

AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DA LAMINAÇÃO COM REDUÇÃO DE NUMERO DE FALHAS DE SENSORES DE PROXIMIDADE¹

Andre Santos Caíres²
Claudio Vano Nunes³
Julio Cesar Agrícola Costa da Silveira⁴
Marcos Vinicius Bettoni⁵

Resumo

Este trabalho teve como objetivo reduzir as paradas da linha de Decapagem e Laminação da Arcelor Mittal Vega provenientes de falhas e queimas de sensores indutivos responsáveis pelo automatismo dos equipamentos localizados internamente das cadeiras de laminação. Foi identificado que estas falhas eram causadas devido ao ambiente de trabalho úmido e quente ao quais os sensores estão inseridos. Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado a metodologia Lean Seis Sigma, que indica ferramentas estatísticas que auxiliam como alcançar resultados que tornem o sistema ao qual foi aplicado confiável. O produto deste trabalho se traduziu em uma sensível redução do tempo de paradas devido a falhas nos sensores, redução da mão de obra utilizada para manutenção preventiva nos equipamentos, e por último reduziu o consumo de sensores indutivos. Ao final chegou-se a conclusão que o resultado desta atividade superou os objetivos iniciais, gerando outros ganhos secundários.

Palavras-chave: Disponibilidade; Automatismo; Estatística; Confiável.

INCREASED AVAILABILITY OF ROLLING WITH REDUCED NUMBER OF FAILURES OF PROXIMITY SENSORS

Abstract

This study aimed to reduce line stoppages and Pickling Rolling Arcelor Mittal Vega from crashes and broke inductive sensors responsible for automation equipment located inside of the rolling Mill. It was identified that these failures were caused due to the work environment hot and humid to which the sensors are inserted. To develop this work, we used the Lean Six Sigma methodology, which indicates statistical tools that help to achieve results that enable the system to which it was applied reliably. The product of this work has resulted in a significant reduction of downtime due to failures in sensors; reducing labor used for preventive maintenance on equipment and ultimately reduced the amount of consumption and inductive sensors. At the end came to the conclusion that the result of this activity exceeded initial goals, generating other secondary gains.

Keywords: Availability; Automation; Statistical; Reliable.

¹ *Contribuição técnica ao 17º Seminário de Automação e TI Industrial, 24 a 27 de setembro de 2013, Vitória, ES, Brasil.*

² *Engenheiro de Computação. Especialista de Automação. Arcelor Mittal Vega. São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil.*

³ *Engenheiro de Controle e Automação Técnico de Inspeção e Predição Elétrica. Arcelor Mittal Vega. São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil.*

⁴ *Engenheiro Eletricista Especialista de Manutenção. Arcelor Mittal Vega. São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil.*

⁵ *Engenheiro de Controle e Automação. Especialista de Manutenção. Arcelor Mittal Vega. São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

A linha de Laminação a Frio (LAM) da Arcelor Mittal Vega foi inaugurada no ano de 2003, ela é formada por um conjunto de quatro cadeiras de laminação montadas em tandem,⁽¹⁾ ao qual, fornece uma característica que permite um alto valor de redução na espessura do material a ser laminado.

Verificado que desde a sua inauguração que a mesma possuía um grande tempo de parada devido a falhas em sensores indutivos. Estas falhas englobam desde queimas causadas por fatores internos da linha até colisões ocasionadas devido à falha na montagem e acidentes.

Foi executado um estudo para mensurar este tempo de parada e comparar o mesmo com o tempo de produção total da linha. Na estratificação das paradas na linha foi identificado que as paradas por motivo de falhas elétricas estavam na terceira posição, sendo que o segundo colocado eram as paradas programadas para manutenção e o primeiro foram paradas devido a falhas operacionais.

Verificado que no ano de 2010 o LAM teve semanalmente uma média de 34 minutos de parada devido a falhas nestes sensores. Este tempo equivale a um quinto (20%) do tempo total das paradas por motivo elétrico semanalmente. Neste período foram identificados três picos ao qual indicou que nestas semanas ocorreram aproximadamente 170 minutos de paradas devido falhas em sensores.⁽²⁾

Sensores indutivos são componentes que possuem contatos elétricos aos quais alteram o status quando dentro do seu range de atuação se encontra um corpo metálico.

Os sensores utilizados no LAM possuem o grau de proteção IP67, o que equivale que os mesmos são totalmente protegidos contra poeira e também por imersão temporária em água.⁽³⁾

Identificado que no local em que os sensores estão instalados, os mesmos estão submetidos a uma temperatura ambiente superior a 80°C e trabalham com jato de emulsão diretamente no seu corpo. Estas características do ambiente são devidas a necessidade da presença da emulsão líquida responsável por efetuar a refrigeração dos cilindros de laminação.

Foi identificado que a principal causa da queima destes sensores é por trabalharem quase que imersos dentro da emulsão, o que causa a penetração de líquido no interior dos mesmos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para auxiliar neste trabalho foi utilizada a Metodologia Lean Six Sigma, aonde utiliza ferramentas estatísticas e de resolução de falhas no qual busca atingir as metas traçadas.⁽⁴⁾

Como primeiro passo foi identificado um período para que fosse feito a medição do tempo de parada e como este tempo estava interferindo na produção da linha. Como dito acima, identificado que no ano de 2010 semanalmente ocorreu 34 minutos de paradas no LAM devido falhas de sensores indutivos. Para medir este tempo foram utilizados os eventos de parada lançados no banco de dados do nível 2 da linha de produção. Este banco de dados é alimentado pelos operadores da linha sempre na ocorrência de uma parada de linha

A meta para este trabalho foi de se reduzir este tempo semanal de parada para 20 minutos o que corresponderia a 10% do tempo total de paradas semanais

devido a motivos elétricos. A métrica usada para determinar a meta esta indicada na Figura 1.

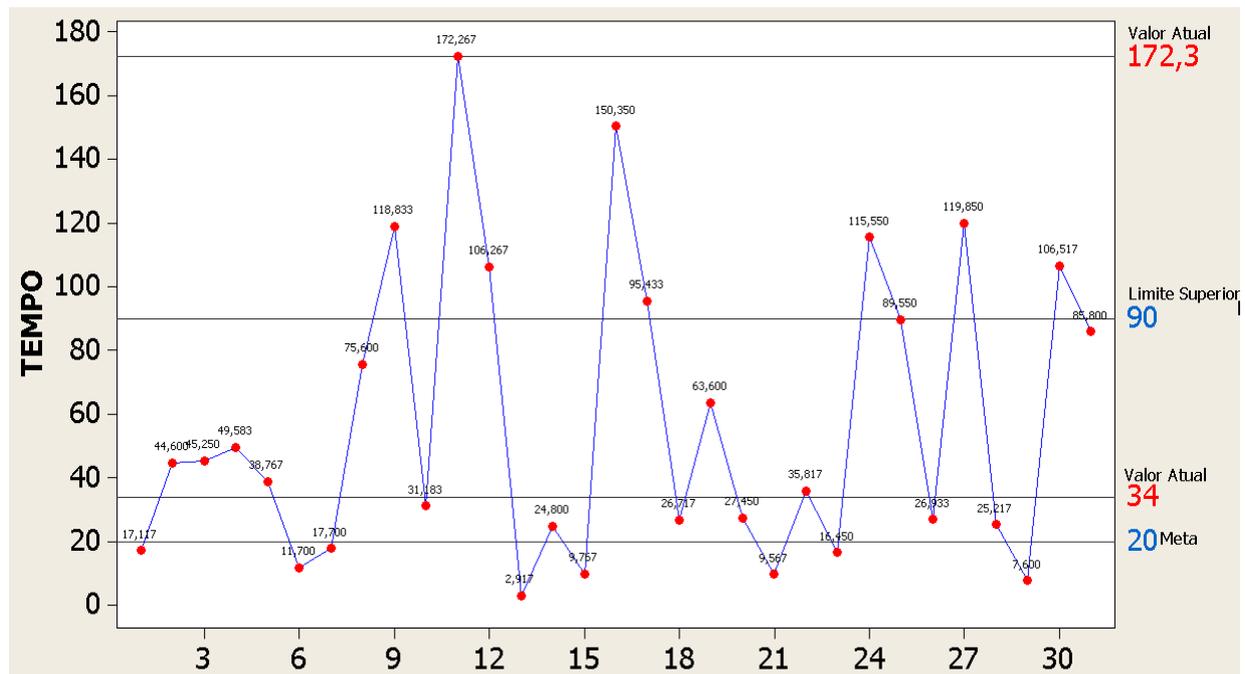


Figura 1 - Gráfico de Principais Falhas Elétricas 2009-2010.

O ganho principal e objetivo deste trabalho é aumentar a disponibilidade do LAM para se produzir bobinas laminadas a frio, mas foram identificados alguns possíveis ganhos secundários tais como redução do tempo de manutenção preventiva nos sensores indutivos e também redução no estoque de sensores que se encontram no almoxarifado, uma vez que em média ocorria a troca de 12 sensores anualmente.

2.1 Diagrama Causa Efeito

Baseado nas informações coletadas na fase de medição foi elaborado um diagrama Causa-Efeito, para verificar inter-relações de todas as variáveis do processo relacionadas com as possíveis causas importantes, para posteriormente serem classificadas como críticas para o processo.

Após a confecção da Matriz Causa Efeito, foi feito em conjunto com toda a equipe que participa do projeto uma pontuação para cada item relacionado como possível causa da queima dos sensores, e identificado que os dois itens que estavam atuando com mais força causando a queima dos sensores é a presença de um grande volume de emulsão no ambiente de trabalho dos sensores bem como a alta temperatura no ambiente de trabalho.

O diagrama causa efeito confeccionado segue na Figura 2.

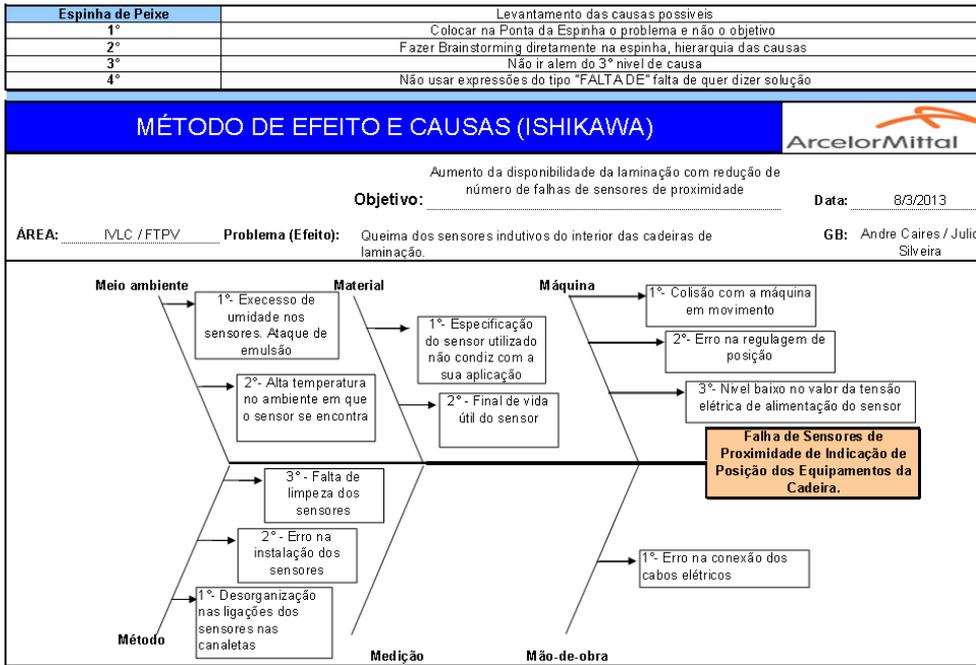


Figura 2 – Matriz Causa-Efeito.

2.2 Implementação das Ações

Com a identificação destas duas principais causas foi estudado o que deve ser executado para eliminar estes dois principais itens.

Através de um estudo minucioso foi verificado que alguns sensores indutivos poderiam ser trocados por transdutores de pressão, assim, podendo ser retirados dos seus locais originais de instalação e serem posicionados de modo que não sofram mais influência da temperatura e da umidade. Dentro desta verificação inicial foi observado que os sensores responsáveis pela indicação de posição dos aventais internos das cadeiras de laminação se encaixavam nesta situação.

Estes sensores indutivos foram então trocados por transdutores de pressão, conforme indicado na Figura 3, e instalados próximo dos bancos de válvulas, localizados fora da cadeira de laminação.



Figura 3 – Transdutores de Pressão instalados.

Para os demais sensores foi executado um trabalho que no final resultou no desenvolvimento de um sistema de enclausuramento que permitiu trabalhar dentro de um ambiente com extrema umidade.

Este sistema de enclausuramento, indicado na Figura 4, é composto por uma proteção confeccionada de nylon que recobre todo o corpo do sensor indutivo e por um conjunto de conexão hidráulica com uma mangueira, que protege o cabo do sensor e o plug existente que conecta o cabo ao sensor.



Figura 4 – Proteção Confeccionada de Nylon.

Esta proteção possui uma rosca na furação interna ao qual permite um perfeito contato com o corpo do sensor, que possui a mesma rosca, impedindo a penetração da emulsão através da cabeça sensora.

Na extremidade da peça de nylon foi feito uma rosca externa para que possibilite a conexão de um plug hidráulico que é preso a uma mangueira. A função destes dois componentes, indicados na Figura 5, é fornecer proteção ao plug elétrico do sensor e bem como ao cabo elétrico responsável por transmitir o sinal e a alimentação do sensor indutivo.



Figura 5 – Proteção para o cabo e conexão elétrica.

Esta mangueira tem um comprimento tal que permita que o cabo esteja protegido até a sua conexão nas caixas de ligação, que se encontram localizadas nos vãos de cada cadeira de laminação.

3 RESULTADOS

Este trabalho teve o seu início de instalação no mês de fevereiro de 2011, quando foram efetuadas estas alterações somente na primeira cadeira de laminação. Após este período foi executado uma nova medição dos tempos de paradas semanais. Como resultado inicial foi identificado que a media semanal do tempo de paradas devido a falhas em sensores indutivos reduziu de 34 minutos para 16 minutos, observando um pico de 94 minutos que ocorreu devido à falha no tempo de atuação da equipe de manutenção. Segue abaixo a Figura 6 que identifica esta medição em cada semana no período de fevereiro até abril de 2011. Cada número existente no eixo "X" corresponde a uma semana de medição.

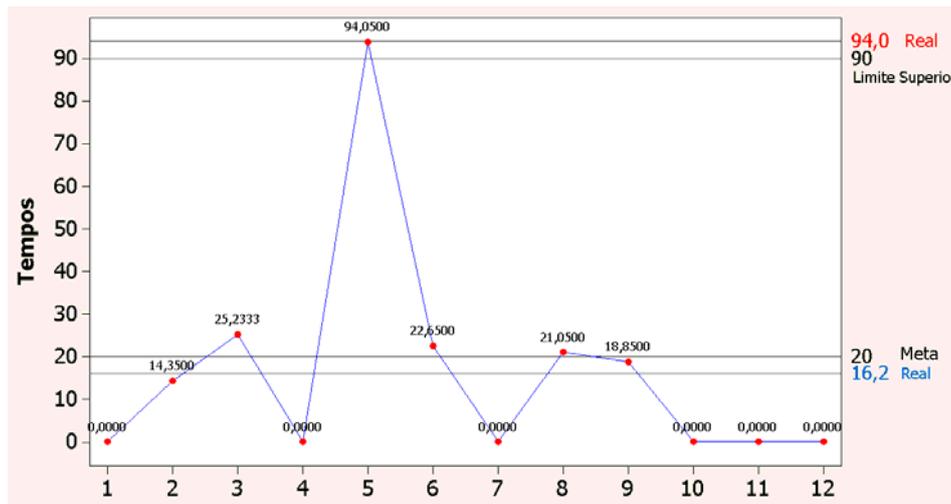


Figura 6 - Gráfico dos tempos de paradas semanais.

Após esta primeira medição foi dada continuidade na instalação destas melhorias nos demais sensores de todas as cadeiras de laminação. A instalação total nas demais cadeiras de laminação se encerrou no final do ano de 2011.

Depois de encerrada esta instalação, foi passada para mais um período de medição dos tempos de paradas semanais. Este período de medição ocorreu entre os meses de dezembro de 2011 até março de 2012.

Durante este período foi identificado que o tempo semanal de paradas devido falhas nos sensores indutivos reduziu para 3 minutos, ou seja, atingiu a meta estipulada no início do trabalho que era atingir um valor inferior a 20 minutos semanais. Segue abaixo a Figura 7 ao qual indica os tempos nos três períodos de medição, o primeiro antes das alterações, o segundo quando foi executado alterações somente na cadeira 1 e o terceiro quando já estava implementado as alterações em todas as cadeiras de laminação e por último o atual período que é o acompanhamento.

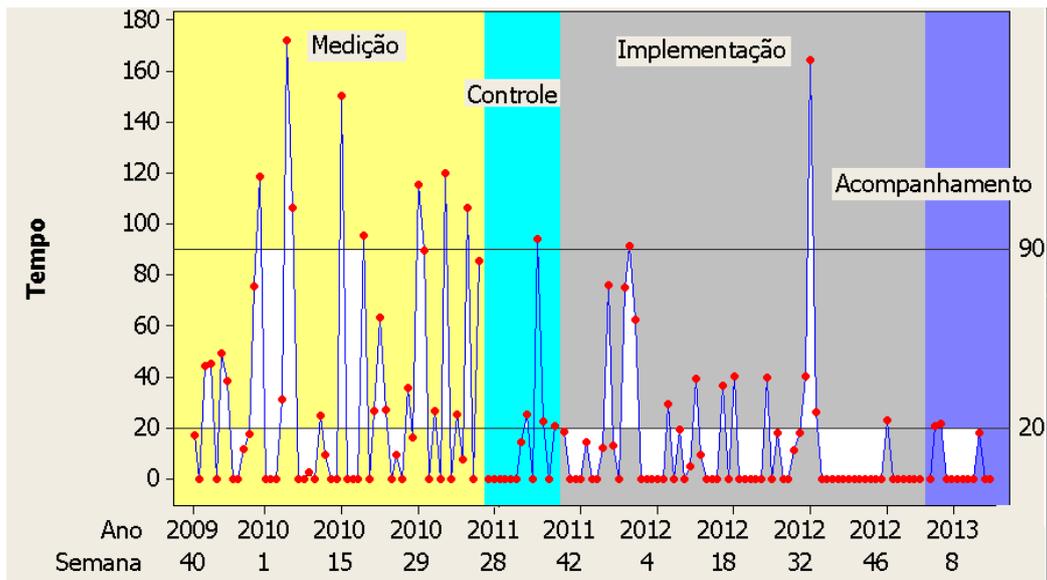


Figura 7 - Gráfico dos tempos de paradas em todos os períodos de medição.

Conforme indicado no gráfico acima, a meta principal indicada no início do trabalho foi atingida. Com o decorrer do desenvolvimento deste trabalho foram identificados outros ganhos secundários.

O trabalho forneceu também algumas vantagens secundárias, aos quais não constavam na meta principal. Dentre as quais podemos citar: redução no número de troca de sensores, redução da utilização de mão de obra na manutenção preventiva dos sensores e aumento da eficiência na indicação de posição dos equipamentos.

O ganho secundário que ocorreu com a redução da mão de obra preventiva se deu devido à oportunidade de se aumentar a periodicidade das manutenções preventivas executadas nos sensores do laminador.

Existem duas ordens de serviço de trabalho para estes sensores. Uma primeira para limpeza e reaperto da fixação dos mesmos que tinha periodicidade mensal e foi passada para trimestral. Esta ordem de serviço utilizava um homem durante uma hora por cadeira por mês. O laminador possui quatro cadeiras. Sendo assim, esta atividade consumia uma mão de obra de 48 horas de um homem durante o ano e alterando a periodicidade para trimestral passou a consumir 16 horas durante o ano, ou seja, gerou uma redução de 32 horas de trabalho por ano.

A segunda ordem de serviço existente possuía a mesma periodicidade mensal inicial e foi passada para semestral. A mesma solicita a execução do reaperto das conexões elétricas e também era executada em uma hora por cadeira e pedia uma mão de obra de 48 horas anuais. Com o aumento da periodicidade desta ordem de serviço para semestral gerou uma redução de 40 horas anuais de manutenção em sensores passando para 8 horas anuais.

Somando o aumento da periodicidade da manutenção dos sensores nas cadeiras, ocorreu uma redução de 96 horas anuais para 24 horas anuais de manutenção em sensores no laminador.

4 RELAÇÃO DE GASTOS E LUCROS

O lucro que este projeto forneceu foi medido em cada etapa de execução do mesmo. Isto se deve porque em cada etapa do projeto foram executadas algumas

atividades que já demonstraram retorno. As etapas do projeto foram descritas acima no Item 3. Na Tabela 1 seguem os valores dos lucros de cada etapa.

Tabela 1 – Lucro em Cada Etapa do Projeto

ETAPA	INICIO DO PERIODO	TERMINO DO PERIODO	LUCRO DO PERIODO (US\$)
Controle	1/10/2011	30/9/2011	\$184.000,00
Implementação	1/10/2011	31/12/2012	\$966.250,00
Acompanhamento	1/1/2013	31/3/2013	\$266.750,00
Lucro Total			\$1.417.000,00

Os gastos necessários neste projeto foram relacionados com os materiais e mão de obra necessária para a instalação das proteções nos sensores e cabos bem como a mão de obra e material necessários para instalação de sensores de pressão no piso superior do laminador. Na Tabela 2 segue a relação de gastos deste projeto.

Tabela 2 – Gastos do Projeto

ITEM	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Proteção do Sensor (Unid)	136	\$78,00	\$10.608,00
Proteção do Cabo (Unid)	136	\$120,00	\$16.320,00
Sensor de pressão (Unid)	16	\$400,00	\$6.400,00
Mão de Obra (H X H)	192	\$32,00	\$6.144,00
TOTAL			\$39.472,00

5 DISCUSSÃO

Entre os anos de 2003 e 2009 foram feitos trabalhos com estes sensores, visando eliminar a interferência da emulsão no funcionamento dos mesmos. Alguns destes trabalhos tiveram o envolvimento do fornecedor do sensor em questão e também foram usadas como base experiências relacionadas com este problema em outras plantas de laminação a frio.

Estes trabalhos anteriores demonstraram pequenas melhorias na confiabilidade destes componentes, mas nenhum conseguiu um efeito tão positivo como o trabalho apresentado acima. Os trabalhos anteriores na sua maioria relacionavam o tipo do sensor e suas características com o ambiente ao qual o mesmo trabalhava, mas foi identificado que nenhum tipo de sensor se adaptou ao ambiente existente.

Um fato positivo gerado por este trabalho foi à padronização na preparação e montagem dos sensores, este fato pode ser observado na Figura 8. Pois se fez necessário criar um padrão técnico indicando o passo a passo da montagem destas proteções bem como foi padronizado a ligação e a montagem dos sensores na área, de modo a auxiliar na redução do impacto da emulsão no funcionamento destes sensores.

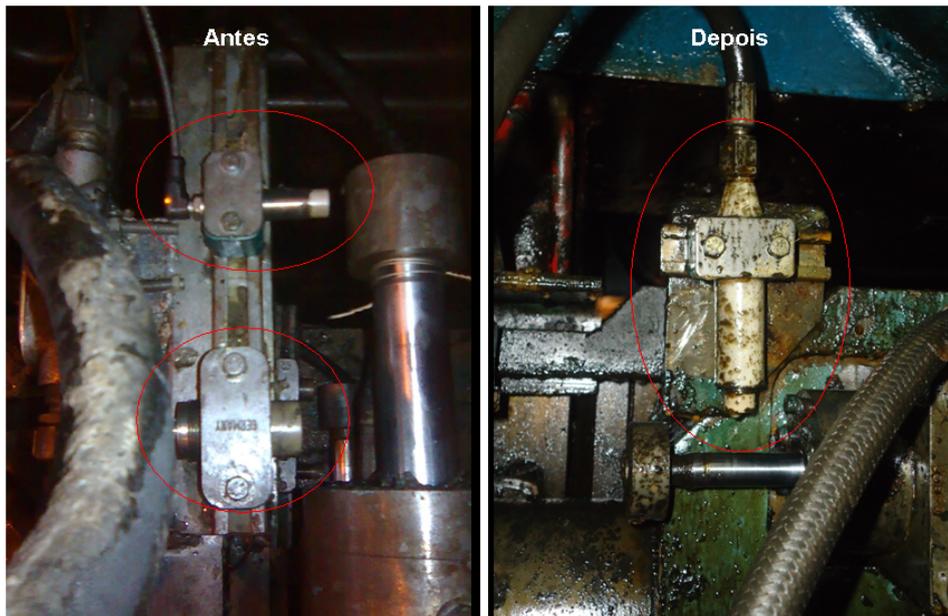


Figura 8 – Comparação do antes e do depois dos sensores.

5 CONCLUSÃO

A implantação das proteções de nylon nos sensores indutivos do LAM foi uma ação que demonstrou ser viável, pois apesar da necessidade de investimento na confecção das proteções, obteve um ótimo retorno financeiro, através do aumento da disponibilidade do LAM.

Em média a redução de falhas nestes sensores possibilitou um aumento médio de 31 minutos de produção semanal. Transferindo este resultado para um ano de produção indica que estará disponibilizando algo próximo de um dia a mais de produção.

Além destes resultados, este trabalho forneceu a redução do tempo de manutenção anual destes componentes que anteriormente era de 96 para 24 homem/horas anuais. Este homem/hora pode ser reutilizado em outra atividade dentro do evento da manutenção preventiva que ocorre mensalmente.

REFERÊNCIAS

- 1 SMS DEMAG, Manual de Operação 51061000/Vega, São Francisco do Sul, 2003
- 2 ARCELOR MITTAL VEGA, Indicadores de Desempenho IVU, São Francisco do Sul, 2010
- 3 IFM EFECTOR, Datasheet sensor IGT202, <http://www.ifm.com/products/br/ds/IGT202.htm>, capturado em 10/04/2013
- 4 M.I. DOMENECH, Estratégia Lean Seis Sigma: Ferramentas do Ciclo DMAIC, São Paulo, Março 2013