

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO BASEADAS EM MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE EM UM LAMINADOR DESBASTADOR

André Portugal Vaz, andrepvaz@ibest.com.br¹

Fernando Jesus Guevara Carazas, fernando.carazas@poli.usp.br²

Gilberto Francisco Martha de Souza, gfmsouza@usp.br²

¹Programa de Educação de Continuada da EPUSP, PECE, Brasil

²Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil

Resumo. *É de grande interesse de muitas empresas e até mesmo de profissionais das mais diversas áreas o estudo do desempenho dos processos e equipamentos que constituem o processo produtivo de uma organização. Tal estudo deve ser baseado na análise da gestão dos processos produtivos, do desempenho da manutenção, e na apuração dos custos das atividades. Com um cenário de forte competitividade, é notória a busca por uma condição de produção mais elevada com os mesmos equipamentos e máquinas. Tendo esta premissa como foco do negócio, a manutenção passa por um processo inverso, ou seja, deixa de ser geradora de custos e passar a exercer uma função estratégica dentro das grandes companhias industriais. Sendo assim, torna-se imprescindível o uso de técnicas avançadas de manutenção que possam proporcionar controle e segurança ao processo produtivo, gerando retornos tangíveis às empresas, como a diminuição dos custos de manutenção, aumento da capacidade produtiva, maiores disponibilidades dos equipamentos e também ganhos intangíveis como a motivação das equipes de trabalho. O objetivo deste trabalho é mostrar a importância e aplicar as melhores práticas de manutenção baseadas na aplicação da filosofia da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), com foco na redução da indisponibilidade do equipamento, redução de custos de manutenções, aumento da vida útil do equipamento, aumento na confiabilidade do processo, segurança e a garantia de qualidade do produto. O processo estudado refere-se à laminação a frio, com ênfase no laminador desbastador, onde se iniciam as preparações de chapas e folhas de alumínio, produzidas a partir de bobinas caster, provenientes do processo de fundição.*

Palavras-chave: *Manutenção, laminador, confiabilidade.*

1. INTRODUÇÃO

As empresas manufatureiras necessitam ampliar a capacidade e competitividade do setor produtivo visando aumentar a sua participação nas vendas totais dentro do setor industrial na qual a mesma está inserida. O aumento da capacidade do setor produtivo pode ser obtido com a melhoria na utilização dos recursos produtivos atualmente instalados. Este aumento pode ser obtido com a otimização dos processos de manufatura e das ações de manutenção, aumentando a disponibilidade dos recursos fabris.

Desta forma ações associadas com o planejamento de atividades de manufatura e manutenção, visando o aumento da eficiência das mesmas, tem sido objeto de constante preocupação dentro do meio industrial. O desenvolvimento de trabalhos associados com estratégias e técnicas de manufatura e manutenção tem sido considerados como fatores fundamentais para a busca da excelência no processo de manufatura.

A engenharia de manutenção deve atuar junto ao processo produtivo com o objetivo de avaliar as falhas mais críticas para o mesmo bem como definir a política de manutenção mais adequada para minimizar a sua ocorrência. Para tanto a aplicação da filosofia da Manutenção Centrada em Confiabilidade, MCC (tradução da sigla RCM do inglês *Reliability Centered Maintenance*), tem ganho bastante importância, pois é um método estruturado que possibilita definir as falhas críticas de equipamentos e as atividades de manutenção, preditivas ou preventivas, cuja aplicação possa minimizar a ocorrência destas falhas.

O objetivo deste trabalho é mostrar a importância e aplicar as melhores práticas de manutenção baseadas na filosofia da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) com foco na redução da indisponibilidade do equipamento, redução de custos de manutenções, aumento da vida operacional do equipamento, aumento na confiabilidade e segurança do processo e a garantia de qualidade do produto. Como caso exemplo, aplica-se o método para definir os problemas associados com a política de manutenção de um laminador desbastador empregado na fabricação de perfis de alumínio.

2. MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE MCC

A filosofia da MCC é aplicada principalmente para determinar os requisitos de manutenção dos equipamentos dentro de um determinado cenário operacional. Para isso, a MCC possui uma metodologia muito bem estruturada que analisa as funções e padrões de desempenho exigidos para o equipamento, de que formas falham os componentes do equipamento, o que causa estas falhas, as conseqüências das falhas para o desempenho do equipamento e as possíveis atividades a serem tomadas para preveni-las, (Carazas e Souza, 2007). Como resultado da implantação, espera-se obter um aumento significativo na disponibilidade operacional. A MCC teve sua origem na indústria aeronáutica americana. Desde então, vem sendo aplicada com sucesso por muitos anos nas diversas atividades industriais. (Rausand, 1998).

A aplicação da metodologia da MCC, para ser executada corretamente, deve responder as sete perguntas principais, (Moubray, 2000):

- Quais são as funções e padrões de desempenho do ativo no seu contexto atual de operação?
- De que forma ele falha em cumprir sua função?
- O que causa cada falha funcional?
- O que acontece quando ocorre cada falha?
- De que modo cada falha impacta no desempenho operacional do ativo?
- O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha?
- O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa pró-ativa apropriada?

As respostas as estas perguntas direcionam o planejamento das atividades de manutenção.

3. O PROCESSO DE LAMINAÇÃO

Este trabalho é implementado em um sistema de laminação a frio, que inicia a preparação de chapas e folhas de alumínio, produzidas a partir de bobinas caster, provenientes do processo de fundição. Esta preparação é realizada por meio de um laminador desbastador, onde as bobinas de alumínio são processadas a fim de adquirir as propriedades mecânicas necessárias para outros processos. As espessuras das bobinas, na entrada do laminador, provenientes do processo caster, são aproximadamente seis milímetros e podem ser reduzidas, por laminação com passes de redução de até cinqüenta por cento da espessura de entrada, até a espessura de setenta e cinco micras.

Os itens mais importantes para controle de qualidade dos produtos, na saída do laminador, referem-se à planicidade, espessura, largura, arranhados, manchas e trincas. Estes itens dependem do bom funcionamento dos diversos grupos de dispositivos e componentes do laminador.

3.1. O Laminador

O equipamento a ser analisado é o laminador desbastador, o qual é composto por dispositivos que em conjunto formam o processo de laminação e preparação de chapas e folhas de alumínio. Estes grupos são compostos por:

- Estação de preparação: tem como finalidade a preparação inicial das bobinas, para que sejam introduzidas no laminador.
- Entrada: utilizada para posicionar, desbobinar e introduzir as bobinas, processadas ou não pelo laminador.
- Gaiola: É constituída por equipamentos que proporcionam as características mecânicas necessárias para o produto.
- Saída: Composto por equipamentos a fim de posicionar, bobinar e retirar as bobinas processadas pelo laminador.
- Auxiliares: Composto por unidades hidráulicas, unidades pneumáticas, sistema anti-incêndio, esteiras de transporte e sistemas de controle, os quais proporcionam os acionamentos dos dispositivos e garantem a segurança do equipamento.

4. A DISPONIBILIDADE E A MANUTENÇÃO

De forma prática a disponibilidade (A) é a relação entre: o tempo de operação ou de funcionamento (confiabilidade) e o tempo de inatividade causado por uma falha, incluindo o tempo de intervenção de manutenção corretiva necessário para retornar o equipamento à operação normal (mantenabilidade), (Carazas e Souza, 2008). Disponibilidade é, portanto, combinação entre o tempo médio entre falhas, MTTF, e o tempo médio para reparos, MTTR, e pode ser representada como mostra a eq. (1)

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \quad (1)$$

Esta relação é uma expressão genérica empregada para o cálculo de disponibilidade, independentemente das distribuições associadas com a confiabilidade e a mantenabilidade, (Carazas e Souza, 2008).

As atividades do departamento de manutenção da empresa combinam ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. O departamento de manutenção realiza tudo que for necessário para assegurar que um equipamento continue

a desempenhar as funções para as quais foi projetado e em um nível de desempenho exigido, podendo também propiciar melhorias nos ativos e processos de manufatura a fim de aumentar a competitividade da empresa. (Vaz, 2009)

O departamento de manutenção atua com abrangência, existindo divisões no departamento a fim de distribuir as diversas responsabilidades e gerenciá-las de maneira a promover diferentes estratégias para cada caso em análise.

Como estratégia do departamento de manutenção tem-se a gestão de metas e resultados da gestão dos ativos e pessoas, sendo que os itens de maior impacto e que são utilizados como pilares deste gerenciamento são a gestão de custos, segurança, disponibilidade e durabilidade. Para atingir estas metas o departamento de manutenção segue um plano de ação (ou fluxos e tratativas das decisões baseadas em MCC) tal como apresenta a Fig. (1).

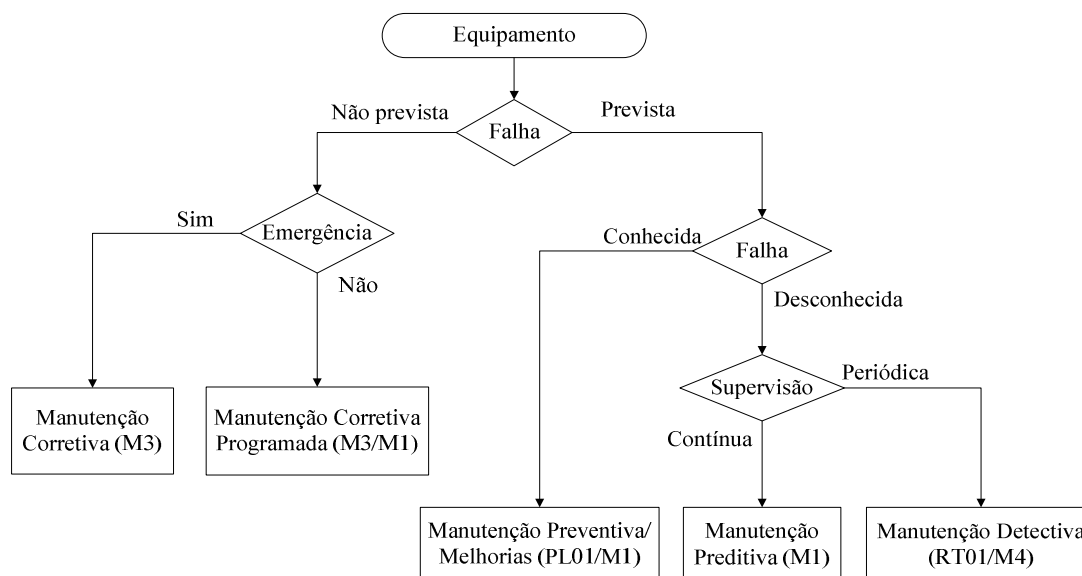


Figura 1. Fluxo de atuação da manutenção

5. ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO

Com o objetivo de implementar melhorias no departamento de manutenção, na Fig. (2) é apresentada uma proposta de análise, levando em consideração os passos e a ordem a ser seguida na aplicação destes passos.

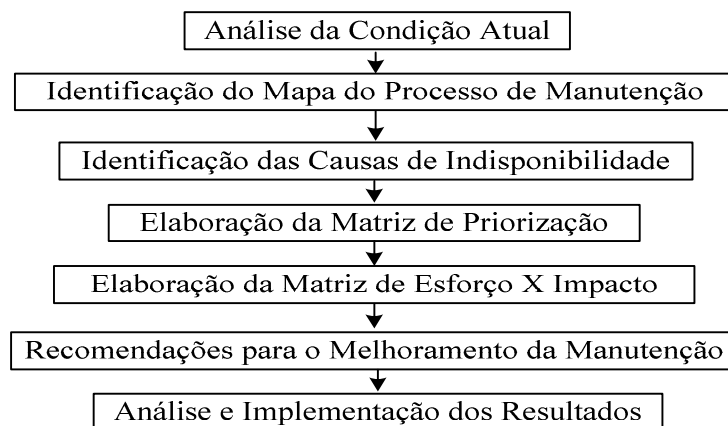


Figura 2. Método para o melhoramento da manutenção

5.1. Análise das Atividades Atuais e Definição da Meta de Disponibilidade

Em relação à manutenção preventiva, esta é basicamente realizada com periodicidades pré-estabelecidas, sendo que a periodicidade depende do tipo de revisão e/ou ações a serem realizadas e do tipo de dispositivo nos quais serão realizadas as manutenções.

As manutenções preditivas são realizadas apenas para os itens nos quais é possível a realização de inspeções por termografia, análises de óleos e análises de vibração. Estas técnicas de monitoramento são aplicadas apenas nos dispositivos considerados críticos para os equipamentos, ou seja, aqueles que podem gerar maiores tempos de paradas e altos custos de manutenção.

As manutenções corretivas são realizadas conforme as necessidades do equipamento, produção e processo.

A meta de indisponibilidade é definida conforme planejamento estratégico, elaborado durante o período anterior (ano anterior) e toma-se por base as necessidades de manutenções identificadas neste período.

Com base nos apontamentos de tempos para execução dos itens de manutenções preventivas, constata-se que os itens que necessitam de maior tempo para execução são três, e que em média cada um deles necessita de doze horas para ser executado. Como a periodicidade dos mesmos é de três meses, isso implica na execução de pelo menos um destes itens no mês, ou seja, necessita-se de doze horas para executar uma manutenção preventiva por mês. Por outro lado, o plano de manutenção preditiva mostra que para atender as necessidades de medição e análise de vibração dos redutores principais é necessário que o equipamento esteja disponível para a manutenção durante duas horas, com frequência quinzenal, ou seja, quatro horas para executar as manutenções preditivas, por mês.

Baseado na análise estatística dos tempos em reparo corretivo sugeriu-se utilizar o valor de trinta e duas horas como o tempo de intervenção ideal para paradas para execução de manutenção corretiva.

Somando-se os tempos para execução de atividades de manutenções preventivas, preditivas e corretivas obteve-se novas metas de disponibilidade dos equipamentos as quais variam entre 92,5% e 93,5%.

5.2. Identificação do Processo de Manutenção

O processo de manutenção que possui maior impacto na disponibilidade do equipamento é a manutenção corretiva e, portanto, é neste processo que a análise de melhoria é concentrada. Em primeiro lugar é elaborado o “Mapa do processo de manutenção corretiva”. Na Fig. (3) apresenta-se o mapa do processo real de execução de manutenções corretivas, mostrando-se a complexidade e as dificuldades de se executar este tipo de atividade de manutenção.

5.3. Identificação de Causas (Diagrama de Ishikawa do processo de manutenção corretiva)

Com o mapa do processo da atividade de manutenção, identifica-se as etapas que impactam no mesmo assim como as fontes de variação. A Fig.(4) apresenta o diagrama de Ishikawa para o estudo da não-conformidade no processo de manutenção corretiva, que é uma representação gráfica de relacionamento entre um efeito (problema ou não-conformidade) e sua causa potencial ou causa-raiz. É bastante utilizado quando se necessita identificar e explorar as causas possíveis de um problema ou fatores que afetam um processo; bem como classificá-los por categorias. (Rodriguez, 2004). No presente estudo tem-se como efeito a ser estudado a indisponibilidade do equipamento associada ao processo de manutenção corretiva, buscando-se a determinação das causas desta indisponibilidade, tomando-se por base o mapa do processo apresentado na Fig. (3). Nesta figura, os valores numéricos X's indicam possíveis causas raízes para a variabilidade no tempo de execução da atividade de manutenção corretiva.

Na presente análise considera-se que o tempo de manutenção corretiva é constituído pela somatória de um conjunto de tempos, os quais expressam o tempo necessário para a comunicação da falha à equipe de manutenção, o tempo de espera pela equipe de manutenção, o tempo de diagnose da falha, o tempo de obtenção dos componentes a serem substituídos, o tempo de execução da atividade de intervenção propriamente dita e o tempo de ensaios de verificação do desempenho da máquina antes desta ser alocada novamente para a atividade de produção.

5.4. Elaboração da matriz de priorização para o processo de manutenção corretiva

Após a elaboração do mapa do processo e com relação causa-efeito para o problema de indisponibilidade do equipamento causado por não-conformidades no processo de manutenção corretiva, analisou-se com mais detalhes as principais causas-raízes desta indisponibilidade.

Nesta análise buscou-se coletar dados que possibilitassem definir o impacto da ocorrência de uma dada causa-raiz sobre a duração do processo de manutenção corretiva. Quanto maior o efeito da ocorrência de uma dada causa-raiz sobre o tempo de manutenção corretiva, aumentando a indisponibilidade do equipamento, maior será o seu impacto, que neste trabalho foi classificado como ALTO ou BAIXO. Para cada uma das causas-raízes listadas na Fig. (4) executou-se a análise de impacto, a qual é apresentada na Tab. (1).

5.5. Matriz de esforço x impacto

Com o auxílio da Matriz de Priorização, onde já se conhece as potenciais fontes de variação no tempo de execução da atividade de manutenção corretiva e portanto na indisponibilidade do equipamento, ou seja, as causas-raízes, e com os impactos estimados associados a estas causas-raízes, se elaborou a Matriz Esforço e Impacto, a fim de avaliar os esforços para levantamento dos dados e para implementação dos planos de ações, para uma possível eliminação dos desvios e variações encontrados, como mostra a Fig. (5).

Por meio desta matriz, definem-se quais serão os itens a serem analisados com maior prioridade, ou seja, apenas os itens que possuem as relações de “BAIXO ESFORÇO X BAIXO IMPACTO” e “BAIXO ESFORÇO X ALTO IMPACTO”. Os itens definidos como “BAIXO ESFORÇO X BAIXO IMPACTO”, normalmente são os que as equipes de manutenção conhecem como críticos, assim a elaboração de planos de mitigação não necessita de muitas análises, sendo baseado no desenvolvimento de plano de ações como “VER E AGIR”. Com esta forma de enfrentar determinados eventos se minimiza e/ou elimina seus efeitos indesejados nos processos, equipamentos e dispositivos em análise.

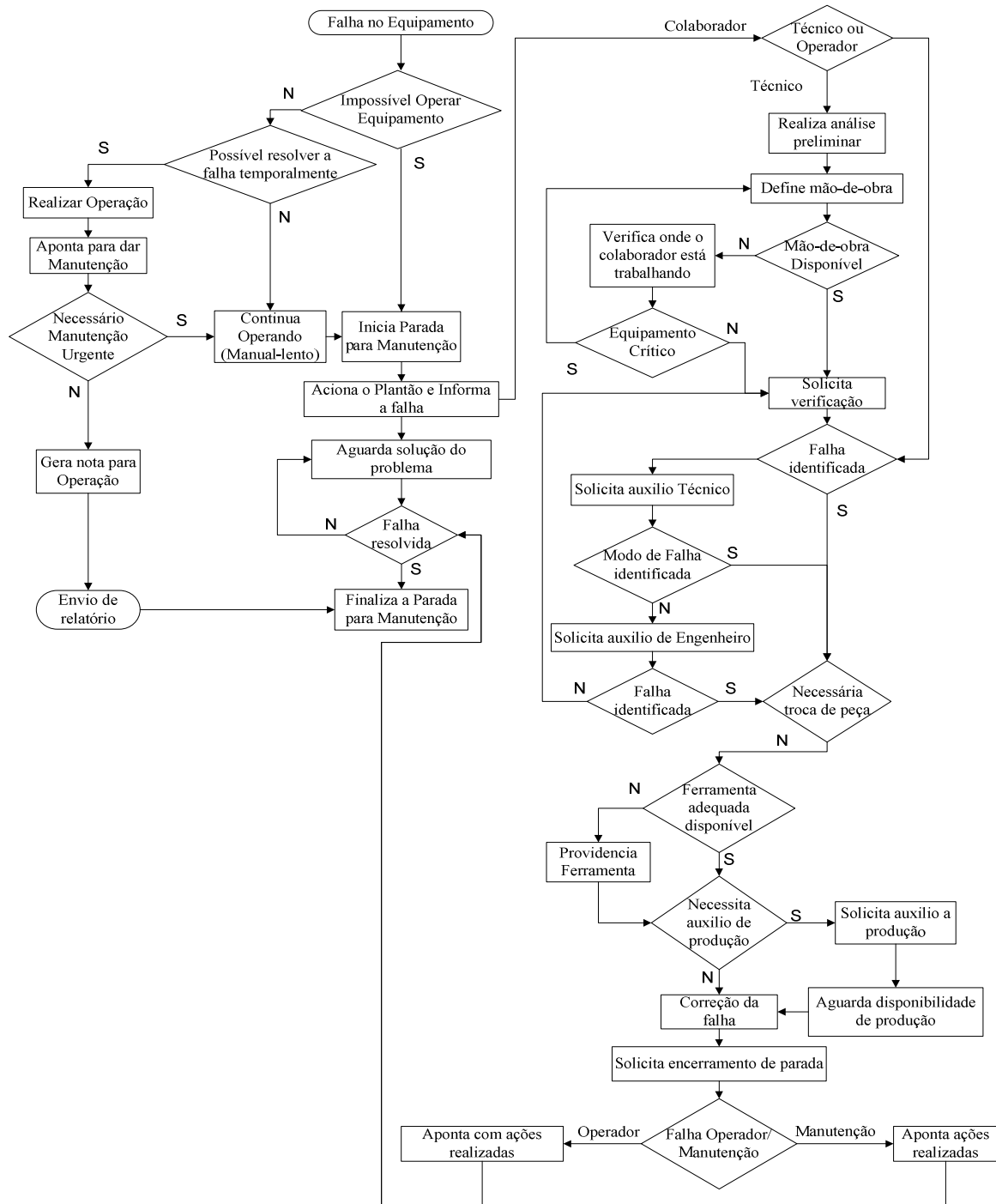


Figura 3. Mapa do processo de manutenção corretiva

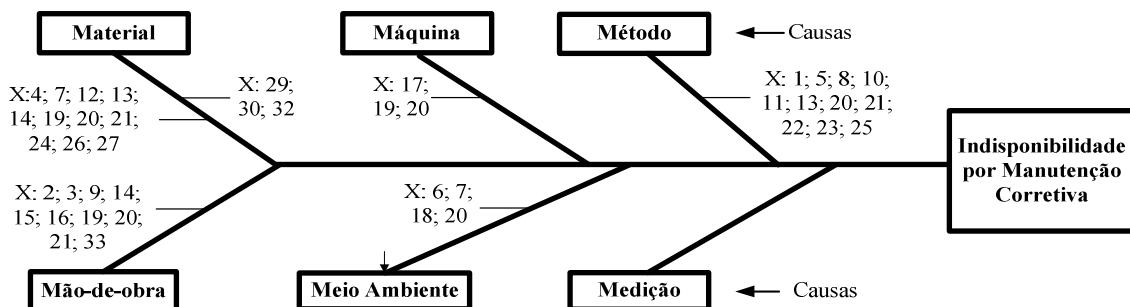


Figura 4. Diagrama de Ishikawa do processo de manutenção corretiva

Tabela 1. Impacto das principais fontes de variações (X's) no processo de manutenção corretiva

Nº	Causa	Classificação do impacto	Nº	Causa	Classificação do impacto
X1	Deficiência no plano de manutenção	Alto	X18	Falta de local adequado	Baixo
X2	Falta de atenção do operador	Alto	X19	Risco de falha do reparo	Baixo
X3	Falta de conhecimento técnico	Alto	X20	Indisponibilidade de oficina	Alto
X4	Falta de recurso	Baixo	X21	Demora a concerto	Baixo
X5	Falta de critérios de medida	Baixo	X22	Demora a envio de material	Baixo
X6	Demora de atendimento	Alto	X23	Demora de liberação	Baixo
X7	Dificuldade de localização	Alto	X24	Dificuldade para localização	Alto
X8	Não há informação de falha	Baixo	X25	Dificuldade para localizar estoques	Alto
X9	Falta de conhecimento	Alto	X26	Falta de peças estratégicas	Alto
X10	Falta de sinalização	Alto	X27	Sem saldo em estoques	Baixo
X11	Demora em solicitar auxílio	Baixo	X28	Falta de permissão	Alto
X12	Sem ferramentas	Alto	X29	Demora em entrega de material	Alto
X13	Dificuldade de acesso as ferramentas	Alto	X30	Entrega em local incorreto	Baixo
X14	Falta de priorização de recursos	Alto	X31	Material não conta no físico.	Baixo
X15	Falta de supervisão	Alto	X32	Falta de senso de urgência de compra	Alto
X16	Falta de comprometimento	Alto	X33	Demora em cadastro	Baixo
X17	Dificuldade de acesso	Baixo	X34	Funcionário não informa as necessidades	Baixo
			X35	Falta de controle das ações	Baixo

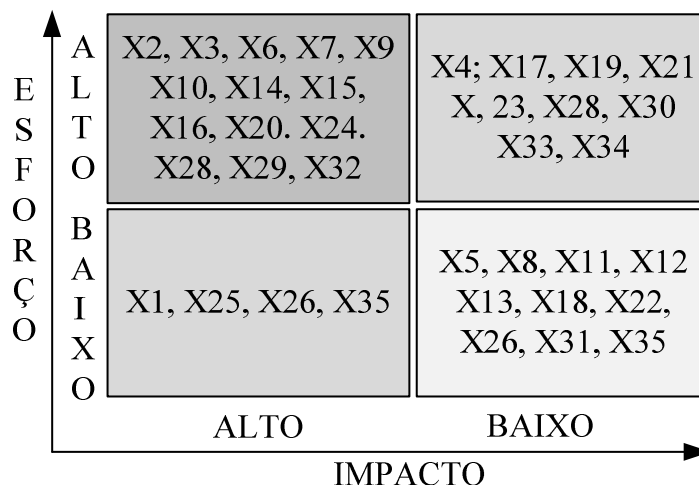


Figura 5. Matriz Esforço x Impacto.

Já os itens “*BAIXO ESFORÇO X ALTO IMPACTO*”, necessitam de análises mais detalhadas, como por exemplo, avaliação dos custos de manutenções, dos tempos para reparos, dos recursos consumidos, envolvendo o levantamento de dados das variáveis que impactam em cada sub-processo apresentado na Fig. (3). Devido a esta maior complexidade, torna-se necessário a definição clara e exata dos tipos de dados a serem analisados e coletados, para que se utilize as ferramentas corretas para as definições dos planos de ações a serem realizados.

Os dados a serem analisados são coletados dos sistemas computacionais disponíveis para armazenamento de dados da operação da empresa, os quais são abastecidos com as informações da utilização dos recursos utilizados para as manutenções, por meio dos colaboradores, técnicos e engenheiros do departamento de manutenção.

6. ANÁLISES

6.1. Baixo esforço x baixo impacto

O plano de ações “VER E AGIR”, para o processo de manutenção corretiva, refere-se ao tratamento das variáveis que não tem grande impacto no processo, não necessitam de grandes esforços para implementação e que podem ser realizados à curto prazo, como mostra a Tab. (2).

Tabela 2. Plano de ações “Ver e Agir”

CAUSA	O QUE FAZER (MEDIDAS)	PORQUE (MOTIVO)	COMO (AÇÕES)
X5 Falta de critério para apontamentos de paradas de manutenção	Alteração dos sistemas de apontamento no SAP (apontamento por L.I. e modificação do catálogo de objetos)	Maximização da utilização do sistema de apontamento de notas/ordens. Melhora no sistema de filtro de ocorrências, para melhores tratativas e ações de manutenção	Realizar carga de dados no sistema SAP, com informações de L.I's e catálogo de objetos, junto à engenharia de área.
	Treinamento do método/sistema de apontamento, conforme alterações a serem realizadas	Maximização da utilização do sistema de apontamento de notas/ordens.	Realizar reuniões de treinamento com as equipes de corretiva
	Analisar apontamentos das notas/ordens, realizados pela equipe de corretiva	Validar o novo método de apontamentos	Realizar análise crítica dos apontamentos, comparando o locais onde ocorrem as falhas com os L.I's apontados, analisar os apontamentos com/sem paradas por manutenção
X8 Operador e/ou colaborador não informa técnico sobre as falhas.	Melhorar método de atendimento, para manutenções corretivas	Melhorar o diagnóstico preliminar das falhas ocorridas e reduzir o tempo de atendimento para manutenção corretiva	Elaborar procedimentos / fluxograma para solicitação de serviços à manutenção corretiva (atentar para tempo máximo para atendimento).
X11 Colaborador demora para solicitar auxílio (técnico/engenheiro)	Treinamento do procedimento/fluxograma para solicitação de serviços à manutenção corretiva	Aplicar novo método de solicitação de serviços para manutenção corretiva	Realizar reuniões de treinamento com as equipes de corretiva e equipes de operação
X12 Colaborador não possui ferramentas	Definir método de controle de ferramentas de uso comum à equipe de área/equipe corretiva	Padronizar controle de ferramentas, reduzir tempo de deslocamento e procurar por ferramentas, reduzir custos com perdas / reposições de ferramentas	Elaborar procedimentos / fluxograma para gestão de ferramentas de uso comum à equipe de corretiva
	Definir método de controle de ferramentas de uso pessoal da equipe de área		Elaborar procedimentos / fluxograma para gestão de ferramentas pessoais da equipe de área
X13 Dificuldade de acesso às ferramentas de uso comum	Treinar/realizar gestão de controle de ferramentas de uso comum à equipe de área	Aplicar novo método de gestão de ferramentas de uso pessoal e/ou comum	Realizar reuniões de treinamentos de ferramentas de uso comum a equipe de área
	Treinar/realizar gestão de controle de ferramentas de uso comum à equipe de corretiva		Realizar reuniões de treinamentos de ferramentas de uso comum a equipe de corretiva
X18 Falta de local adequado (bancada/oficina local)	Definir local para manutenção, próximo aos equipamentos	Reduzir tempo de deslocamentos e procura por ferramentas	Avaliar junto as equipes de manutenção e operação o melhor local disponível para área de manutenção, próximo aos equipamentos
	Definir tipo de materiais a serem alocados na área de manutenção (uso comum/uso pessoal)		Avaliar as ferramentas atuais, identificar necessidades de novas ferramentas e solicitar compra, caso necessário.
X22 Demora para envio de materiais à fornecedores externos	Definir área de segregação para peças a serem enviadas para conserto	Reduzir tempo de envio de materiais para conserto	Avaliar áreas de manutenção e definir melhor local para alocação de peças para envio para conserto externo
	Definir / criar fluxo de verificação de materiais a serem enviados para conserto externo	Melhor o fluxo de serviços de conserto externo	Elaborar fluxograma para verificação de materiais a serem enviados para conserto externo
	Treinar método de identificação de materiais a serem enviados para conserto externo	Padronizar método de identificação e envio de materiais par conserto externo	Realizar reuniões de treinamento com as equipes de manutenção corretiva / área
	Identificar área de segregação, para materiais a serem enviados para conserto externo	Melhor o fluxo de serviços de conserto externo	Demarcar o piso com fita amarela e identificar as prateleiras com etiquetas, conforme padrão 5S.

6.2. Baixo esforço x alto impacto

As análises estatísticas são realizadas a fim de identificar os itens que possuem maiores correlações com o tempo de execução do processo de manutenção corretiva e com isso fornecer informações para priorização dos pontos a serem desenvolvidos em futuras análises do tipo FMEA (Análise dos Efeitos e Modos de Falhas) e FTA (Análise da Árvore de Falhas), próxima etapa no processo de melhoramento da manutenção dos laminadores.

A matriz de seleção de ferramentas estatísticas apresenta quais são os métodos mais indicados para realização de análises estatísticas de correlação, baseadas nos tipos de dados a serem analisados. Na Fig. (6) apresenta-se a matriz de seleção de ferramentas estatísticas.

Y (Variável de resposta) Tratado como:	Contínuo	Diagrama de Dispersão Regressão Simples	Box Plot Teste de Hipótese Anova Mood's Median Test
	Discreto (Atributo)	Regressão Logística	Pareto Tabela Análise de Contingência Chi Quadrado: Independência
		Contínuo	Discreto

Figura 6. Matriz de seleção de Ferramentas Estatísticas

Como pode-se observar na Tab. (3), após aplicação dos métodos de análises estatísticas de correlação entra a saída do processo em análise, ou seja, atraso na execução da atividade de manutenção corretiva, e as entradas que o impactam e considerando os baixos valores de R-Sq (adj) e os valores P-Value > 0, certifica-se que os itens analisados não possuem correlações diretas com a saída do processo analisado ou seja, não impactam diretamente as variações no tempo de execução da manutenção corretiva. O processo é impactado por vários outros itens que não foram identificados nos dados coletados e, portanto torna-se necessário a elaboração da Análise por Árvore de Falhas (FTA) e Análise dos Efeitos dos Modos de Falhas (FMEA) e em seguida a elaboração de planos de ações, a fim de minimizar ou eliminar as deficiências dos itens analisados.

6.3. Resultados

Os resultados atuais, apresentados por meio da Fig. (7) foram coletados durante as análises e execução dos planos de ações sugeridas e aplicadas, entretanto as análises estatísticas e a elaboração dos FMEA's e FTA's dos itens de "ALTO IMPACTO X BAIXO ESFORÇO" ainda estão em fase de elaboração, o que nos proporciona o resultado parcial do projeto proposto.

Como pode-se observar, as ações realizadas já apresentaram resultados significativos, tais como a evolução profissional das pessoas envolvidas no projeto, redução na indisponibilidade do equipamento, confiabilidade dos dados e informações apontadas nas notas e ordens de manutenção, redução dos custos de manutenção no equipamento, aumento na confiabilidade dos dispositivos que compõem o equipamento, redução dos tempos despendidos em manutenções e melhores controles dos processos de manutenções.

Com o auxílio do departamento de contabilidade, após a conclusão do projeto, serão contabilizados e indicados os possíveis ganhos financeiros obtidos por meio das ações realizadas neste trabalho.

7. CONCLUSÃO

Os níveis de competitividade na busca de resultados representam a realidade atual do mercado mundial e geram, em decorrência para as empresas, uma busca incessante de inovações criativas em todas as direções. As mudanças que se observam nos panoramas políticos, social e econômico são vetores representativos dessas necessidades. O comportamento dos consumidores diante de novos padrões de preço e qualidade de produtos e serviços, também aponta na direção de uma empresa mais integrada e flexível. Nestas condições, o desempenho das organizações passa a não

dependem não somente de resultados individuais e evoluem para um conceito mais abrangente de gerenciamento de processos.

Tabela 3. Correlação saída x entradas do processo.

Descrição		Correlação	
		Manutenção Corretiva	
		R-Sq (adj)	P-Value
X1	Inspeção de Manutenção	0.00%	0.417
	Manutenção Preditiva	0.00%	0.762
	Manutenção Preventiva	0.00%	0.676
X25	MTTR c/utilização de materiais	58.60%	0.000
	MTTR s/utilização de materiais	32.00%	0.000
X35	Med. Espessura - Entrada	48.20%	0.076
	Drive Desbobinadeira - Entrada	37.20%	0.117
	Med. Espessura - Saída	17.70%	0.223
	Carro Bobinas - Entrada	14.00%	0.249
	Mesa Guia - Saída	12.60%	0.260
	Formador Espiras - Saída	10.10%	0.280
	Sistema de Névoa - Aux	3.70%	0.336
	Calibração Pass Line - Gaiola	1.90%	0.354
	Drive Bobinadeira - Entrada	0.00%	0.440
	Carro Espulas - Saída	0.00%	0.510
	Carro Bobinas - Saída	0.00%	0.594
	Centralização Desbobinadeira - Entrada	0.00%	0.656
	Conveyor	0.00%	0.685
	Carro Espulas - Entrada	0.00%	0.769
	Drive - Gaiola	0.00%	0.937
Carro troca Cilindro - Aux	0.00%	0.961	

I-MR Chart of INDISPONIBILIDADE by PERÍODO

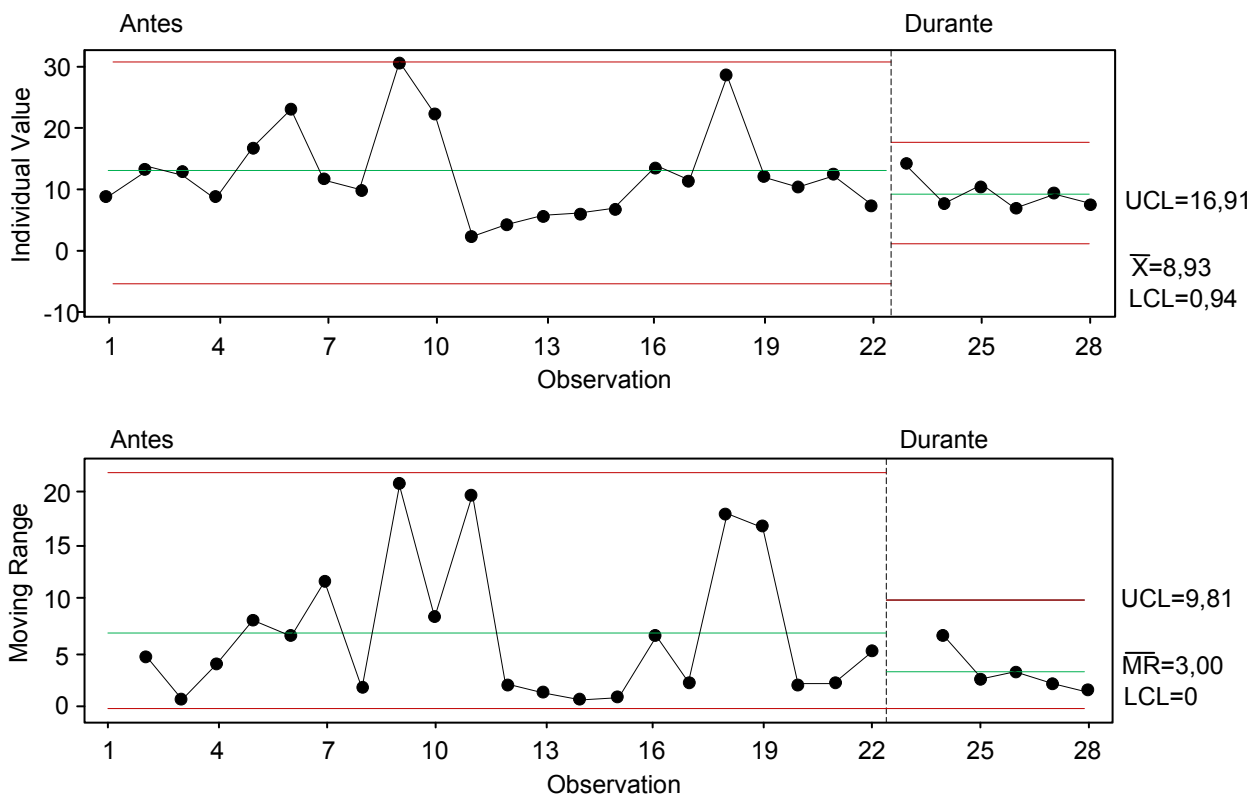


Figura 7. Resultados obtidos.

Nesse contexto, o desempenho final da empresa deve ser avaliado no sentido de tornar possível a percepção das melhorias isoladas contribuindo para a melhoria do todo. Assim, toda a geração de trabalho deve ser avaliada em função de sua necessidade maior de servir ao cliente. Satisfazer às necessidades dos clientes e ser muito melhor que os concorrentes devem ser as principais prioridades de qualquer empresa bem sucedida.

A estratégia da função manutenção está definida pelo bom desempenho do processo produtivo da empresa que, por sua vez, depende da prontidão funcional de seus equipamentos. Quebras e/ou falhas de equipamentos e processos geram perdas, riscos de acidentes e danos ao meio ambiente além de impactarem fortemente nos custos da organização e por isso não é desejável que cada função, manutenção e operação, sejam consideradas de formas isoladas.

Finalmente como contribuições, pode-se afirmar que, a elaboração e execução do trabalho proporcionaram à empresa e aos profissionais envolvidos neste, diferenciados ganhos e contribuições, os quais muitos não são possíveis mensurar, tais como a evolução profissional, o respeito e orgulho dos profissionais envolvidos, o aprendizado na utilização de ferramentas de gestão e controle de processos, o conhecimento dos diversos processos da empresa, entre outros. Proporcionaram também, melhorias nos processos atuais os quais impactam diretamente na qualidade, custos, flexibilidade e eficiência da empresa e como consequência uma melhor competitividade perante seus concorrentes e um melhor posicionamento perante seus clientes.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rausand, M. 1998. "Reliability Centered Maintenance" Reliability Engineering and System Safety, pp121-132.
Moubray, J. 1999. "Reliability-Centred Maintenance" Butterworth-Heinemann, New York, 440P.
Carazas F. G. and Souza G. F. M. 2008. "RCM Application for Availability Improvement" IEEE Latin America Transactions, Vol. 6, NO. 5.
Rodríguez C. E. 2004. "Confiabilidade aplicada ao processo de manufatura de sistemas mecânicos". 2004. 156 p. – dissertação de mestrado apresentada à Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
Vaz, A. 2009. "Aplicação das ferramentas de gestão de manutenção baseadas em RCM" Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do certificado de especialista em Eng. E Gestão de Operações de Manufatura e Manutenção.

9. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

APPLICATION OF THE TOOLS OF MANAGEMENT OF MAINTENANCE BASED IN RCM

André Portugal Vaz, anderpvaz@ibest.com.br¹
Fernando Jesus Guevara Carazas, fernando.carazas@poli.usp.br²
Gilberto Francisco Martha de Souza, gfmsouza@usp.br²

¹ Programa de Educação de Continuada da EPUSP, PECE, Brasil

² Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil

Abstract. *The study of the processes and equipment performance associated with a given manufacturing plant has been an object of interest of many organizations. The study must be based on production process management and maintenance performance improvement aiming at the reduction of operation and maintenance costs, increasing industry competitiveness. Aiming at increasing the production performance, with the same manufacturing resources, the maintenance activity takes a strategic importance in order to reduce the manufacturing equipment unavailability. The maintenance engineering must employ advanced analysis techniques aiming at understanding the critical failure modes of the pieces of equipment and defining maintenance policies that not only increase equipment availability and operational safety but also reduce maintenance costs. The present study uses the Reliability Centered Maintenance concepts to reduce problems associated with an aluminum roller used in sheet cold rolling operations. The maintenance planning is reviewed in order to reduce equipment unavailability.*

Keywords: RCM, maintenance, unavailability, reliability.