tornou-se a nova rota para estes materiais, sem prejuízo às características desejadas.

Além disso, desde o início do projeto, não foi identificado qualquer desvio interno de qualidade ou reclamação de cliente que pudesse estar associado à alteração realizada.

A alteração para os materiais finos da especificação LNE38 / 380 contribuiu para redução do custo do produto sem detrimento das propriedades mecânicas de atendimento.

4 CONCLUSÃO

A redução do teor de manganês foi suficiente para estabelecer uma rota alternativa de produção do aço que atende a Norma NBR6656 LNE38 ou 380, mantendo as características químicas e mecânicas dentro da especificação.

O desenvolvimento deste trabalho permitiu disponibilizar o Forno-Panela para a produção de aços de composição química mais complexa, de maior criticidade e com maior valor agregado. Também possibilitou o aumento de volume disponibilizado para a produção da especificação LNE38 ou 380.

A implantação desse projeto permitiu redução no tempo de produção e custo do aço, maximizando o resultado financeiro da empresa e tornando-a mais competitiva no mercado.

Agradecimentos

Aos funcionários da CSN, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Metals Handbook, vol 14, Forming and Forging, 9ª Ed., Ohio: ASTM Int., 1988.
- 2 Souza CF, Neto TMA, Silva MP, Aredes LN. Adequação do teor de manganês nos aços produzidos pela Companhia Siderúrgica Nacional. Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração. Anais do 49º Seminário de Laminação, Processos e Produtos Laminados e Revestidos; 2012; Vila Velha, Brazil.

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.