



DECAPAGEM DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO SECUNDÁRIO DA MLC1 DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

Conseqüências do desvio no tratamento de água

Mauro Mantovanelli²
Pedro Henrique Del Caro Daher³

Resumo

A limpeza química (decapagem) do sistema de resfriamento secundário da Máquina de Lingotamento Contínuo 1 da ArcelorMittal Tubarão se fez necessária após desvios no tratamento da água utilizada no processo de lingotamento contínuo. Uma das principais conseqüências desses desvios é o acúmulo de particulados nas paredes internas das tubulações do sistema de resfriamento secundário da MLC, causando redução de seção das tubulações, obstrução de bicos spray e por conseqüência redução da eficiência deste sistema. Outro fenômeno causado pelo desvio no tratamento da água foi a geração de micro trincas na estrutura dos dutos de exaustão da câmara de spray, causadas pelo descontrole na taxa de cloretos presente na água, gerando por conseqüência corrosão sob tensão dos mesmos. Para a realização da decapagem o sistema de resfriamento secundário da máquina foi dividido em três circuitos, alimentados por uma bomba cada, sendo essas responsáveis pela circulação das substâncias utilizadas na limpeza. O resultado da limpeza foi satisfatório, aumentando o rendimento da máquina em 8%.

Palavras-chave: Decapagem; Máquina de lingotamento contínuo; Spray.

SECONDARY COOLING SYSTEM CHEMICAL CLEANING OF ARCELORMITTAL TUBARÃO CONTINUOUS CASTING MACHINE

Abstract

The secondary cooling system chemical cleaning of ArcelorMittal Tubarão Continuous Casting Machine 1 was necessary by a lapse in the treatment of the water used in the continuous casting process. One of the main consequences of this lapse is the storage of small particles inside the CCM secondary cooling system pipes, reducing the pipes internal diameter, obstructing the spray noses and as a result, reducing the system efficiency. Another phenomenon caused by the water treatment lapse it was the generation of micro checks in the spray chamber exhaustion ducts structure, caused by the lack of control in the amount of chloride used in the water, causing as a consequence stress corrosion on those ducts. To realize the chemical cleaning, the CCM secondary cooling system was divided in three circuits feed by a pump each, which were responsible for the cleaning substances circulation over the circuits. The cleaning results were satisfactory, increasing the machine efficiency on 8%.

Key words: Chemical cleaning; Continuous casting machine; Spray.

¹ Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2011, São Paulo, SP, Brasil.

² Especialista de Manutenção Mecânica – Área de Manutenção Mecânica de Produção de Placas.

³ Especialista de Planejamento, Programação e Controle – Área de Manutenção Mecânica de Produção de Placas.

1 INTRODUÇÃO

O processo de lingotamento contínuo do aço tem como objetivo a solidificação do aço líquido, através do resfriamento primário e secundário, nas dimensões desejadas para ser utilizado nas etapas seguintes da produção. A máquina de lingotamento contínuo 1 da ArcelorMittal Tubarão tem capacidade nominal de produção de 1.800.000,00 t de placas ao ano e possui as seguintes características:

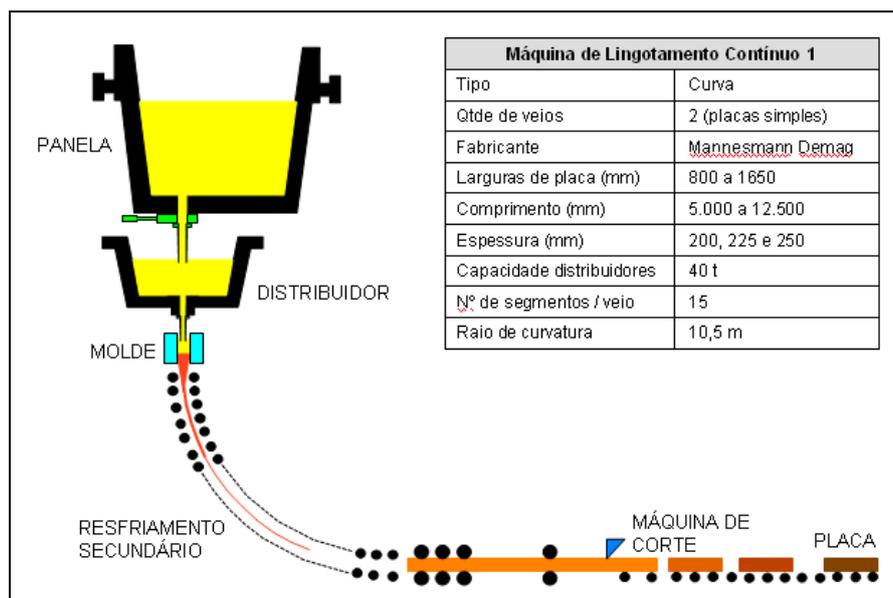


Figura 1 – Características MLC1.

No fluxo de lingotamento, existem duas etapas de resfriamento do aço lingotado, sendo o resfriamento primário no molde, e o resfriamento secundário nos segmentos, dentro da câmara de spray. O resfriamento secundário é realizado através da projeção de ar e água pelos bicos spray ao longo do veio de lingotamento e garante que após a extração da placa não haverá risco de rompimento de pele.

A água utilizada no processo de resfriamento secundário cai no canal de carepas, sendo direcionada para o poço de carepas e posteriormente para as bacias de spray, de onde retornarão para o processo. Por se tratar de um circuito fechado, a água reaproveitada deve ser tratada, visando a garantia da eficiência do sistema.

O objetivo do programa de tratamento de água é garantir níveis de corrosão e obstrução de bicos spray e filtros controlados, bem como o atendimento pleno das vazões requeridas para produção dos diversos tipos de aço na máquina. Com o desvio no tratamento da água utilizada no processo de resfriamento secundário da MLC1, foram constantes os eventos de obstrução de bicos spray, reduzindo o rendimento do processo de lingotamento. Além disso, ocorreu a queda de um duto de exaustão do interior da câmara de spray, causado pelo descontrole na taxa de cloretos presente na água, gerando por consequência corrosão sob tensão do mesmo.

Após normalização do controle do tratamento da água, se fez necessária a decapagem das linhas de resfriamento secundário da máquina, visando a eliminação de

particulados presentes na parede interna das tubulações e por consequência aumentando a eficiência dos sprays durante o processo de lingotamento.

O processo de decapagem é constituído basicamente por cinco fases, sendo elas: removedora de orgânicos, ácida, complexação, neutralização e passivação. Para a realização da limpeza, foi necessária a adaptação da máquina, dividindo o sistema de resfriamento secundário da mesma em três circuitos, interligados por uma bomba e um tanque cada, os quais foram responsáveis pela circulação das substâncias durante cada uma das etapas da decapagem.

As consequências do desvio no tratamento da água utilizada no resfriamento secundário e o processo de decapagem serão abordados com maiores detalhes a seguir.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Há quatro anos a MLC1 iniciou um processo de instabilidade operacional devido a quantidade de bicos obstruídos, sendo a meta $\leq 10\%$ e os últimos resultados $> 20\%$. A partir do desvio existente foi realizado um estudo visando encontrar a principal causa deste.

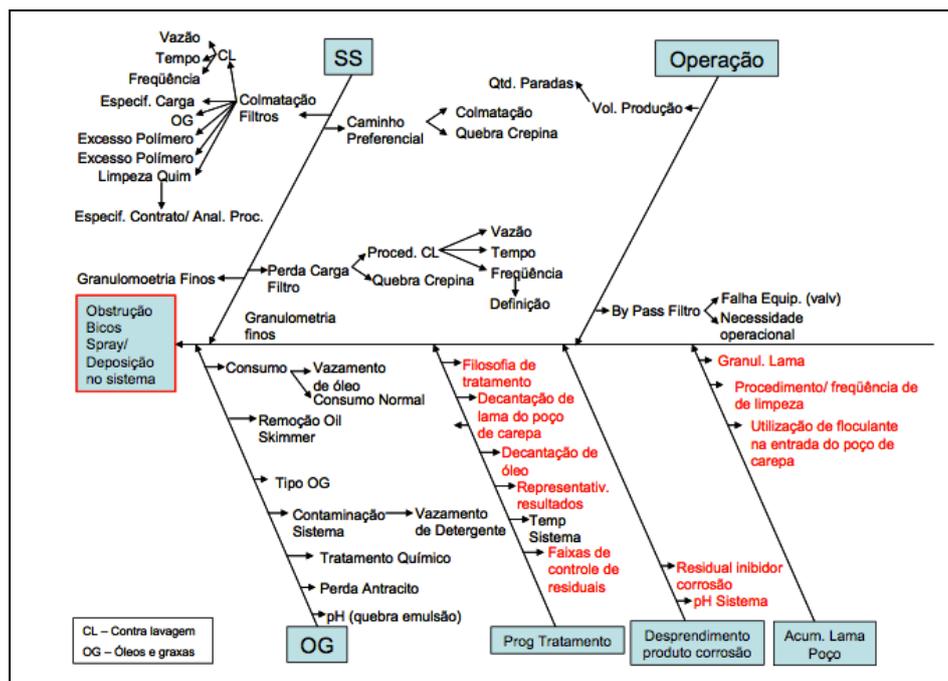


Figura 2 – Diagrama de causa e efeito para obstrução dos bicos spray da MLC1.

O resultado deste estudo levou a causa principal que foi a deficiência do tratamento de água implantado no sistema gerando incrustações de materiais nas tubulações desde o bombeamento até os tubos e bicos spray.

Com a deficiência dos bicos spray, a produtividade da máquina foi afetada sendo necessária a redução da velocidade de lingotamento, visando a garantia da solidificação da placa lingotada conforme a curva de lingotamento. O quadro abaixo

contém os valores acumulados de janeiro a setembro de 2010 e estratifica a perda em US\$ devido a redução da velocidade de lingotamento:

Quadro 1 – Perda de produção MLC1

MLC1	Placa	Bobina
Mix de produção	17%	83%
Margem de contr. acum. (US\$/ton)	132	398
Perda de produção (min.)	4.228,0	
Perda de produção (dia)	2,9	
Produção média (ton/min.)	5,5	
Perda de produção acum. (ton)	23.381,0	
Perda em margem de contr. (US\$)	8.258.734,9	

Além da obstrução dos bicos outra consequência causada pela deficiência no tratamento de água do processo foi a corrosão sob tensão dos dutos de exaustão do interior da câmara de spray. Esse fenômeno ocorreu devido o descontrole das taxas de cloretos presentes na água do sistema de resfriamento secundário, gerando micro trincas nos dutos de aço inoxidável 304.



Figura 3 – Duto de exaustão da MLC1.

A partir desses fatores e considerando principalmente a perda significativa de produção causada pela obstrução dos bicos spray, foi decidido que a decapagem do sistema de resfriamento secundário da MLC1 deveria ser realizada.

Para isso buscou-se um fornecedor qualificado no mercado, o qual participou de todo o processo de planejamento, execução e acompanhamento em conjunto com a equipe de planejamento de manutenção, engenheiros e técnicos da área, além da engenharia de apoio.

A parada para a decapagem foi planejada conforme a Estrutura Analítica da Projeto abaixo:

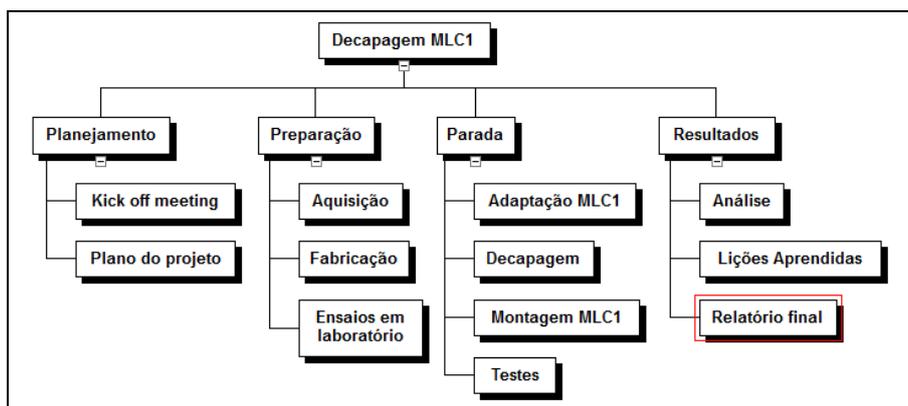


Figura 4 – EAP da parada.

O tempo estimado para a realização da atividade foi de 9 dias, conforme diagrama de rede abaixo, sendo estimadas 24 horas para a recirculação do ácido como contingência, caso necessário:

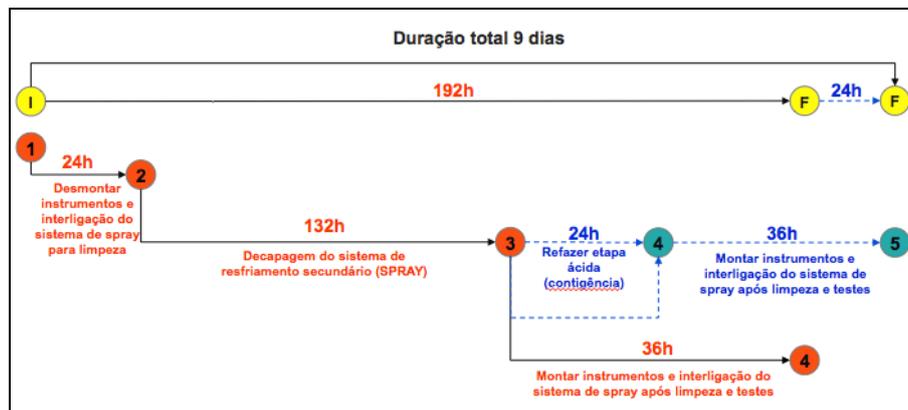
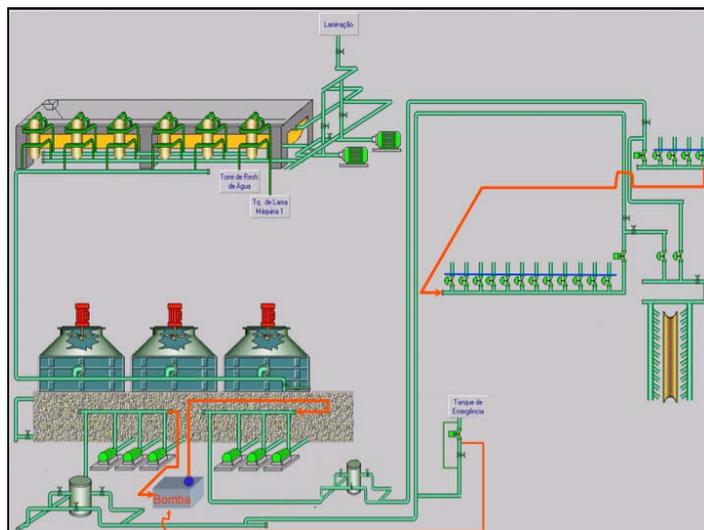


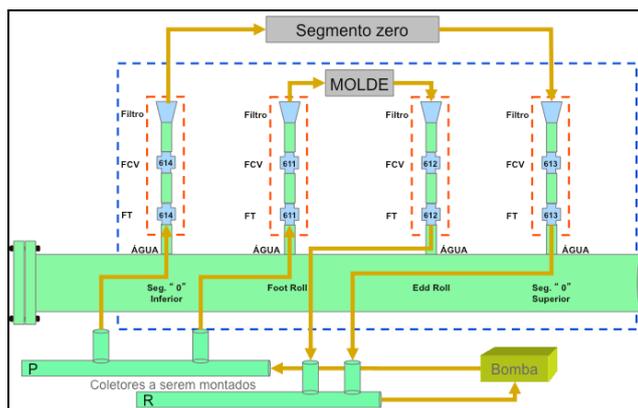
Figura 5 – Diagrama de rede da parada para decapagem MLC1.

Devido a complexidade e extensão do sistema de resfriamento secundário da MLC1, este foi dividido em três circuitos, sendo cada um interligado por uma bomba e tanque para a recirculação das substâncias utilizadas na decapagem. Os circuitos foram divididos da seguinte forma:

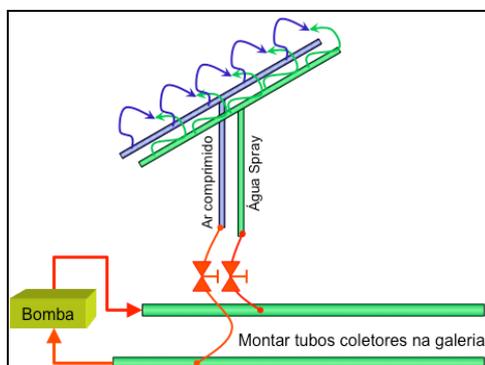
- 1) Circuito principal: a partir das bombas da ETA até os manifolds de distribuição dos segmentos. Composto por tubulações de aço carbono.


Figura 6 – Circuito principal.

- 2) Circuito do molde e segmentos zero: desde a entrada dos manifolds até os bicos spray. Composto por tubulações de aço inox.


Figura 7 – Circuito área 150.

- 3) Circuito dos loops dos segmentos 1 a 14: desde a entrada dos manifolds até os bicos spray. Composto por tubulações de aço inox.


Figura 8 – Circuito dos loops dos segmentos.

- 4) Descarte dos resíduos: o descarte dos resíduos foi realizado via poço de carepas, onde o efluente gerado pela decapagem foi neutralizado para que posteriormente fosse enviado ao tanque de lama e seguisse para descarte.

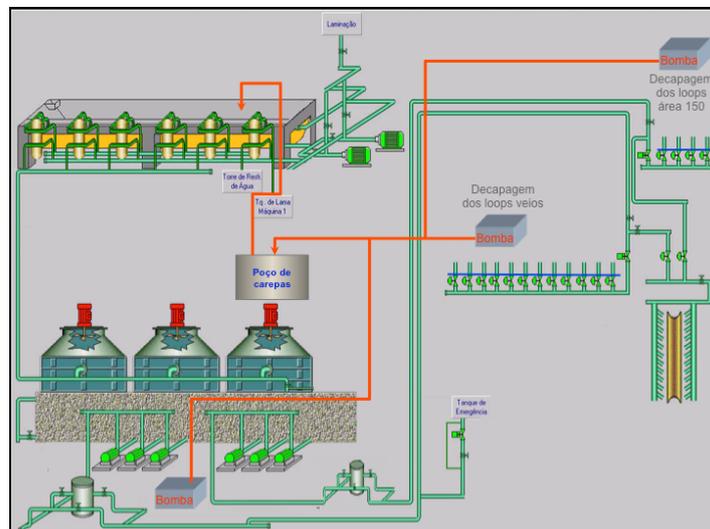


Figura 9 – Descarte dos efluentes.

A decapagem foi realizada em um circuito por vez e a mesma foi composta por cinco etapas, sendo elas:

- 1) Fase removedora de orgânicos;
- 2) Fase ácida;
- 3) Fase de complexação;
- 4) Fase de neutralização;
- 5) Fase de passivação.

Na fase ácida foi utilizado o ácido clorídrico a 10% e os tempos de duração dessa fase foram definidos de acordo com o tipo de aço envolvido na limpeza. Antes da realização da decapagem foram realizados vários ensaios em laboratório, visando a eficiência da limpeza proposta.

3 RESULTADOS

Os resultados alcançados com a decapagem foram considerados aceitáveis pela equipe responsável pelo tratamento da água. Sendo assim o sistema de resfriamento secundário da MLC1 foi considerado entregue limpo após a decapagem, apesar de em alguns pontos a limpeza não ter sido eficiente, devido principalmente aos vazamentos ocorridos.

As fotos a seguir ilustram os resultados alcançados em diferentes pontos da máquina e foram postadas de forma aleatória.

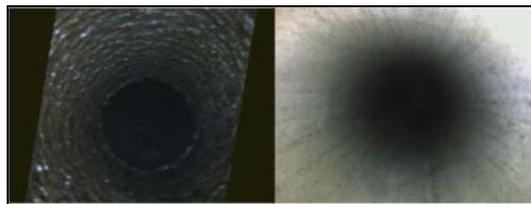


Figura 10 - Segmento 0 veio 1, antes e depois.

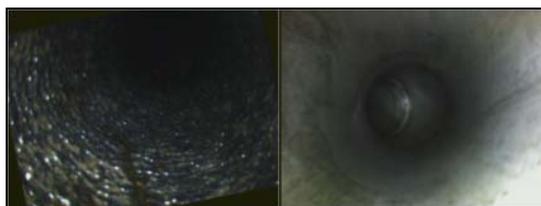


Figura 11 - Segmento 1 veio 1, antes e depois.



Figura 12 - Segmentos 3 e 4 veio 2, antes e depois.



Figura 13 - Segmentos 7 a 9 veio 2, antes e depois.

Devido ao grande volume de vazamentos ocorridos durante as fases ácidas, alguns pontos não foram completamente limpos, conforme pode ser analisado na Figura 13.

Ao término da decapagem e após a estabilização em operação a MLC1 teve seu rendimento aumentado em 8% em relação ao período antes da decapagem, isso graças à limpeza do interior das tubulações do sistema de resfriamento secundário, principalmente dos loops dos segmentos e bicos spray.

4 DISCUSSÃO

O objetivo inicial de que 80% do sistema de resfriamento secundário da MLC1 fosse limpo foi alcançado, porém foram encontradas muitas dificuldades durante a realização do processo, principalmente devido aos vazamentos ocorridos durante a fase ácida. Antes do início dessa etapa foram realizados testes de estanqueidade em todos os circuitos, porém após o início da fase ácida, a mesma causou vazamentos que não existiam anteriormente e em alguns casos esses vazamentos ocorreram em pontos de difícil acesso.



Os vazamentos ocorreram principalmente devido às inúmeras interligações adaptadas ao sistema para permitir a limpeza química, sendo aproximadamente 1600 pontos de possíveis vazamentos em conexões em geral instaladas no sistema, 600 mangueiras instaladas, juntas de expansão instaladas, manifolds fabricados para permitir linhas de retorno e pressão contendo 112 manômetros, 180 válvulas, 32 drenos, pontos de retirada de ar, pontos de injeção de nitrogênio, pontos de coleta de amostras e 96 pontos de manobras de válvulas para direcionar o fluxo para obter velocidade do fluido. Outros problemas que ocorreram devido a grande quantidade de vazamentos foi a necessidade de descarte de algumas fases ácidas, não previstas no cronograma e consequentemente a necessidade de aquisição de mais ácido para reposição imediata. Com o descarte de fases ácidas não planejadas, em alguns momentos foi difícil neutralizar o pH do poço de carepas para posterior descarte, o que paralisou as atividades por algumas horas.

Até a presente data não foi possível comparar os resultados obtidos com outra máquina e/ou atividade de tamanha complexidade em função de ser tratar de um trabalho inédito. A empresa responsável pela decapagem constatou e confirmou que apesar de estar há mais de 20 anos no mercado brasileiro, jamais realizou um trabalho de tamanha complexidade.

5 CONCLUSÃO

Apesar do grande volume de vazamentos durante as fases ácidas, o resultado alcançado foi satisfatório e aceito pela equipe responsável pelo tratamento de água. Vale ressaltar que durante a realização das atividades não houve ocorrência de segurança, principal valor para a ArcelorMittal Tubarão e tampouco houve ocorrência ambiental.

Após partida da máquina não houve ocorrência de perda de produção relacionada a essa atividade e foi obtido um ganho efetivo de 8% na produção em função do aumento da velocidade lingotamento. A mesma atividade será realizada na MLC2 quando com certeza as lições aprendidas com a MLC1 serão fundamentais para alcançar o objetivo final com maior eficiência, qualidade, cumprimento de prazos e custo.

Agradecimentos

A toda a equipe de manutenção mecânica do Lingotamento Contínuo da ArcelorMittal Tubarão, em especial aos engenheiros Reinaldo de Arruda e Flávio Pugal, aos técnicos de inspeção Vitor Peres e Felipe Bissoli e ao técnico de planejamento José Clésio Thomazini.