

A MANUTENÇÃO E AS PERDAS NO PROCESSO DE LAMINAÇÃO DE COBRE EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA¹

Daniel Espure Ribeiro²

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados alcançados e a importância do controle de processo na laminação de tiras para uma empresa do ramo metalúrgico. Particularmente, avalia o indicador de indisponibilidade de um equipamento de uma empresa metalúrgica, no caso um laminador de tiras, cujo indicador encontrava-se aquém das necessidades de produção da empresa. O trabalho desenvolveu-se com base em um estudo de caso abordando uma aplicação prática em que o enfoque principal foi a competitividade da empresa por meio da redução da indisponibilidade do equipamento devido as paradas de manutenção. Foram utilizados dados coletados em campo e uma ferramenta para análise e solução de problemas. A necessidade da mudança para um nível menor de indisponibilidade do equipamento ocorreu em função da maior competição que passou a existir na indústria metalúrgica de cobre e de novas solicitações da empresa quanto à qualidade do produto, produtividade do equipamento, maior disponibilidade para produção, maior segurança e menores custos, que trazem benefícios não somente para a mesma, mas principalmente para o mercado consumidor. O principal resultado obtido foi a redução do indicador de indisponibilidade do laminador que no ano 2009 foi de 5.03% do total produzido para 3,66% do total produzido em 2010. A forma de condução da análise de paradas de manutenção do equipamento produtivo trouxe melhores resultados ao desempenho do mesmo e ainda, favoreceu maior integração entre as equipes de manutenção, operação e controle de processo que, juntas, são as responsáveis pela produção.

Palavras-chave: Processo de laminação; Metalúrgica; Manutenção; Controle de Processo.

MAINTENANCE AND LOSSES IN THE PROCESS OF COPPER ROLLING IN A METALLURGICAL INDUSTRY

Abstract

This paper presents the results achieved and the importance of process control in strip rolling to a company in the metal industry. In particular, assesses the state of unavailability of equipment of a metallurgical company, where a strip mill, whose indicator is below the company's production needs. The work was developed based on a case study addressing a practical application in which the main focus was the company's competitiveness by reducing equipment downtime due to maintenance shutdowns. We used data collected in the field and a tool for analysis and troubleshooting. The need to shift to a lower level of availability of the equipment was due to the increased competition that has existed in metallurgy of copper and new demands on the company's product quality, equipment productivity, higher availability for production, greater security and lower costs, bringing benefits not only for herself, but mainly for the consumer market. The main result was to reduce the availability indicator that the mill in 2009 was 5.03% of total production to 3.66% of total production in 2010. The manner of conducting the analysis of maintenance shutdowns of production equipment brought better results for the performance of the same and still favored greater integration between the maintenance personnel, operation and process control, which together are responsible for production.

Keywords: Lamination process; Metallurgical; Maintenance Process control.

¹ Contribuição técnica ao 48º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 24 a 27 de outubro de 2011, Santos, SP

² Engenheiro de Produção Mecânica, Mestrando Engenharia Mecânica - UNITAU, Universidade de Taubaté.

1 INTRODUÇÃO

Em função dos novos desafios dos mercados globalizados para as empresas, em um cenário de extrema competição em que as mudanças ocorrem em alta velocidade, as empresas necessitam adotar inovações na forma de administrar, apoiadas por novas tecnologias visando, com isso, obter vantagem competitiva e agregar maior valor aos produtos e serviços fornecidos. É nesse contexto que emerge a manutenção, pois, a fim de corresponder às crescentes exigências do mercado consumidor quanto à qualidade, atendimento, preços, prazos, segurança e preservação ambiental, as empresas passam a depender de equipamentos e instalações cuja disponibilidade e confiabilidade são fatores preponderantes para se atingir os níveis de produção compatíveis com as necessidades desse mercado e também das próprias empresas. Esses fatores colocam a manutenção dos equipamentos na linha de frente do processo produtivo como uma das funções mais importantes para a garantia dos resultados da empresa.

Dada a importância estratégica da manutenção nesses novos tempos, seu sistema de administração deve estar alinhado com os objetivos da empresa utilizando ferramentas de análise que permitam melhorar a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos produtivos.

2 MANUTENÇÃO

A manutenção pode ser definida na concepção industrial como a atividade de fazer com que o ativo físico da empresa seja mantido de forma a garantir sua funcionalidade operacional. A Norma Brasileira NBR-5462 (ABNT, 1981), define Manutenção como o conjunto de ações destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual pode executar a função requerida. Na Norma Inglesa BS-3811 (BS, 1974), a definição de Manutenção, é a combinação de qualquer ação para reter um ítem ou restaurá-lo, de acordo com um padrão aceitável (MONCHY, 1989 *apud* MUASSAB, 2002).

2.1 Conceito de Manutenção

Ao longo do tempo a área de manutenção tem mudado significativamente e o incremento destas mudanças pode ser observado no número e na variedade das instalações produtivas, com projetos cada vez mais complexos, com exigências de conhecimento técnico em níveis cada vez maiores, o que demanda uma atualização constante dos profissionais da área de manutenção.

Uma tendência é que a área de manutenção nas empresas passa agora a ser considerada como estratégica para os resultados dos negócios das mesmas, pois por meio da manutenção sistemática é possível antecipar-se e evitar falhas que poderiam ocasionar paradas imprevistas dos equipamentos produtivos. Da mesma forma, é possível se detectar uma situação onde haja expectativa de falha e programar-se para uma intervenção em oportunidade mais apropriada, sem prejudicar os compromissos de produção assumidos.

Neste sentido há três períodos distintos da manutenção (MOUBRAY, 1997):

- primeiro período – anterior a 2.^a Guerra Mundial, denominado como manutenção da 1.^a geração onde a disponibilidade dos equipamentos e a preocupação pela prevenção das falhas não era prioridade. Os equipamentos eram super dimensionados, os projetos eram simples e o seu reparo de fácil execução sendo, portanto, mais confiáveis. A limpeza e a lubrificação eram suficientes, não havendo necessidade de fazê-los de forma sistemática;
- segundo período – denominado manutenção da 2.^a geração, iniciou-se na década de 1950, onde o pós-guerra gerou crescente demanda por produtos impulsionando a mecanização das indústrias, com máquinas numerosas e complexas. Planos de manutenção preventiva eram elaborados e passou a existir a preocupação com os tempos de parada dos equipamentos produtivos. O conceito de manutenção preventiva surge, então, aparecendo também a consideração de que as falhas nos equipamentos podiam e deviam ser previstas. Os custos de manutenção elevaram-se sendo necessário maior controle; e
- terceiro período – iniciado em meados da década de 1970, foi denominado manutenção de 3.^a geração. Neste período buscou-se novas maneiras de maximizar a vida útil dos equipamentos produtivos, passando a existir a preocupação com alta disponibilidade e confiabilidade, em proporcionar nenhum dano ao ambiente, ter maior segurança, maior qualidade do produto e custos sob controle, (MOUBRAY, 1997).

Pelo exposto, atualmente a Manutenção deixa de ter o objetivo de reparadora de equipamentos, e passa a ter o objetivo de garantir a sua função básica que é manter ou recolocar um item em um estado no qual pode executar a função requerida, conforme a NBR- 5462 (ABNT, 1981).

2.2 Tipos de Manutenção

Existem basicamente quatro tipos de manutenção que são: manutenção corretiva (não planejada e planejada), que pode ser de emergência ou não, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção defectiva.

2.2.1 Manutenção corretiva

- Manutenção corretiva não planejada: esse tipo de manutenção é caracterizado pela atuação das equipes de manutenção em fatos que já ocorreram, sejam estes fatos desempenhos inferiores ao almejado ou uma falha, (WILLIANS, 1994 *apud* CASTELLA, 2001). Do ponto de vista do custo de manutenção, esse tipo tem custo menor do que prevenir falhas nos equipamentos. Porém, pode causar grandes perdas por interrupção da produção.
- manutenção corretiva planejada: neste caso, tem-se uma falha ou condição anormal de operação de um equipamento e a correção depende de decisão gerencial, em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra. A decisão de adotar a política de manutenção corretiva planejada pode ser originada com base em vários fatores, tais como: negociação de parada do processo produtivo com a equipe de operação, aspectos ligados à segurança, melhor planejamento dos serviços, garantia de ferramental e peças sobressalentes, necessidade de recursos humanos tais como serviços contratados. Esse tipo de manutenção possibilita o

planejamento dos recursos necessários para a intervenção de manutenção, uma vez que a falha é esperada. (PINTO e XAVIER, 2001 *apud* MUASSAB, 2002).

2.2.2 Manutenção preventiva

Trata-se de atuação realizada de maneira a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, obedecendo a um plano de manutenção preventiva previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo, isso é, manutenção baseada no tempo, (MOUBRAY, 1997).

Entre os tipos de falhas mais comuns em equipamentos de empresas metalúrgicas, particularmente laminadores, tem-se:

A manutenção preventiva caracteriza-se pelo trabalho sistemático para evitar a ocorrência de falhas procurando a sua prevenção, mantendo um controle contínuo sobre o equipamento. A manutenção preventiva é considerada como o ponto de apoio das atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, substituição de peças e reformas (PATTON JR. , 1983).

2.2.3 Manutenção preditiva

Também é conhecida como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento. É baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio dos dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento. Esses dados coletados, por meio de medições em campo como temperatura, vibração, análise físico-química de óleos, ensaios por ultra som, termografia, não permitem um diagnóstico preciso; portanto, trabalha-se no contexto de uma avaliação probabilística.

A manutenção preditiva é a execução da manutenção no momento adequado, antes que o equipamento apresente falha, e tem a finalidade de evitar a falha funcional ou evitar as conseqüências desta (MOUBRAY, 1997).

2.2.4 Manutenção detectiva

Na década de 1990 o termo manutenção detectiva começou a ser utilizado. É um tipo de manutenção efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis às equipes de operação e manutenção (PINTO, 2001 *apud* CASTELLA, 2001)

Essa e a política adotada quando o processo possui sub-conjuntos nos quais é praticamente impossível detectar falhas antes que elas ocorram, buscando eliminar falhas ocultas por meio de testes periódicos no sistema.

3 ESTUDO DE CASO

A empresa metalúrgica em estudo Tecnocobre está situada no ABC paulista e atua no segmento de transformação de metais não-ferrosos como o cobre e suas ligas em produtos semi elaborados e produtos acabados, desenvolvendo e fabricando tubos sem costura, laminados, barras, arames e conexões para as mais diversas aplicações tais como: barras, vergalhões, perfis, fios, laminados, tubos para refrigeração, tubos para aplicação industrial, tubos para condução de água e gás, buchas de bronze, barramentos de cobre para aplicações na indústria siderúrgica e de fornecimento de energia, bem como buchas e tarugos de bronze.

A empresa apresenta uma estrutura funcional dividida em departamentos que são órgãos especializados em cada um dos processos da cadeia produtiva. Chiavenato *et al* (1993), afirma que a medida que o negócio da empresa se desenvolve e cresce, a mesma entra no campo da competição e da produção em massa e desse modo aumenta consideravelmente a necessidade de contar com órgãos altamente especializados capazes de propor inovações rápidas e eficientes. A empresa é dividida em uma diretoria industrial, cinco áreas produtivas e de apoio e possui o organograma exposto na Figura 2.

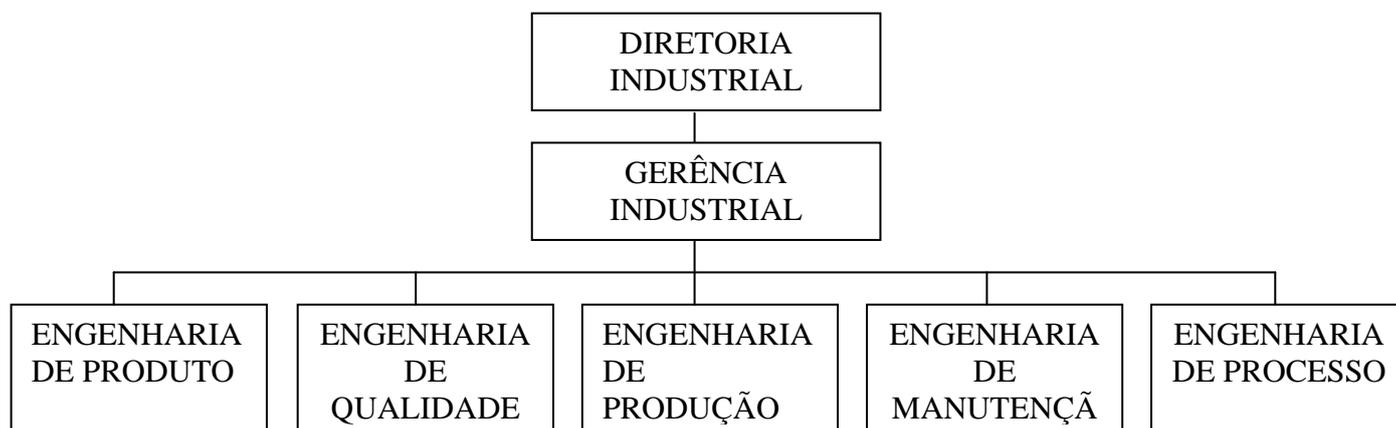


Figura 2. Organograma da empresa Tecnocobre (2010).

A manutenção na empresa até recentemente era considerada como fator de custos e gastos. Os aspectos mais conhecidos da manutenção caracterizavam-se como sendo de serviços repetitivos e de rotina, substituição de peças, pouca técnica, improvisações e emergências. Contudo, devido à sua elevada influência nas paradas de máquinas, durante a produção, por causas gerenciais e técnicas, vem sendo vista com novos olhos.

4 PROCESSO DE LAMINAÇÃO

Laminação é um processo de deformação plástica de metais no qual o material é comprimido entre rolos, com altas tensões compressivas, resultante do atrito (ou fricção) da ação dos cilindros. O perfil a ser obtido depende do formato do cilindro, ou seja, para cada tipo é necessário um ferramental (rolo) diferente.

O processo da empresa em estudo trata-se de laminação a frio de tiras de cobre e suas ligas, os quais são obtidos em laminadores do tipo quadro, onde se trabalha com dois cilindros de trabalho e dois cilindros de apoio.

A matéria prima constitui-se de bobinas vindas do processo de laminação a quente ou ainda do processo de fundição contínua, nas dimensões medias: espessura de 19 mm, largura de 350 mm, com peso médio de 3,5 toneladas.

No início do processo de laminação a frio, as bobinas entram nos laminadores chamados desbastadores os quais reduzem a espessura da mesma para espessuras chamadas intermediárias que podem ser de 7,5mm, 5,00 mm, 2,5 mm ou ainda 1,9 mm cujo objetivo é a preparação de material que servirá para alimentar os laminadores de acabamento, de modo a atingir no final as dimensões solicitadas pelo cliente, além das propriedades mecânicas desejadas. Neste caso, entrega-se o produto ao cliente na forma de bobinas.

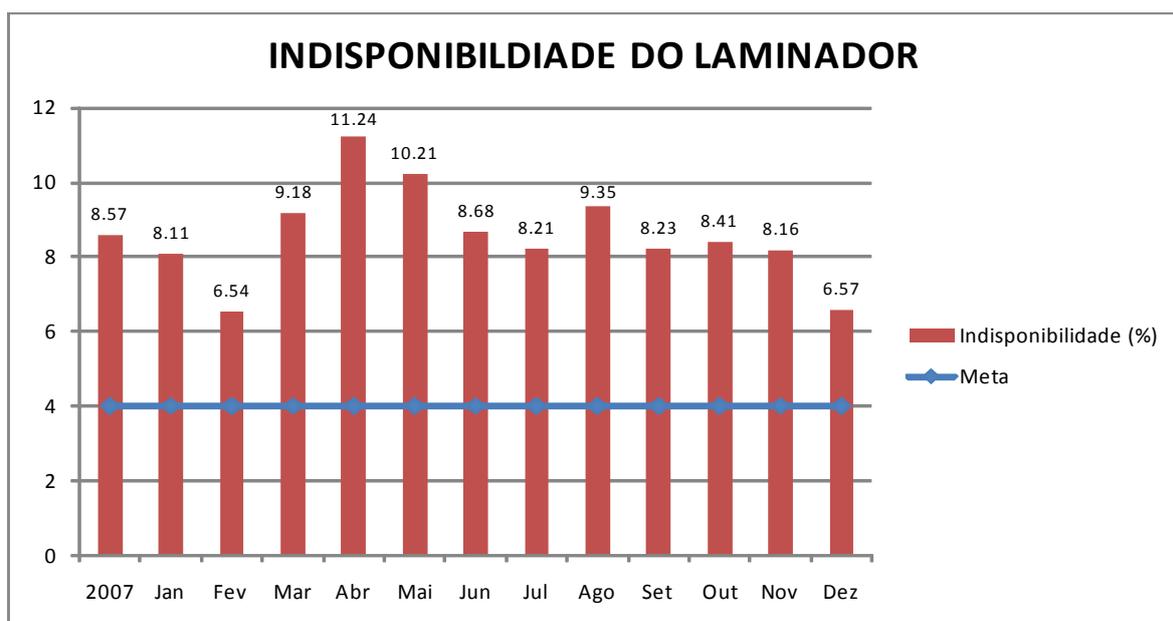
4.2 Perda de Produção no Laminador Contínuo

Com objetivo de atender o mercado e fabricar produtos com qualidade, no prazo solicitado e também com custo que permita manter seu desempenho econômico e financeiro em nível adequado para a continuidade de suas operações, a empresa anualmente desenvolve um planejamento estratégico organizacional relacionado a todos os seus mais importantes indicadores. Nesse contexto se insere a manutenção que também elabora o seu planejamento estratégico específico, onde são definidas as metas e os indicadores, isso é, seus objetivos.

Em relação à indisponibilidade do Laminador observa-se que do ano 2009 até o momento atual esse indicador tem cada vez mais importância, visto que, também cresceu a importância estratégica do Laminador na cadeia produtiva do grupo metalúrgico do qual a TECNOCOBRE faz parte. A importância estratégica deve-se ao fato de que o esse equipamento produtivo fornece produtos não somente direto para clientes externos, como também para clientes internos de outras áreas produtivas do grupo metalúrgico.

Nos anos 2007, 2008, 2009 e 2010 a meta de indisponibilidade foi estabelecida levando em conta o histórico do equipamento, sendo respectivamente 4%, 4%, 5% e 4,75%. O indicador de indisponibilidade é um número percentual, não cabendo nesse caso adotar uma faixa de tolerância visto que não se trata de uma medida de natureza física e sim uma medida da confiabilidade dos serviços de manutenção do equipamento produtivo. Os valores reais de indisponibilidade atingidos nos anos citados foram respectivamente 8,57%, 6,47%, 5,03%, 3,66% o que demonstra uma melhoria na performance da manutenção, porém, é importante avaliar o impacto que a indisponibilidade representa quando a mesma está fora de controle ou com valor acima do objetivado pela empresa. A seguir, aborda-se esse impacto referente ao ano 2007 para que se tenha uma visão econômica do que representa essa perda de produção.

Conforme dados de arquivo da empresa, ao final do ano 2007, o índice de indisponibilidade médio do Laminador foi de 8,57% do tempo disponível para produção como se pode observar na Figura 2.



Fonte TECNOCOBRE

Figura 2. Indisponibilidade do Laminador no ano 2007.

A fim de permitir uma produção com custos compatíveis para a empresa, o objetivo era atingir no máximo 4%, portanto nesse caso, houve uma diferença de 4,57% do tempo disponível para produção que não foram convertidos em produção efetiva, por paradas imprevistas para manutenção, naquele ano. Conforme dados de arquivo da empresa, tem-se uma produtividade média de 27 toneladas por hora e o tempo médio disponível mensal de 688 horas. A produtividade é a relação entre a produção obtida em toneladas e o tempo necessário para obtê-la em horas. Desse modo, pode-se estimar a perda de produção anual e o que representou para a empresa em termos de faturamento.

- Tempo médio disponível para produção por mês: 688 horas/mês; e
- Tempo médio disponível para produção por ano: $688 \text{ horas/mês} \times 12 \text{ meses} = 8.256 \text{ horas/ano}$.

O Laminador deveria ficar indisponível no máximo 4% do tempo disponível que era seu objetivo, porém, ficou 8,57% desse tempo, isso é, 4,57% a mais que o objetivado. Assim, pode-se estimar o que essa diferença representou para a empresa: Perda de produção: $8.256 \text{ horas/ano} \times 0,0457 = 377 \text{ horas/ano}$.

Considerando a produtividade média de 27 toneladas/hora, em um ano tem-se: $27 \text{ toneladas/hora} \times 377 \text{ horas/ano} = 10.179 \text{ toneladas/ano}$.

Neste caso, 10.179 toneladas/ano deixaram de ser produzidas.

Estimou-se uma perda no faturamento em torno de 100 milhões de reais naquele ano pelo fato da indisponibilidade encontrar-se em nível acima do objetivado para esse equipamento produtivo.

5 METODOLOGIA PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A partir do ano 2008, entendeu-se que uma mudança era essencial para a empresa no sentido de reduzir a indisponibilidade do Laminador e também reduzir seus custos, tornando-se mais produtiva. A necessidade de melhora é uma premissa para a empresa cuja visão é tornar-se mais competitiva e nesse sentido buscou-se no mercado uma metodologia direcionada para a análise e solução de problemas.

Na abordagem da metodologia considera-se a evolução tecnológica do setor metalúrgico e a metodologia divide-se em etapas tomando como base o método gerencial PDCA (*Plan, Do, Check and Action*).

Nesse método o Planejamento (*Plan*) constitui a primeira etapa que consiste na identificação do problema, observação, análise e plano de ação. A segunda etapa prevê a Execução (*Do*) do plano definido na etapa anterior. Na terceira etapa ocorre a Verificação (*Check*) dos resultados das ações implementadas, avaliando-se sua efetividade. A não efetividade das ações prevê o retorno a primeira etapa do método, quando o problema é novamente observado e analisado, iniciando-se um novo ciclo. Na quarta e última etapa ocorre a Ação (*Action*), isso é, a padronização das ações eficazes garantindo-se a eliminação definitiva das causas do problema.

Na 1.ª etapa tem-se a análise das falhas de manutenção. Nessa fase realizam-se várias reuniões com grupos formados por mecânicos, eletricitas, líderes e supervisores de manutenção mecânica, elétrica e de operação visando a um diagnóstico mais realista da atuação da manutenção.

Realiza-se uma avaliação da manutenção do ponto de vista do cliente, com a participação de operadores, líderes de operação, supervisor de operação. Os seguintes aspectos devem ser avaliados: indicador de indisponibilidade, política de

manutenção, atuação dos turnos, recursos humanos, organograma estrutural, comunicação, treinamento.

Nessa etapa realiza-se o planejamento das ações. Com base nos resultados das reuniões elabora-se um plano de ação contendo itens relacionados aos aspectos administrativos, gerenciamento das rotinas de manutenção preventiva, inspeções periódicas, substituição programada de componentes, modificações de projeto, melhorias, treinamento específicos de manutenção eletro-eletrônica, aquisições de materiais críticos, tanto para as equipes elétrica e mecânica, quanto para a operação.

Na 2.^a etapa tem-se a implementação das ações, que se dá por meio da execução do plano de ação, conforme cronograma pré-estabelecido em consenso com as partes envolvidas (mecânica, elétrica e operação).

Entre as ações definidas pode-se citar a adoção de reuniões diárias para análise das causas das paradas de produção por falhas de manutenção. O enfoque dado às falhas prevê uma forma sistemática de análise utilizando as ferramentas da qualidade 5W1H (*What* = O que, *Why* = Por que, *Who* = Quem, *Where* = Onde, *When* = Quando e *How* = Como), o método gerencial do PDCA.

Em seguida vem a 3.^a etapa que é a análise de resultados. No caso da empresa alvo do estudo, os indicadores de desempenho da manutenção, especificamente indisponibilidade e custo de materiais têm prioridade de controle em relação aos demais indicadores da manutenção, sendo que a indisponibilidade é avaliada diariamente e o custo de materiais quinzenalmente. Os eventuais desvios em relação ao objetivado geram novas ações inseridas no mesmo plano de ação, caracterizando-o como um plano vivo, isso é, dinâmico e sempre passível de atualização.

Uma vez que os resultados não sejam satisfatórios, são elaborados novos ciclos de PDCA para análise das causas das falhas, proposta de ações e correção, envolvendo a participação de toda a equipe novamente.

Os indicadores são apresentados em reunião mensal para toda a equipe de manutenção da empresa, incluindo a presença do gerente de manutenção e convidados da operação. Nesta apresentação os indicadores são mostrados, justificados e já com novos planos de ação para se atingir os objetivos, caso os indicadores ainda não tenham sido atingidos.

Na 4.^a etapa, realiza-se a padronização das ações para garantir a eliminação das causas dos problemas. Na prática, as atividades decorrentes do plano de ação são incorporadas como rotinas na sistemática de manutenção.

Segundo dados de arquivos e histórico da empresa, a manutenção é uma atividade que depende muito da qualificação de profissionais com perfil técnico para atuação na área produtiva.

Atualmente a manutenção na empresa atua estrategicamente em três pilares de sua sustentação:

5.1 Estudo de Problemas Críticos e Crônicos

Por meio da utilização de dados estatísticos contidos no sistema de gerenciamento da manutenção, pela utilização do módulo Planejamento de Manutenção (PM) que é um módulo específico do software denominado SAP/R3 dedicado ao planejamento de manutenção, podem ser priorizados os estudos das causas das falhas com objetivo de propor soluções para eliminar definitivamente os problemas críticos e

crônicos dos equipamentos. Essa atividade é desenvolvida pela equipe de Engenharia de Manutenção.

5.2 Planejamento e Sistematização de Serviços

As atividades pertinentes à execução dos serviços de inspeção sistemática, manutenção preventiva, manutenção preditiva são gerenciadas por meio do módulo PM. O mesmo permite gerir todas as atividades da manutenção, obter dados estatísticos de cumprimento das programações, dados relativos aos tempos de execução dos serviços, dados de custo, lista técnica de materiais aplicados. Essa atividade é desenvolvida pela equipe de Planejamento de Manutenção.

5.3 Qualificação da Mão-de-Obra

A equipe de manutenção é composta de profissionais das mais diversas faixas etárias e entre os mesmos existem vários níveis de escolaridade, como por exemplo: ensino fundamental incompleto, ensino fundamental completo, ensino médio incompleto, ensino médio completo, curso técnico incompleto, curso técnico completo, ensino superior incompleto, ensino superior completo, pós-graduação incompleto, pós-graduação completo.

Muitas das atividades de execução (mecânica, elétrica, eletrônica, instrumentação) de manutenção corretiva e de preventiva são realizadas por profissionais que necessitam cada vez mais aprimorar seu nível de escolaridade. Uma das premissas para melhorar o nível de escolaridade dos profissionais de manutenção é estimular os mesmos a voltar aos estudos e, nesse sentido, vêm se desenvolvendo programas internos para incentivá-los a concluir o ensino médio. Além disso, existem documentos denominados instruções de trabalho que são procedimentos escritos que visam garantir a padronização na execução dos serviços, de modo a serem realizados com segurança, qualidade e no tempo padrão.

6 RESULTADOS E ANÁLISES

As mudanças adotadas na política de manutenção com maior enfoque nas inspeções sistemáticas, manutenções preventivas planejadas, substituição de componentes por tempo de vida, e também das manutenções corretivas planejadas, associadas às ações de melhorias tornaram possível reduzir o indicador de indisponibilidade. Uma ação muito importante e que significou um investimento adicional foi à aquisição de um redutor de velocidade sobressalente no início de 2010, com seu projeto redimensionado quanto à capacidade de carga dos rolamentos. Os rolamentos se constituem nas partes mais sensíveis de um redutor de velocidade e assim esse novo redutor foi projetado para condições severas das cargas de laminação definidas pelo plano de passes referente à calibração dos cilindros. Diante das espessuras que deveriam ser produzidas e em função do histórico interno da empresa das quebras e considerando ainda as gaiolas de laminação que trabalhavam com maiores cargas decidiu-se pela aquisição do redutor para aplicação nestas. Em função desse histórico a gaiola que escolhida para receber o novo redutor dentro de um conceito de reforço dos rolamentos. Em dezembro de 2010 foi substituído o referido redutor de velocidade. O redutor retirado foi enviado para reforma dentro do conceito de reforço dos rolamentos, isso é, a substituição desses rolamentos por outros de maior capacidade de carga e o mesmo

foi utilizado dessa vez em outra gaiola em janeiro de 2011. Seguindo o mesmo processo, o redutor retirado foi reformado e instalado em outra gaiola, em março de 2011.

A substituição planejada de redutores de velocidade das gaiolas, que se inicia por um processo de preparação do redutor a ser instalado, testes funcionais antes da instalação, execução do serviço de substituição, liberação para produção, envio do redutor retirado para reforma trouxe ótimos resultados e as paradas de produção por esse motivo se reduziram. Outra ação importante foi o monitoramento semanal da qualidade do óleo lubrificante utilizados nos redutores de velocidade com atenção especial à contaminação por água e partículas em suspensão provenientes do sistema de refrigeração dos cilindros de laminação.

Os resultados confirmam a eficácia das ações sistemáticas de manutenção, pois houve redução significativa das ocorrências de quebras imprevistas dos redutores de velocidade das gaiolas de laminação.

6.1 Indisponibilidade por Especialidade e Total

A seguir pode-se constatar a mudança na indisponibilidade do Laminador nas especialidades mecânica e elétrica, medida em horas de parada

Observa-se uma tendência de redução das horas paradas por falha mecânica, onde em 2008 a média era de 24 horas de parada por mês e em 2009 a média ficou em 13 horas de parada por mês, isso é uma redução relativa de 41,67 %.

Observa-se uma tendência de aumento das horas paradas por falha elétrica, onde em 2008 a média era de 7,3 horas de parada por mês e em 2009 a média ficou em 9,3 horas de parada por mês, isso é um aumento relativo de 27,39%. Esse fato se justifica pela dificuldade de se antecipar às falhas elétricas, pois a simples manutenção preventiva não garante confiabilidade, principalmente nos equipamentos eletrônicos que sofrem envelhecimento.

A seguir, tem-se graficamente a evolução da indisponibilidade do Laminador em sua totalidade, onde no ano 2007 o índice foi de 8,57%, e como citado antes, acima do objetivado. No ano 2008 houve uma evolução e o índice ficou em 6,47%, ainda acima do objetivado. Com a continuidade das ações, no ano 2009 houve também uma evolução e o índice ficou em 5,03%, praticamente no objetivo desejado. Em 2010 esforços foram feitos e a média apurada foi de 3,66%, resultado que supera as expectativas para o Laminador e que servirão de *benckmarking* para outros equipamentos da área de Laminação. A indisponibilidade pode ser visualizada na Figura 3.

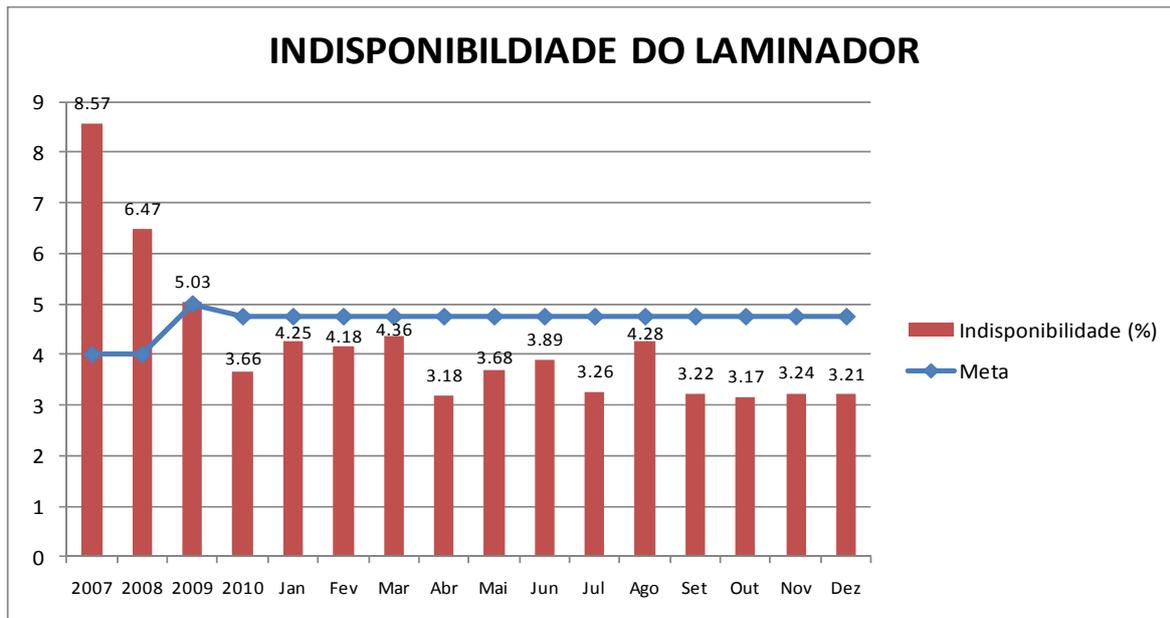


Figura 3. Indisponibilidade do laminador.

Foi alterada a periodicidade das inspeções sistemáticas, também das manutenções preventivas planejadas e adotada a substituição de componentes por tempo de vida. Ações de melhoria, como por exemplo, substituição dos rolamentos dos redutores de velocidades, além de modificações no controle eletrônico de velocidade das gaiolas de laminação, entre outras ações, permitiram reduzir sensivelmente os níveis de indisponibilidade do Laminador devido a manutenção.

6.2 Gerenciamento das Rotinas de Manutenção Preventiva

A fim de consolidar os resultados de indisponibilidade, o gerenciamento das rotinas de manutenção preventiva se faz necessário sendo o objetivo cumprir 90% do planejado.

No que se refere aos custos gerenciáveis, nota-se que de 2008 a 2009 os valores permaneceram praticamente estáveis, mostrando que é possível obter custos estáveis com redução da indisponibilidade. Considerando a inflação do período, pode-se afirmar que houve redução real nos custos gerenciáveis de manutenção.

7 CONCLUSÕES

O trabalho tem como tema o estudo de caso da manutenção em um equipamento metalúrgico com enfoque em um Laminador. Por meio de seu conteúdo, o mesmo avalia o indicador de indisponibilidade como objetivo principal, aborda aspectos dos requisitos humanos no que tange à qualificação da mão-de-obra, demonstra as causas de falhas por manutenção, usa a metodologia PDCA para a solução de problemas e mostra resultados após mudanças na aplicação da manutenção preventiva com enfoque na competitividade empresarial.

Com base no conteúdo apresentado, uma conclusão inicial é que a metodologia adotada apresenta uma mudança na forma de se analisar as falhas por manutenção, na medida em que planos de ação são elaborados para atuar nas causas e não nas conseqüências das falhas.

A mudança de postura dos profissionais de manutenção com foco no cliente interno, aliada à adequadas práticas administrativas voltadas para a minimização de paradas imprevistas de produção e redução de custos de manutenção, favorece uma maior integração com a operação e também a valorização do profissional da área de manutenção.

A prática de reuniões diárias entre operação e manutenção para análise das paradas de produção por falhas de manutenção agiliza a tomada de decisão por parte das equipes no sentido de atuar nas causas definindo a priorização das tarefas.

Os resultados obtidos nos indicadores melhoraram em consequência das mudanças nas práticas de manutenção adotadas. É consistente a mudança de mentalidade e postura das equipes no que diz respeito a forma de conduzir o setor, pois desenvolve-se melhor visão sistêmica do negócio.

É possível para outras áreas da manutenção adotar essa prática a fim de obter uma padronização de procedimentos, além da otimização dos resultados, respeitando-se as diferentes características entre as áreas.

REFERÊNCIAS

- 1 CASTELLA, Marco César. **Análise crítica da área de manutenção em uma empresa brasileira de geração de energia elétrica**. 2001. f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- 2 MOUBRAY, John. **Reliability centred maintenance**. 2 ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.
- 3 MUASSAB, José Roberto. **Gerenciamento da manutenção na indústria automobilística**. 2002. f. Dissertação (especialização pelo curso MBA – Gerência de Produção) – Universidade de Taubaté, 2002.
- 4 ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. **Documento Nacional**.
- 5 15.º Congresso Brasileiro de Manutenção. Curitiba: 2003.
- 6 MAIA, Wilton Palmeira. **O gerenciamento orientado para o equipamento – Aplicação do programa TPM (Manutenção Produtiva Total) para maximizar o uso dos ativos**. 2002. f. Dissertação (especialização pelo curso MBA – Gerência de Produção) – Universidade de Taubaté, 2002.
- 7 TAVARES, Lourival Augusto. **Controle de Manutenção por Computador**. Rio de Janeiro, JR Editora Técnica Ltda., 1987.
- 8 FDG - FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO GERENCIAL. **Método de Melhorias para Empresas de Manufatura**. Material de treinamento. PDCA. São Paulo, 2003.
- 9 CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 4.ª edição. São Paulo, Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993.