

MELHORIA NA AUTOMATIZAÇÃO DA SOPRAGEM NOS CONVERTEDORES DA CST⁽¹⁾

Breno Rosa ⁽²⁾
João de Castro Coura ⁽³⁾
Aparecido Tsutomo Nakamura ⁽⁴⁾
Jayme Alves de Souza Júnior ⁽⁵⁾

Resumo

Com start-up da CST em 1983, foram criados procedimentos para cálculo da quantidade de fundentes a serem adicionados no convertedor, seqüência de adição dos mesmos e sopragem da corrida de aço, incluindo altura da lança e vazão de oxigênio durante o sopro. Em 1995 iniciou-se o desenvolvimento da adição programada automatizada de fundentes, que teve sua implantação no ano seguinte. Em 1998, foi a vez da altura da lança, vazão de oxigênio e injeção de gás pelo fundo serem automatizados, criando-se o modelo de sopro simultâneo automatizado. Neste momento também foi realizada a automatização do cálculo da quantidade de material a ser adicionada, através da criação do modelo de cálculo de fundentes. A partir daí estava completa a automatização da sopragem nos convertedores da aciaria da CST. Em 2004, já se preparando para a expansão da CST para 7,5 Mt/ano, onde a redução da variabilidade operacional será fundamental para aumento de produtividade, tornou-se necessário um ajuste fino nos três modelos acima citados. Para isso, foi utilizado no desenvolvimento deste trabalho a metodologia Six Sigma, partindo da análise e estratificação do problema, passando pela análise do processo e elaboração de plano de ação com as contramedidas necessárias para solução do problema. Os resultados obtidos mostram uma evolução significativa na automatização da sopragem nos convertedores da aciaria da CST, obtendo-se valores superiores àqueles alcançados logo após a implantação dos modelos, garantindo dessa forma, aumento da estabilidade operacional através da maior padronização do volume de escória e do consumo de fundentes.

Palavras-chave: automatização da sopragem, cálculo de fundentes, adição programada e sopro automatizado.

-
- 1 Trabalho a ser apresentado no XXXVI Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais – Maio de 2005 – Vitória, ES, Brasil.
 - 2 Engenheiro Metalurgista, especialista de controle técnico do aço da CST.
 - 3 Consultor Técnico da divisão de controle técnico do aço da CST.
 - 4 Engenheiro Metalurgista, especialista de controle técnico do aço da CST.
 - 5 Engenheiro Metalurgista, gerente da seção de refino de aço da CST.

1 INTRODUÇÃO

Com start-up da aciaria da CST em novembro de 1983, foram criados procedimentos para cálculo da quantidade de fundentes a serem adicionados no convertedor, seqüência de adição dos mesmos e também procedimentos para sopragem da corrida de aço, incluindo altura da lança de oxigênio, vazão de oxigênio e injeção de gás pelo fundo.

Com o decorrer dos anos foi surgindo a necessidade da automatização destes procedimentos. Após o start-up da máquina de lingotamento contínuo nº1 e a estação de refino secundário IRUT em 1995, e o conseqüente enobrecimento do mix de produção, iniciou-se o desenvolvimento da adição programada de fundentes, que teve sua implantação no ano seguinte. Optou-se por iniciar a automatização completa da sopragem pela adição de fundentes, uma vez que essa tarefa exigia maior esforço do operador, dada à quantidade de fundentes que deveriam ser pesados e adicionados num curto espaço de tempo. Essa também era a atividade que inseria maior variabilidade ao processo.

Em 1998, foi a vez da altura da lança, vazão de oxigênio e injeção de gás pelo fundo serem automatizados, criando-se o modelo de sopro simultâneo automatizado. Neste momento também foi realizada a automatização do cálculo da quantidade de material a ser adicionada, através da criação do modelo de cálculo de fundentes, que visa estabelecer a quantidade necessária de fundentes a serem adicionados nos convertedores, de modo a garantir os resultados objetivados de P no fim de sopro, minimizando assim a necessidade de resopros e reduzir o desgaste de refratário dos convertedores. Também é objetivo deste modelo a redução dos custos do processo, através da maior padronização do volume de escória e do consumo de fundentes. A partir daí estava completa a automatização da sopragem nos convertedores da aciaria da CST, permitindo a estabilidade na produção de aços mais elaborados, principalmente baixo fósforo, em consonância com a entrada de mais dois novos equipamentos: a máquina de lingotamento contínuo nº2 e o desgaseificador a vácuo RH, que possibilitaram uma elevação ainda maior no valor agregado dos aços produzidos.

Em 2004, já se preparando para a expansão da CST para 7,5 Mt/ano, onde a redução da variabilidade operacional será fundamental para aumento de produtividade, tornou-se necessário um ajuste fino nos três modelos acima citados, visando resgatar os índices de utilização em modo automático, obtidos quando da implementação dos mesmos.

Nesse trabalho é apresentada a metodologia através da qual o projeto “Melhoria na Automatização da Sopragem nos Convertedores da CST” foi estruturado na aciaria da CST. Trata-se de um projeto de grande importância para a redução da variabilidade do processo de produção de aço, contemplando atividades que vêm de encontro aos anseios da CST em se consolidar como fornecedora preferencial de semi-acabados para o mercado externo.

2 METODOLOGIA ADOTADA

Foi utilizado no desenvolvimento deste trabalho a metodologia Six Sigma, partindo da análise do problema em questão, passando pela análise do fenômeno (estratificação do problema), análise do processo (levantamento das causas de não utilização dos modelos em modo automático), elaboração de plano de ação (plano com contramedidas necessárias para solução do problema).

2.1 Análise do Problema

Problema:

Baixo índice de utilização da automatização completa da sopragem.

Avaliação do Sistema de Medição:

A primeira etapa da análise do problema foi a avaliação do sistema de medição. Neste caso específico, as informações de utilização do cálculo de fundentes, adição programada e sopro automatizado foram analisadas e validadas juntamente com a equipe de automação da CST, garantindo assim a confiabilidade das informações relativas ao índice de automatização completa da sopragem, que consiste na utilização simultânea dos três modelos citados acima.

Histórico do Problema:

Logo após a avaliação do sistema de medição, foi calculado o índice de automatização completa da sopragem, também denominado "Full Automation". O índice praticado foi de 4%, valor considerado bastante baixo, uma vez que após a implantação dos modelos em 1999, foram obtidos valores próximos a 65%.

Benefícios Esperados:

A seguir foi analisado se realmente valia a pena investir na solução do problema. Os ganhos esperados com a solução do problema foram levantados e são mostrados a seguir:

- Padronização da sopragem, com redução da dispersão dos resultados de fim de sopro e melhoria no acerto de C, P e T;
- Redução do índice de projeção;
- Maior padronização do volume de escoria e redução do consumo de fundentes;
- Menor risco de fora de faixa em caso de vazamento sem análise;
- Menor agressão ao bico de lança de oxigênio.

Estabelecimento da Meta Global:

Foi estabelecido como meta geral do trabalho o aumento do índice de automatização completa da sopragem de 4% para 73% até dezembro de 2004.

2.2 Análise do Fenômeno

Estratificação do Problema:

O índice de utilização da automatização completa da sopragem (“Full Automation”) foi estratificado por modelo e os índices são mostrados no Gráfico 1 a seguir:

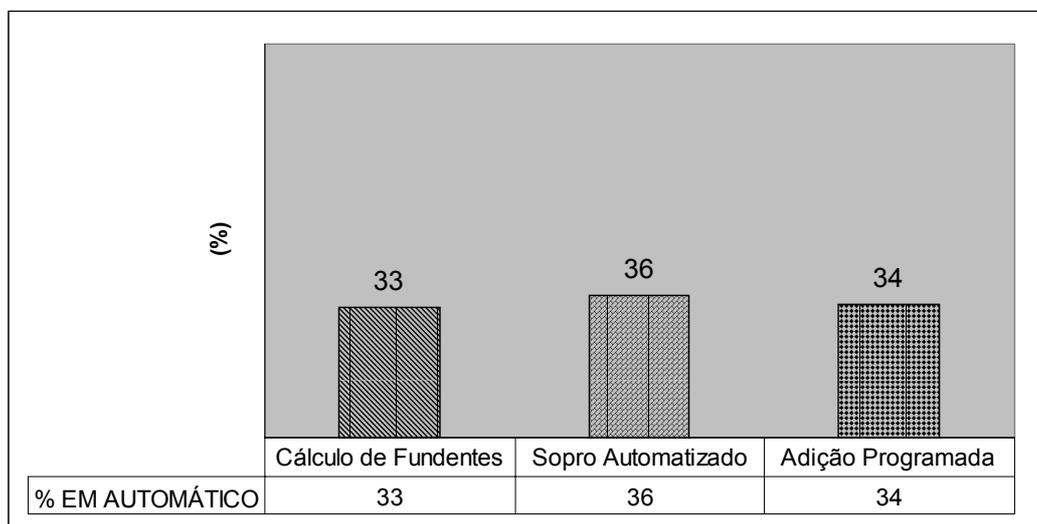


Gráfico 1. Estratificação do Índice de Utilização do Full Automation - 2003

Estabelecimento das Metas Específicas:

A partir da estratificação mostrada acima, que mostra uma uniformidade entre os resultados dos modelos, foram estabelecidas metas específicas para consecução da meta global (% de utilização \geq 73%).

Meta 01 → Aumento do índice de utilização do Cálculo de Fundentes em modo automático de 33% para 90% até dezembro de 2004;

Meta 02 → Aumento do índice de utilização do Sopro Automatizado em modo automático de 36% para 90% até dezembro de 2004; e

Meta 03 → Aumento do índice de utilização da Adição Programada em modo automático de 34% para 90% até dezembro de 2004.

2.3 Análise do Processo e Estabelecimento do Plano de Ação

Após o estabelecimento das metas específicas, o passo seguinte foi o levantamento das causas do baixo índice de utilização de cada modelo.

Levantamento dos Fatores Causais:

Para iniciar o levantamento dos fatores de não utilização do modelo em modo automático foi solicitado aos operadores da seção de convertedores o relato detalhado de cada motivo de não utilização em formulário próprio.

Priorização dos Fatores Causais e Proposição de Contramedidas:

Todos os motivos relatados foram analisados diariamente juntamente com os operadores, equipe de automação, manutenção elétrica, mecânica e instrumentação e colocados na forma gráfica para análise da frequência de ocorrência e posterior priorização, conforme mostrado a seguir. Pode-se observar também, nas tabelas 1, 2 e 3 abaixo, as contramedidas que foram estudadas e propostas para cada motivo de não utilização.

Tabela 1. Modelo de Cálculo de Fundentes – causas e contramedidas

Principais Causas	Incidência	Contramedidas Adotadas
Risco de ocorrência de projeções	 63%	Ajustada basicidade e volume de escória mínimo
Computador de processo (PROCOM)	 11%	PROCOM ajustado permitindo substituição de materiais
Outros	 10%	-
Equipamento (sonda de nível)	 8%	-
Falha no procedimento de abastecimento de silos	 8%	Ajustado procedimento de abastecimento de materiais

Tabela 2. Modelo de Adição Programada – causas e contramedidas

Principais Causas	Incidência	Contramedidas Adotadas
Equipamento (sonda de nível e vibradores)	 41%	-
Sistema supervisório	 23%	Otimização do sincronismo de recebimento dos dados pelo PLC
Ocorrência de Projeções	 18%	Adequação e desenvolvimento de novos padrões de sopro
Outros	 10%	-
Falha no modo de seleção de sopro da corrida	 8%	PROCOM ajustado para evitar falha no modo de seleção de sopro
Falha no procedimento de abastecimento de silos	 3%	Ajustado procedimento de abastecimento de materiais

Tabela 3. Modelo de Sopros Automatizados – causas e contramedidas

Principais Causas	Incidência	Contramedidas Adotadas
Ocorrência de Projeções	77%	Adequação e desenvolvimento de novos padrões de sopro
Computador de processo (PROCOM)	11%	PROCOM ajustado para evitar falha no envio do padrão de sopro
Falha no modo de seleção de sopro da corrida	8%	PROCOM ajustado para evitar falha no modo de seleção de sopro
Outros	4%	-

3 RESULTADOS OBTIDOS

Atingiu-se 74% de utilização da sopragem em modo automático (“Full Automation”) em dezembro de 2004 contra uma meta de 73%. O Gráfico 2 a seguir mostra a evolução do índice de “Full Automation” e o atingimento da meta global estabelecida.

São mostrados também os resultados obtidos frente às metas específicas estabelecidas: índice de utilização do cálculo de fundentes, sopro automatizado e adição programada de fundentes em modo automático.

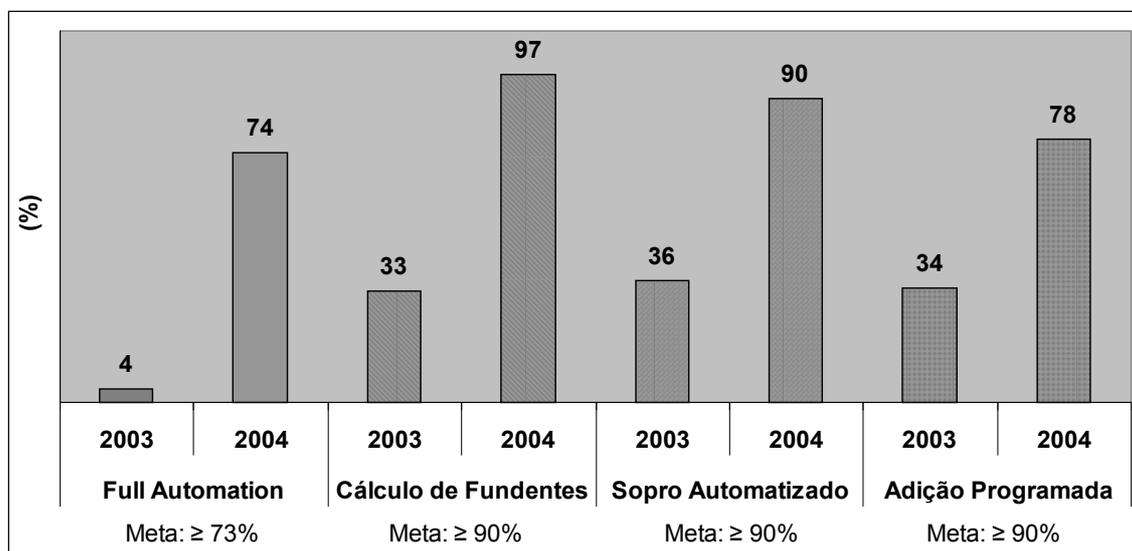


Gráfico 2. Evolução do índice de “Full Automation” nos convertidores da CST

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram uma evolução bastante significativa, com obtenção de índices de “Full Automation” superiores aos valores obtidos na implantação dos modelos. Apesar do atingimento da meta global, a meta específica relativa à adição programada não foi atingida. As causas já foram conhecidas e as contramedidas para consecução dessa meta já estão sendo tomadas.

Com o atingimento da meta global (Aumentar o índice de automatização completa da sopragem de 4% para 73% até dezembro de 2004), foi possível reduzir a variabilidade do processo de sopragem, permitindo a obtenção de ganhos significativos com maior padronização da sopragem, redução do índice de projeção, maior padronização do volume de escoria, redução do consumo de fundentes e menor agressão ao bico de lança de oxigênio.

IMPROVEMENTS IN CST CONVERTERS BLOWING AUTOMATIZATION ⁽¹⁾

Breno Rosa ⁽²⁾
João de Castro Coura ⁽³⁾
Aparecido Tsutomu Nakamura ⁽⁴⁾
Jayme Alves de Souza Júnior ⁽⁵⁾

Abstract

With the CST start-up in 1983, procedures were created to calculate the quantity of flux to be added in the converter, sequence of additions, blowing of the heat, including the height lance and oxygen flow during oxygen blowing. In 1995 CST began the development of automatized programmed flux addition, that was started-up in the follow year. In 1998, the height lance, oxygen flow and bottom gas injection were automatized, creating the simultaneous blowing automatized model. At this moment it was also implemented the automatization of the flux quantity calculation model to be added, through the creation of the flux quantity calculation. From this moment the full automatization of the converters blowing at CST steelmaking plant was ready to be used. In 2004, in order to attend the CST expansion to 7,5 Mt/year, when the operational variability reduction will be fundamental to the productivity improvement, a tuning procedure for the three models mentioned before became necessary. The Six Sigma methodology was considered in the development of this work, beginning with the stratification and analysis of the problem, process analysis and choosing of countermeasures to solve the problem. The results show a significant improvement in the full automatization of the converts blowing at CST steelmaking plant, achieving figures better than those immediately after the models start-up, ensuring the increase in the operational stability, through the improvement of the slag volume and flux consumption standardization.

Key-words: blowing automatization, flux quantity calculation, programmed flux addition and blowing automatized model.

-
- 1 Paper to be presented at XXXVI Steelmaking Seminar – May 16 to 18 – Vitória, ES, Brasil.
 - 2 Metallurgical Engineer, technical division of CST steelmaking.
 - 3 Technical Consultant, technical division of CST steelmaking.
 - 4 Metallurgical Engineer, technical division of CST steelmaking.
 - 5 Metallurgical Engineer, steelmaking Manager.