

## CONTROLE DA INCRUSTAÇÃO NOS MOLDES DA MÁQUINA DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DA SIMEC\*

Igor Rana<sup>1</sup>

Rodrigo dos Santos José<sup>2</sup>

Fabio Schusterschitz da Silva Araújo<sup>3</sup>

Sebastião de oliveira Ribeiro<sup>4</sup>

Thais Pereira Gusmão<sup>5</sup>

José Alexandre dos Santos<sup>6</sup>

### Resumo

A unidade do Grupo SIMEC em Pindamonhangaba tem capacidade de produção de 560 mil toneladas/ano de produtos destinados à construção civil. Para abastecer a planta, é utilizada água de poço com pH, condutividade e alcalinidade altas, além de restrições quanto à disponibilidade. Isto gera desafios para o seu uso, e para a água de reposição do sistema de resfriamento dos moldes a água passa por um sistema de osmose reversa. No primeiro semestre de 2016, houve contaminação da água de molde, com a formação de uma incrustação de coloração branca, de aspecto oleoso e diferente das incrustações normalmente encontradas. Este fenômeno reduziu significativamente a vida dos moldes, o que levou à necessidade de paradas constantes para a troca e aumento significativos dos custos. Foi montado um grupo de trabalho de todas as áreas envolvidas, operação, manutenção e condicionamento químico para descobrir as causas e corrigir o problema. Este trabalho mostra as causas, as ações tomadas e os resultados obtidos.

**Palavras-chave:** | Lingotamento Contínuo; Molde; Incrustação; Falha.

### SCALE CONTROL IN THE SIMEC CONTINUOUS CASTING MACHINE

#### Abstract

The unit of the SIMEC Group in Pindamonhangaba has capacity of 560000 tons / year of products for the construction industry. To supply the plant, well water with high pH, conductivity and alkalinity is used. There is also restrictions on the amount that could be used in the process. This creates challenges for its use, and for the makeup water for the mold cooling system, the water passes through a reverse osmosis system. In the first part of 2016, mold water was contaminated and it caused the formation of a an oily appearance white scale, different from the fouling normally encountered. This phenomenon significantly reduced the life of the molds, which led to the need for constant shutdowns with significant increase of costs. It was created a working group from all areas involved, operation, maintenance and chemical conditioning to find out the causes and correct the problem. This work shows the causes, the actions taken and the results obtained.

**Keywords:** Root Causes; Success; Chemical conditioning.

<sup>1</sup> Engenheiro Eletricista - Coordenador Técnico de Engenharia grupo SIMEC –;

<sup>2</sup> Engenheiro de Produção - Supervisor do Lingotamento Contínuo grupo SIMEC ;

<sup>3</sup> Membro da ABM, Engenheiro Químico, Consultor Técnico da NALCO Water | An Ecolab Company.

<sup>4</sup> Técnico em Química e Advogado, Gerente de Distrito Nalco Water | An Ecolab Company.

<sup>5</sup> Engenheira Química, Representante de Distrito II da Nalco Water | An Ecolab Company.

<sup>6</sup> Técnico em Química, Representante Técnico de Serviços da NALCO Water | An Ecolab Company.

## 1 INTRODUÇÃO

A GV é uma siderúrgica pertencente ao grupo mexicano Simec, localizada no município de Pindamonhangaba - SP, com capacidade de produção de 560 mil toneladas de aço para a construção civil. Iniciou a operação em Agosto/2013. O Grupo Simec produz cerca de cinco milhões de toneladas de aço por ano e possui cinco usinas localizadas no México, 4 usinas nos Estados Unidos e uma no Canadá e Brasil, que produzem aços longos, para a indústria automotiva, construção civil e manufatureira.

A unidade de Pindamonhangaba é uma "Mini Mill", e a máquina de lingotamento contínuo com três veios, com moldes curvos. No final de 2016 houve ocorrências de uma incrustação branca nos moldes, de aspecto oleoso, que provocou uma forte redução da vida útil destes componentes, com impacto direto na produtividade e custo.

Neste trabalho são apresentadas as ações tomadas para a definição da causa raiz do problema, o plano de ação adotado e os resultados obtidos.

## 2 o sistema de resfriamento dos moldes

A principal função do molde no lingotamento contínuo é formar a casca sólida, isenta de defeitos e com resistência suficiente para reter o aço ainda líquido no seu interior. Normalmente se utiliza óleo para a lubrificação dos moldes durante o processo de lingotamento. Neste tipo de lubrificação, é formada uma ampla película de óleo na parede do molde, na zona fria. Ao chegar perto do menisco, esta película de óleo se decompõe e forma um colchão de gás que previne a aderência do veio nas paredes do molde. As características desejadas no lubrificantes são:

- Capacidade de se distribuir homoganeamente na parte superior do molde;
- Ótima estabilidade térmica;
- Fornecer condições seguras de trabalho e uma clara visão da região do menisco;
- Não sujar as paredes do molde.

A troca térmica e o mecanismo de solidificação no molde resfriado é um dos mais importantes processos que ocorrem durante o lingotamento contínuo. Todos os mecanismos de troca de calor (condução, convecção e radiação estão envolvidos. A operação segura da máquina com a obtenção de produtos com a qualidade desejada depende da minimização das tensões térmicas no molde e uniformidade nas quatro faces e da prevenção de formação de vapor no canal de refrigeração. Dentre outros, os seguintes parâmetros afetam a troca térmica no molde:

- Velocidade da água;
- Pressão da água;
- Qualidade da água;
- Espessura do canal de água;
- Condições da camisa de água.

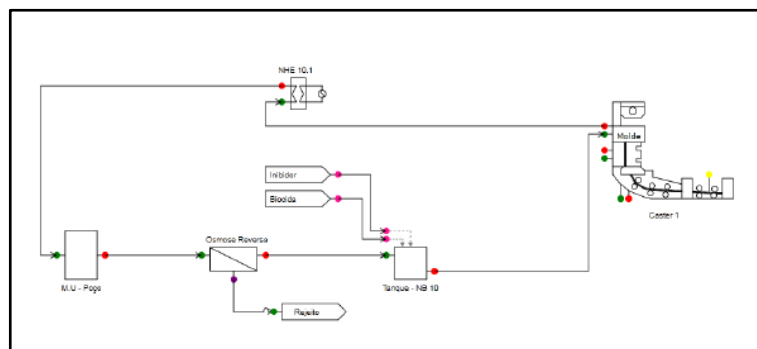
Em uma máquina de tarugos, a troca térmica pode atingir valores de  $3\,000\,000\text{ W/m}^2$ , um valor extremamente alto.

A GV usa água de poço para resfriamento dos processos industriais. A tabela 1 mostra a caracterização da água de poço utilizada para a reposição nos sistemas de resfriamento:

**Tabela 2:** Laudo da Análise da Água de Poço Utilizada pela GV Comparado com a Especificação do Fabricante da Máquina

Parâmetro	Unidade	Valor
pH	-	8,6
Dureza	ppm $\text{CaCO}_3$	7,14
Condutividade	$\mu\text{S/cm}$	810
Cloretos	ppm $\text{Cl}^-$	7,5
Alcalinidade Total	ppm $\text{CaCO}_3$	500
Ferro	ppm Fe	0,062
Índice de Ryznar	-	7,2

A figura 1 mostra o diagrama do Sistema de Resfriamento dos Moldes:



**Figura 1:** Diagrama do Sistema de Resfriamento dos Moldes

A água de reposição deste sistema é proveniente de uma unidade de osmose reversa.

### 3. Descrição do Problema

No início de 2016 começaram o aparecimento de incrustações/deposições em moldes, que levaram à redução da sua vida útil e problemas de qualidade do material processado. Em Maio/2016 foi identificado que as corridas apresentavam marcas de sangrias leves e espaçadas nos veios 2 e 3. O veio 1 estava isento.



**FIGURA 2:** Incrustação no Molde e Sangria no Tarugo

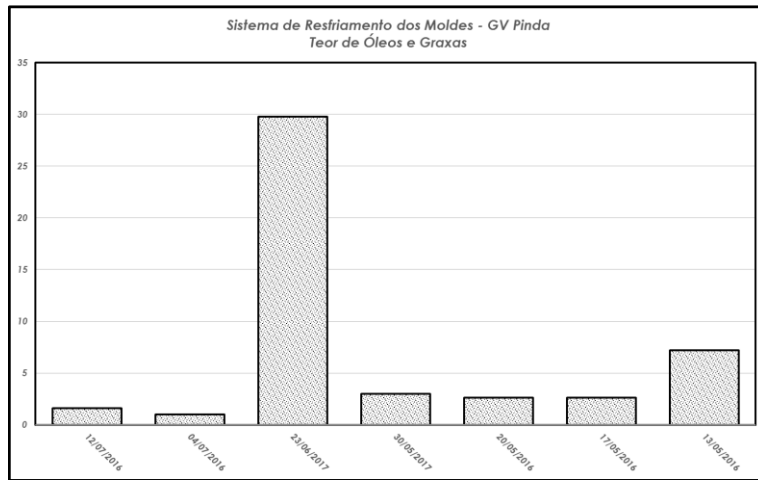
As sangrias são pequenas perfurações de veios que se solidificam dentro do molde e não vazão.

A vida útil dos moldes reduziu significativamente, atingindo valores de 40 corridas, um valor muito baixo. Em função disto, foi montado um grupo de trabalho envolvendo Operação, Manutenção e Nalco Water para determinar as causas e solucionar o problema.

### 3. AÇÕES TOMADAS

Foram listados os potenciais causadores do problema e divididas as ações para uma solução rápida (quick fix) e para a solução definitiva.

Inicialmente foi feita uma análise de óleos e graxas e verificou-se uma contaminação de óleos e graxas no sistema de resfriamento dos moldes, fato não usual. A partir da constatação deste fato, foram feitas mais análises de OG, sumarizadas na figura 3



**Figura 4:** Teor de Óleos e Graxas na Água de Resfriamento dos Moldes Foi feita análise da incrustação encontrada nos moldes:

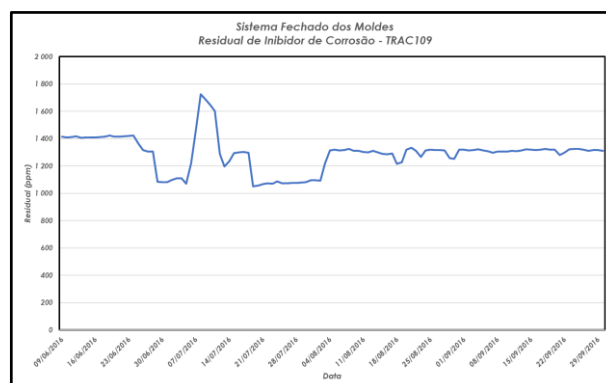
Parâmetro	Unidade	Valor
Magnésio (MgO)	% peso	29
Alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		10
Sílica (SiO <sub>2</sub> )		10
Cobre (CuO)		2
Ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		2
Cálcio (CaO)		1
Fósforo		1
Perda a 500 °C		32

Não houve a presença de cálcio, normalmente encontrado neste tipo de depósito. O magnésio é tipicamente encontrado em aditivos detergentes comumente usados nos óleos lubrificantes. O alumínio é encontrado em graxas resistentes ao calor. O silício também é encontrado em graxas (silicone).

Esta análise, juntamente com as análises da água indicam que o problema foi causado por contaminação de óleos no sistema de resfriamento do molde.

Uma vez determinado a causa raiz do problema as ações tomadas para corrigir esta falha são:

A primeira foi a instalação da Plataforma 3D TRASAR, capaz de controlar a dosagem dos produtos de condicionamento em tempo real, e assim manter o



\* Contribuição técnica ao 48º Seminário de Aciaria, Fundição e Metalurgia de Não-Ferrosos, parte integrante da ABM Week, realizada de 02 a 06 de outubro de 2017, São Paulo, SP, Brasil.

residual de produto de condicionamento sempre dentro da faixa esperada. A figura 4 mostra os residuais de produto de condicionamento no período estudado

**Figura 5:** Residual de Inibidor de Corrosão no Sistema dos Moldes

Os residuais se mantiveram bem estáveis, mantendo a taxa de corrosão sob controle.

A mitigação do vazamento de óleo foi possível através de ações realizadas na manutenção do grupo e mudança de cultura interna com a utilização de graxa em pequenas quantidades e sinergia entre manutenção, operação e tratadora, quando houvesse qualquer problema fosse feita avaliação de risco em conjunto com todos. Melhoria na qualidade d'água da osmose reversa - foi feito um acompanhamento da qualidade d'água obtida da osmose reversa de forma que obtivéssemos sempre dureza e cloretos baixos, evitando deposição e corrosão no molde.

A unidade de osmose reversa, por ter uma capacidade maior que a demanda da planta, estava trabalhando em bateladas. Iniciamos tratamento da mesma com inibidores de incrustação de biocidas não-oxidantes para manter a integridade das membranas enquanto não estivessem produzindo.

## Conclusão

Houve um aumento significativo da vida do molde, passando de trocas a cada dois dias e meio para troca a cada de 90 dias atualmente. É importante observar que estão sendo feitas modificações no processo visando aumentar ainda mais estes valores.

Isto implica em uma grande redução de custo de produção e preservação de ativos, além melhoria da qualidade do produto processado.

A melhor abordagem para o controle da vida útil dos moldes no lingotamento contínuo da GV do Brasil é o enfoque Mecânico / Operacional / Químico, descritos abaixo.

<b>Mecânico</b>	Alinhamento do molde na camisa Velocidade da água Consistência na velocidade da água Consistência dimensional do molde Composição do molde Qualidade superficial do molde Alinhamento da barra falsa Distribuição do lubrificante
<b>Operacional</b>	<b>Paradas do sistema sem recirculação de água</b> Falta de drenagem total do conjunto molde/camisa após retirada de operação Operação do Abrandador/Desmineralização. Operação do tanque de emergência, quando não recirculado. Controle da altura do menisco
<b>Químico</b>	Especificação do condicionamento químico Dureza Cloretos Ferro Controle do condicionamento químico