



Tema: Aciaria Oxigênio

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE NÍVEL 2 NA ESTAÇÃO DE DESSULFURAÇÃO DE GUSA EM CARRO TORPEDO DA COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL*

Antônio Augusto Martins¹

Celso Paulo Neves²

Eduardo Ribeiro³

Flaviano Galdino⁴

Luis Eduardo Dias Teles⁵

Rafaela Pacheco Malvão dos Santos⁶

Rodrigo da Silva Magalhães⁷

Resumo

Os processos produtivos consomem elevados volumes de matérias-primas e insumos, apresentando excelentes oportunidades de redução de custo. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema automatizado de dessulfuração em Carro Torpedo, tendo em vista que o sistema atual utilizava planilhas eletrônicas. Construído a partir das práticas operacionais, o modelo matemático para Estação de Dessulfuração em Carro Torpedo da Companhia Siderúrgica Nacional torna-se uma representação simplificada da realidade, possibilitando um controle de processo mais efetivo. O sistema de nível 2 possui um módulo de engenharia, onde todos os parâmetros operacionais e constantes de processo são definidos e um módulo operacional, que se divide entre o cálculo das adições de dessulfurantes e a avaliação de desempenho operacional. Nos primeiros meses de operação foi possível implementar um modo de operação padrão para todos os turnos operacionais que resultou numa menor dispersão das variáveis de controle.

Palavras-chave: Carro torpedo; Enxofre; Dessulfuração.

IMPLEMENTATION OF LEVEL 2 SYSTEM IN A PLANT OF DESULPHURIZATION IN TORPED CAR AT COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL

Abstract

The production processes consume large volumes of raw materials and inputs, presenting excellent opportunities for cost reduction. This paper aimed to develop an automated system for desulphurization in torped car. The old system used electronic sheets. Constructed from operational practices, the mathematical model for Desulphurization Station Torped Car of CSN becomes a simplified representation of reality, in order to become more effective process control. The system was constructed with modules, a module of engineering, where all operational parameters and constants of process are defined and an operating module, which is divided between the calculation of additions materials and operational performance. In the first months of operation it was possible to implement a standard operating mode for all operating shifts resulting in a lower dispersion of control variables.

Keywords: Torped car; Sulfur; Desulphurization.

¹ Engenharia Metalúrgica, Engenheiro Metalurgista, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Volta Redonda, RJ, Brasil.

² Técnico em eletrônica, Técnico de Desenvolvimento, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

³ Engenharia de Produção, Engenheiro de Produção, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁴ Ciências da computação, Analista de Tecnologia da Informação, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁵ Graduando em Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil.

⁶ Engenharia Metalúrgica, Engenheira Metalurgista, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁷ Engenharia Metalúrgica, Engenheiro Metalurgista, CSN, Volta Redonda, RJ, Brasil.

* Contribuição técnica ao 45º Seminário de Aciaria – Internacional, 25 a 28 de maio de 2014, Porto Alegre, RS, Brasil.



1 INTRODUÇÃO

As operações de dessulfuração de gusa são conduzidas em carros torpedo ou em painéis de transferência. Sendo assim, no alto forno ocorre a redução do consumo de fundentes, para controle do volume de escória e do coke-rate, sem o compromisso de produzir o gusa com baixo teor de enxofre.

Pode-se inferir que a eficiência de uma operação de pré-tratamento de gusa depende das características do agente dessulfurante e das condições operacionais.

Em relação à segunda característica citada, sendo o procedimento diretamente dependente do operador, ou seja, mais susceptível ao erro humano.

Melhorias contínuas nos desempenhos metalúrgicos dos processos de dessulfuração de gusa líquido são necessárias no sentido de redução dos custos e conquista de melhor qualidade do produto final.

O processo de dessulfuração de gusa em carro torpedo na Companhia Siderúrgica Nacional, era feito pelo operador atuando diretamente no nível 1, através de planilhas eletrônicas, sendo estas não atualizáveis.

O presente trabalho teve como objetivo a implantação do sistema de nível 2 na estação de dessulfuração de gusa em carro torpedo. Com sua implantação, o modelo matemático da dessulfuração, permite otimizar o processo através de ajustes das constantes de eficiência da dessulfuração, assim como, mantém o processo padronizado, controlado e mais efetivo.

Tendo isto em vista, o controle e otimização do processo de dessulfuração de gusa é uma necessidade estratégica para a produção de aços a custos baixos e de qualidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O algoritmo do sistema de dessulfuração em carro torpedo, desenvolvimento interno da CSN, foi alicerçado sobre dois módulos. O primeiro é o módulo de engenharia, onde todos os parâmetros operacionais e constantes de processo são definidos. Podem ser alterados rapidamente, pelos engenheiros de processo, afim de otimização e retratação de acordo com a realidade da área.

O segundo refere-se ao módulo operacional, que se divide entre cálculo de gusa no carro torpedo, cálculo da altura da lança, logística de abastecimento de gusa para aciaria, cálculo das adições de materiais dessulfurantes, previsão do teor de enxofre e a avaliação de desempenho operacional.

A seguir será explanado a respeito de todos os sub-módulos operacionais:

- Sub-módulo do cálculo de gusa no carro torpedo: são levadas em consideração algumas variáveis do ciclo do carro torpedo anterior, como: peso de gusa cambado na aciaria, altura de gusa e espessura de escória. Caso não se tenha os valores do ciclo anterior o modelo possui um valor pré estabelecido de gusa no carro torpedo.
- Sub-módulo do cálculo da altura da lança: o nível 1 enviará o valor de referência entre o referencial zero e a altura que a lança faceia o banho parado no início do processo de dessulfuração.
- Sub-módulo de logística de abastecimento de gusa para a aciaria: são levados em consideração a taxa de consumo de gusa por hora na aciaria, percentual médio de gusa na carga, assim como, o número de conversores, máquinas e pontes rolantes em operação e o número de carros torpedos cheios na aciaria.

* Contribuição técnica ao 45º Seminário de Aciaria – Internacional, 25 a 28 de maio de 2014, Porto Alegre, RS, Brasil.



- Sub-módulo de cálculo das adições de materiais dessulfurantes: a escolha do tipo de dessulfurante e do padrão de injeção tem como base os teores inicial e objetivado de enxofre para liberação bem como as condições operacionais da aciaria. O cálculo do material dessulfurante é feito em três etapas, ou seja, em três faixas de enxofre, compreendido entre enxofre analisado inicialmente e o que se deseja obter após dessulfuração.
- Sub-módulo do cálculo da previsão do enxofre: imediatamente ao iniciar o processo de dessulfuração é feito o cálculo da previsão do teor de enxofre do gusa em função do tempo de dessulfuração e enxofre inicial. A atualização do cálculo é dinâmico temporizado de 5 em 5 segundos.

Na Figura 1 podemos visualizar um fluxograma do algoritmo do modelo de nível 2 da dessulfuração em carro torpedão.

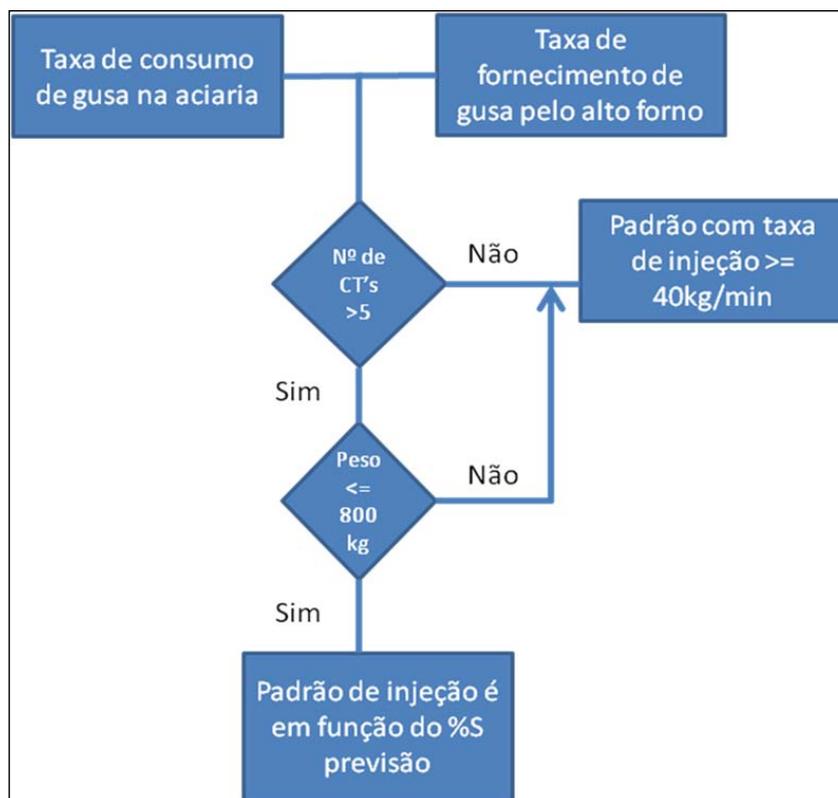


Figura 1. Fluxograma do algoritmo do modelo de nível 2.

3 RESULTADOS

A implantação do software permitiu um aumento na eficácia do processo de dessulfuração. A partir do monitoramento de diversas variáveis, gráficos e tabelas, as tomadas de decisões dos operadores se tornaram mais assertivas e permitiu por parte dos engenheiros um melhor ajuste do processo. A Figura 2 mostra a tela principal do nível 2 que é utilizada na operação da dessulfuração em carro torpedão.

* Contribuição técnica ao 45º Seminário de Aciaria – Internacional, 25 a 28 de maio de 2014, Porto Alegre, RS, Brasil.

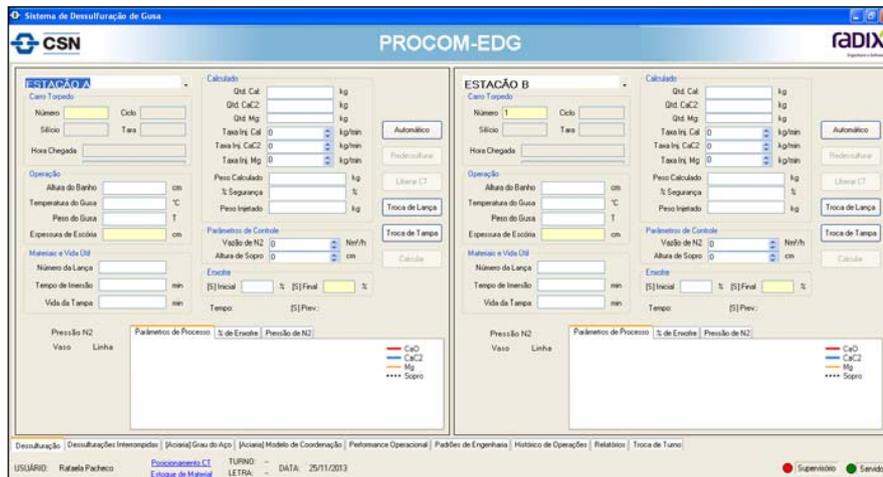


Figura 2. Tela principal do modelo de dessulfuração em carro torpedado.

A seguir, algumas funcionalidades do modelo de nível 2 serão descritas. Nas Figuras 3 e 4 podemos visualizar uma tela de troca de componentes como: lança e tampa. Com esta tela pode-se ter as seguintes informações: n° da lança ou tampa, fornecedor, data de entrada do componente e tempo de utilização. Tal controle permite um melhor monitoramento dos componentes refratários.



Figura 3. Tela de troca do componente refratário lança.



Figura 4. Tela de troca do componente refratário tampa.

* Contribuição técnica ao 45º Seminário de Aciaria – Internacional, 25 a 28 de maio de 2014, Porto Alegre, RS, Brasil.



Na Figura 5, tela de desempenho operacional possui informações como: taxa de dessulfuração, consumo específico, eficiência da reação, delta do dessulfurante real menos o programado e percentual de enxofre programado e obtido. Pode-se ainda analisar por turno, letra, enxofre inicial, tipo de dessulfurante, taxa de injeção e carro torpedado.

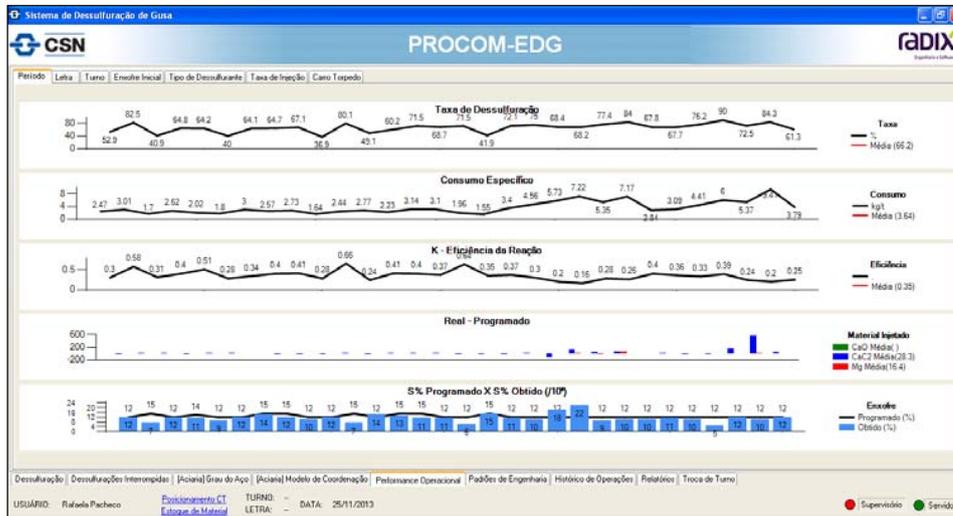


Figura 5. Tela de desempenho operacional.

Na tela padrões de engenharia como visualizado na Figura 6, são cadastrados todos os padrões de injeção por material dessulfurante e as constantes que são utilizadas no algoritmo do modelo.

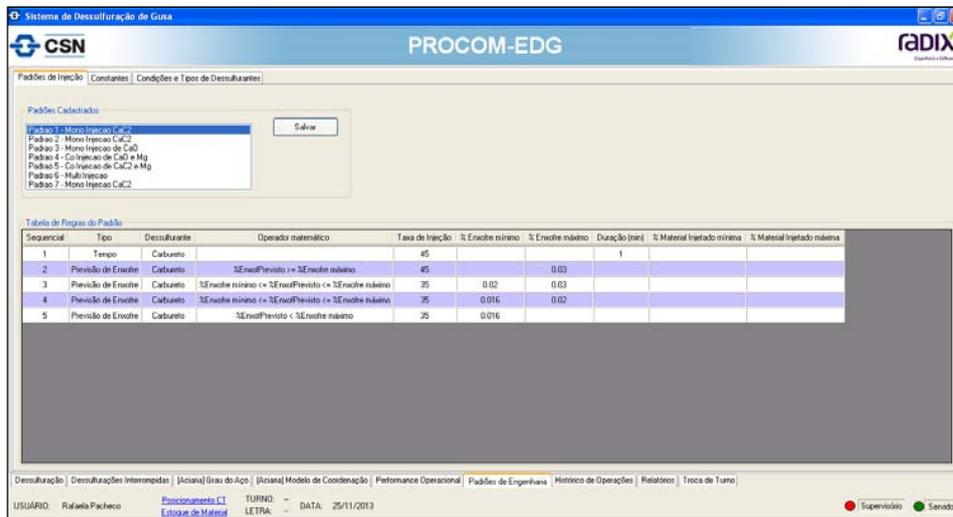


Figura 6. Tela de padrões de engenharia.

Na tela de histórico de operações mostrada na Figura 7, podemos visualizar o histórico das dessulfurações passadas, na qual diversas variáveis podem ser adicionadas ou excluídas da consulta. Funciona como um banco de dados, possibilitando o tratamento de anomalias.

* Contribuição técnica ao 45º Seminário de Aciaria – Internacional, 25 a 28 de maio de 2014, Porto Alegre, RS, Brasil.

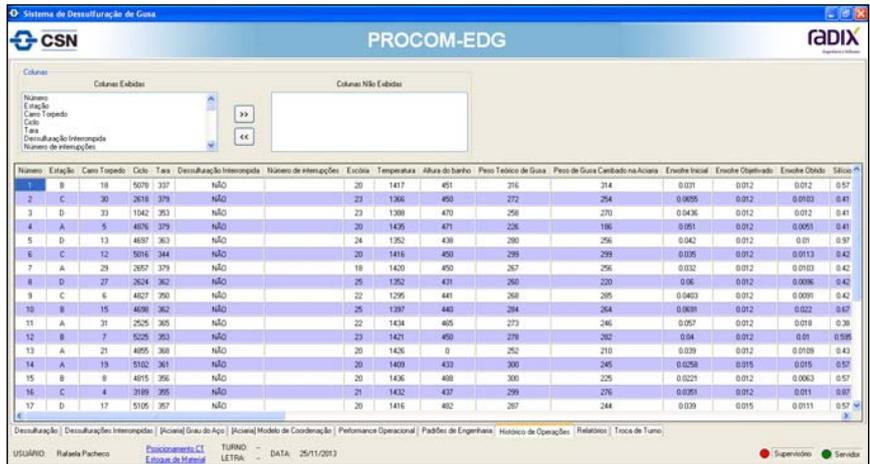


Figura 7. Tela de histórico de operações.

Através do software podem ser acessados relatórios gerenciais (Figura 8), relacionados a materiais dessulfurantes, eficiência da dessulfuração, consumo específico por percentual de enxofre e gerenciamento de processo.

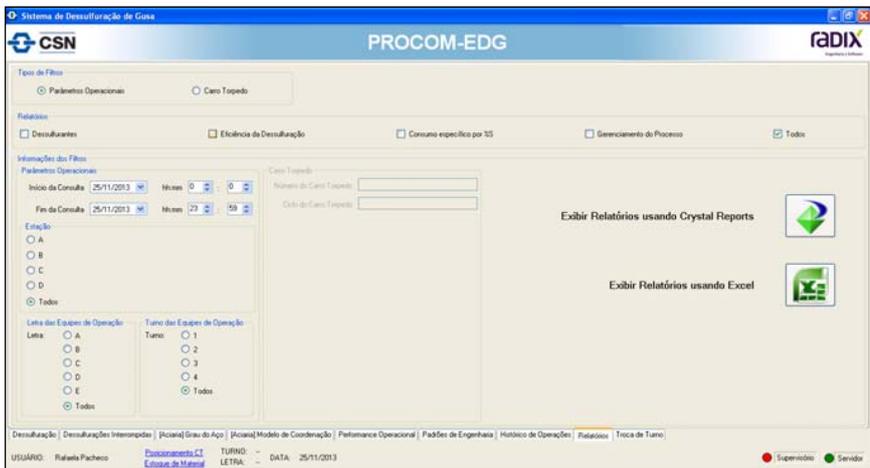


Figura 8. Tela de relatórios gerenciais.

Através do modelo de nível 2 a dispersão do peso de gusa no carro torpedo diminuiu. Podemos visualizar na Figura 9 que em média o delta de peso do gusa real menos o gusa do operador era de 18,8t. Já o delta do peso de gusa real menos o calculado pelo modelo é em média de 4,1t. Ou seja, com esta redução do delta do peso de gusa, há um ganho no consumo de dessulfurante.

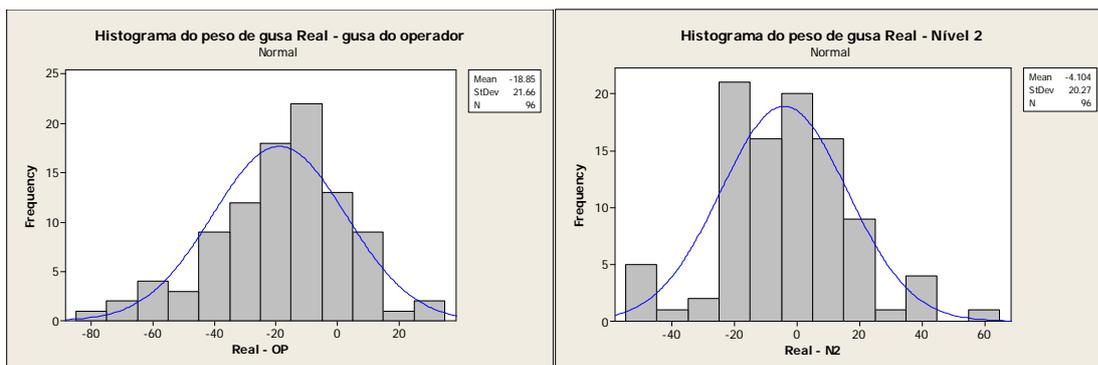


Figura 9. Histograma do delta de peso de gusa.

* Contribuição técnica ao 45º Seminário de Aciaria – Internacional, 25 a 28 de maio de 2014, Porto Alegre, RS, Brasil.



A dessulfuração é medida pelo coeficiente k (Equação 1) [1], o qual foi ajustado de acordo com a faixa de enxofre e espera-se uma economia no consumo de material dessulfurante.

$$K = [\ln(S_{\text{inicial}}/S_{\text{final}}) * \text{peso de gusa}] / \text{quantidade de material dessulfurante} \quad (1)$$

Quanto maior a eficiência de dessulfuração K , menor será o consumo de agente dessulfurante.

Na Figura 10 podemos visualizar o consumo específico de material dessulfurante no carro torpedo, com e sem sistema de nível 2. Podemos notar uma redução no consumo específico ao se usar o modelo de nível 2, isto se deve a padronização da operação de dessulfuração.

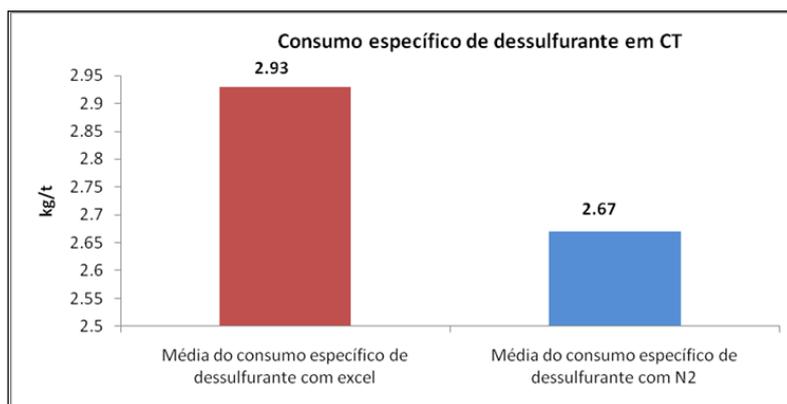


Figura 10. Consumo específico de dessulfurante no carro torpedo.

4 CONCLUSÃO

A interação de ferramentas computacionais e experiência de engenheiros e operadores, sem dúvidas, é o caminho mais eficaz para uma produção de sucesso. Baseado nos dados de gráficos e tabelas, as decisões tomadas ficam menos suscetíveis a erros, tornando o procedimento como um todo mais competente.

Em suma, a implantação do modelo matemático de dessulfuração em carro torpedo atuou ativamente na melhoria do processo de dessulfuração, evitando o consumo excessivo de material e padronizando as operações

REFERÊNCIAS

- 1 Nippon Steel. Manual de operação de dessulfuração em carro torpedo para Companhia Siderúrgica Nacional. Volta Redonda: Nippon Steel; 1979.

* Contribuição técnica ao 45º Seminário de Aciaria – Internacional, 25 a 28 de maio de 2014, Porto Alegre, RS, Brasil.