

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA  
MBA EM GESTÃO DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO**

**LEANDRO BALCONI CREASSO**

**PLANOS DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS:  
UM NOVO MODELO DE ROTEIRO E INFRAESTRUTURA PARA EXECUÇÃO  
DAS ATIVIDADES**

**São Leopoldo**

**2016**

Leandro Balconi Creasso

PLANO DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS:  
um novo modelo de roteiro e infraestrutura para execução das atividades

Artigo apresentado como requisito final para obtenção do título de Especialista em Gestão em Manutenção, pelo Curso de Especialização em Gestão da Engenharia de Manutenção na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Ms. Sidnei Lopes

São Leopoldo

2016

PLANO DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS:  
um novo modelo de roteiro e infraestrutura para execução das atividades

\*Leandro Creasso\*; Sidnei Lopes Dias\*\*

\*Acadêmico da Especialização em Gestão da Engenharia de Manutenção, UNISINOS; Bacharel em Informática e Sistemas de Informação, UNIJUI; Técnico em Eletromecânica, UFSM; Email: leandrocreasso@yahoo.com.br.

\*\*Sidnei Lopes Dias – Ms. em Engenharia de Meio Ambiente, ULBRA; Especialista em Gestão da Qualidade, UNISINOS; Bacharel em Administração de Empresas, UNISINOS. E-mail: sidnei@genesirs.com.br.

Resumo: Nota-se atualmente nas corporações a necessidade de otimização de recursos, redução de custos, agilidade na entrega e confiabilidade em seus processos. Em função destes fatores, a gestão de manutenção surge como uma ferramenta estratégica e que tem se tornado objeto de discussão e alinhamento nas empresas. Nessa busca pelo aumento de disponibilidade, uma das possibilidades é tornar os processos mais robustos, aumentando a confiabilidade e reduzindo tempos de equipamento parado. Pensando nesse contexto de alta competitividade, este artigo tem como objetivo mostrar uma nova forma de implementar as manutenções planejadas, baseado em descrições mais detalhadas, instruções de trabalho com apelo visual, listas de peças com localizações bem definidas e treinamento de executores (técnicos). Efetuando-se manutenções planejadas com a nova proposta, ou seja, mais ricas em detalhes, pretende-se melhorar os indicadores da manutenção, tendo como principais vantagens o aumento da confiabilidade dos equipamentos e uma equipe de manutenção mais preparada tecnicamente e mais confiante.

Palavras-chave: Redução de custo. Otimização de Recursos. Entrega. Confiabilidade.

## 1 INTRODUÇÃO

Constantemente ouve-se nos meios de comunicação, notícias sobre sucesso ou fracasso de empresas de diferentes segmentos. Essa diferenciação, geralmente está associada a sua competitividade, flexibilidade em moldar-se a diferentes cenários econômicos e sociais, inovação de produtos e, principalmente valor agregado.

Existe entre as empresas competitivas um alto investimento nos sistemas de produção com melhorias intensas em seus processos produtivos, porém poucas têm a visão de garantir o perfeito funcionamento de seus equipamentos através de um sistema de manutenção eficaz. Assim, podem-se listar inúmeras companhias que ainda possuem o conceito de que a área da manutenção é um departamento que só agrega despesas. Isso depende muito do que se espera da confiabilidade dos processos e equipamentos. Se a companhia tem prazos de entrega mais longos, há tempo hábil para consertos corretivos e posterior entrega do produto.

Por outro lado, se a companhia tem altos níveis de produção, com alta qualidade e tempos pré-determinados, a manutenção dos equipamentos torna-se algo indispensável e não pode ser menosprezada. Com a concorrência cada vez mais acirrada, onde todos procuram aumentar a sua fatia de mercado a qualquer custo, deixar os equipamentos falharem certamente não é uma boa opção.

Considerando um cenário de alta competitividade, onde a batalha pelo aumento de mercado é uma prática diária, quem conseguir entregar uma quantidade maior, com mais qualidade e menor custo, terá certamente uma grande vantagem competitiva. Nesse contexto, surge o seguinte questionamento: Qual o impacto que uma nova metodologia de realização da manutenção planejada pode trazer no resultado da manutenção?

Este artigo tem como objetivo geral, mostrar uma nova forma de realizar as manutenções planejadas, baseado em descrições mais detalhadas, instruções de trabalho com apelo visual, listas de peças com localizações bem definidas e treinamento de executores (técnicos).

Procurando colaborar para a solução dessa situação problema, foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Facilitar a execução das atividades de manutenção planejadas, reduzindo o retrabalho;
- ✓ Agilizar a localização das peças sobressalentes, tornando a entrega da máquina mais rápida e reduzindo custos;
- ✓ Esclarecer às dúvidas em execução de planejadas, através de treinamentos de entrega de preventivas.

Para o desenvolvimento desses objetivos foi realizado um estudo de caso em uma empresa fabricante de maquinários agrícolas, cujo nome e localização não serão divulgados. A mesma está localizada no estado do Rio Grande do Sul. Foi aplicada uma pesquisa de satisfação junto à equipe de manutenção industrial para verificar a eficácia das propostas.

Realizando-se manutenções planejadas com a nova proposta, pretende-se ainda melhorar os indicadores da manutenção, tendo como principais vantagens:

- Aumentar a confiabilidade dos equipamentos;
- Tornar a equipe de manutenção mais preparada tecnicamente e mais confiante;
- Manter os custos sob controle, reduzindo-os;
- Reduzir o tempo de realização das atividades.

Este artigo apresenta a revisão bibliográfica, metodologia de pesquisa, estudo de caso e questionário de satisfação, análise dos dados e conclusão.

## **2 REFERENCIAL TEORICO**

### **2.1 Manutenção Industrial**

Conforme citado anteriormente, a manutenção vem se tornando algo primordial nas empresas, deixando de ser uma função secundária para assumir um papel de função estratégica.

Kardec e Xavier (2001) salientam que a missão da manutenção é garantir o bom funcionamento de todos os equipamentos e serviços necessários para a

entrega de um determinado componente, levando em consideração itens como segurança, custo, confiabilidade e meio ambiente.

Xenos (1998) afirma que manutenção tem uma forte relação com os setores produtivos, influenciando principalmente a qualidade e produtividade. Assim, ela desempenha um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios.

No próximo tópico são apresentados os tipos de manutenção e uma breve definição de cada uma.

## **2.2 Tipos de Manutenção**

As manutenções mais utilizadas e conhecidas são as corretivas, preventivas, e preditivas.

### **2.2.1 Manutenção Corretiva**

A manutenção corretiva normalmente é a mais conhecida e praticada, nesse caso, a intervenção é realizada quando o equipamento já se encontra em estado de falha ou avariado.

Segundo Kardec e Xavier (2001), a manutenção corretiva é o reparo que é realizado de forma emergencial em um equipamento para que o mesmo volte imediatamente à sua condição normal.

Uma falha ou um defeito, pode não parar o equipamento, mas certamente trará algum tipo de prejuízo ao seu perfeito funcionamento. Segundo Filho (1996, p.9):

Falha é a perda da capacidade de um item, instalação, máquina ou sistema produtivo de realizar sua função específica. Um defeito não torna a máquina indisponível, mas se não reparado ou se não corrigido levará a máquina ou item à falha e à consequente indisponibilidade.

Kardec e Xavier (2001) acrescentam que a Manutenção Corretiva pode ser dividida em duas classes:

- Manutenção Corretiva Não Planejada.
- Manutenção Corretiva Planejada.

Na manutenção corretiva não planejada espera-se o equipamento falhar completamente para atuação. A manutenção atua depois da falha. Exemplo: quebra das pás de uma ventoinha de uma bomba, depois de ter ficado tempo em atrito com a proteção.

Na manutenção planejada, percebe-se a redução de desempenho e atua-se. Exemplo: ouve-se o ruído das pás na proteção e imediatamente atua-se.

### 2.2.2 Manutenção Preventiva

Normalmente a manutenção preventiva é também conhecida como manutenção planejada, ou seja, as intervenções nos equipamentos são realizadas de forma sistematizada, obedecendo algum critério de periodicidade.

Segundo Kardec e Xavier (2001), a manutenção preventiva é a execução de atividades de forma prévia, a fim de evitar que o equipamento tenha uma falha ou defeito, sendo realizada com intervalos de tempos definidos.

Neste tipo de manutenção devem-se prever itens que podem falhar, inspecionando-os e verificando-os antes da quebra. Aqui entram vários critérios de seleção de criticidade de equipamentos, conforme sua utilização na produção, qualidade, segurança, meio ambiente e custos, que não serão abordados neste artigo.

### 2.2.3 Manutenção Preditiva

Kardec e Xavier (2001) afirmam que manutenção preditiva é baseada na condição do equipamento, ou seja, quanto mais parâmetros originais de condição e desempenho são modificados, mais intervenções devem ser realizadas.

Nesta manutenção, realizam-se medições que ajudam a entender se o equipamento ainda está em seu pleno desempenho ou se já está tendendo a uma curva de falha. Exemplo: medição da corrente nominal do motor. Quando a mesma começa a se aproximar da corrente máxima de placa, algo está errado com o motor ou com o sistema e deve-se intervir.

Considerando que uma manutenção eficaz e rápida é necessária, um elemento importantíssimo são as peças sobressalentes. Às vezes o diagnóstico da falha é rápido, porém a empresa não possui a peça, fazendo assim com o que o

tempo da intervenção seja maior. A seguir são apresentadas algumas considerações sobre peças de reposição sobressalentes.

### 2.3 Peças de Reposição Sobressalentes

As peças de reposição para os equipamentos da planta são fundamentais para um atendimento rápido no momento da falha. A localização das peças de reposição é primordial no dia-a-dia. Peças armazenadas em diferentes locais dificultam o controle, aumentando o tempo de procura o custo em inventário.

Manter o mínimo de peças de reposição necessárias é um bom indicativo de redução de custo e organização em uma companhia.

Segundo Ohno (1997, p.26): “Não há desperdício mais terrível em uma empresa do que a superprodução.”. O autor também salienta que os funcionários sentem-se mais seguros quando a empresa possui uma quantidade considerável de estoque.

Segundo Liker e Maier (2007), a Toyota sempre está buscando o *just-in-time*<sup>1</sup> para os melhores resultados de desempenho. Incluem-se neste cenário, controles específicos, fluxos e localizações de peças.

É indicado ter armários ou almoxarifados bem organizados e centralizados próximos às máquinas. Imagine que há uma máquina parada e precisa-se de um motor elétrico reserva que apenas um funcionário sabe onde armazenou, e justamente hoje ele não está na planta. O tempo que será necessário para localização do mesmo e custo de produção parada é muito elevado. É essencial a utilização de sistemas visuais, como imagens das peças na planilha de controle ou nas KLT (caixas de armazenamento) ou caixas onde estão armazenadas.

Segundo Liker e Maier (2007), nas fábricas da Toyota há sinais e etiquetas por toda a parte. Por quê? Porque todas as pessoas entendem linguagem visual e isto facilita seu entendimento.

Na planta não é diferente, se é necessário procurar uma solenoide 24Vcc em um grande almoxarifado, e a sessão de solenoides possui pelo menos 30 caixas KLTs diferentes com diferentes categorias de solenoides, sendo que todas elas estão em suas embalagens originais, isto acaba tomando muito tempo do executante. Uma boa forma de melhorar a localização é remover as embalagens das

---

<sup>1</sup> Item necessário à produção no momento necessário.

peças para que visualmente seja mais fácil de localizar, e protege-las com sacos plásticos transparentes. Item que será mostrado no estudo de caso.

## 2.4 Gestão visual

A gestão a vista ou gestão visual é uma ferramenta que tem sido muito usada para facilitar a execução de atividades, mostrando visualmente o que deve ser realizado, assim reduzindo gastos desnecessários e retrabalhos.

Narusawa e Shook (2009) salientam que gestão a vista são todas as ferramentas que podem ser usadas para identificar processos, equipamentos, atividades, entre outros, e que qualquer pessoa envolvida possa identificar facilmente.

Vários itens podem ser usados para tornar o processo mais visual e prático de ser realizado. Por exemplo, a inspeção da condição de um *O-ring*<sup>2</sup> a ser inspecionado, se descrito em palavras em uma ordem de manutenção, pode ocorrer erro de interpretação e não ser trocado quando necessário. Incorporando-se imagens de *O-rings* em bom e mau estado (passa-não-passa), fica mais fácil e compreensível para o executante realizar a atividade com sucesso. Testar estes procedimentos junto ao equipamento pode detectar erros não vistos quando em desenvolvimento.

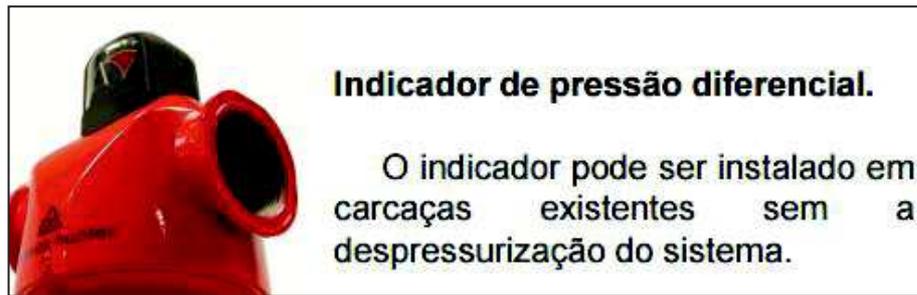
Abaixo alguns exemplos que podem auxiliar na execução das atividades de manutenção, baseados em gestão visual:

- Instalação de sistemas visuais que indicam a saturação de filtros, por exemplo, conforme a figura 1 onde o ponteiro no vermelho indica o momento da troca.

---

<sup>2</sup> Um O-Ring é um objeto toroidal, geralmente feito de elastômero, embora alguns materiais tais como plástico e metais sejam algumas vezes utilizados.

Figura 1 - Filtro Domnick Hunter/Parker, com indicador de saturação do elemento filtrante



Fonte: Parker Domnick Hunter (2011). Acesso em: 6 ago. 2016.

- Instalação de indicadores de níveis de fluidos com marcações de mínimo e máximo, conforme a figura 2.

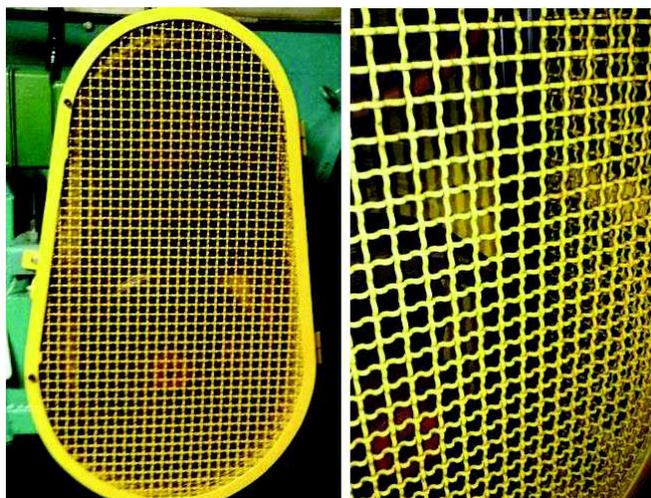
Figura 2 - Indicadores de níveis mínimo e máximo



Fonte: Sei Eletric (2016). Acesso em: 31 jul. 2016.

Uma proteção de correias feita com chapas, não permite a visualização caso alguma das correias venha a romper ou não estiver tensionada. Substituir a mesma por grades, facilita a visualização, como mostra a figura 03.

Figura 3 - Proteção de polias melhorada



Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

No referencial teórico foram abordados os principais tópicos trabalhados no estudo de caso, no próximo capítulo é apresentada a metodologia de realização desse trabalho.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia aplicada neste artigo foi fundamentada no referencial teórico estudado, através de pesquisas bibliográficas, no conhecimento adquirido em “chão de fábrica” e baseado nas observações realizadas pela equipe de manutenção nas ordens de manutenção.

Na primeira parte deste artigo foi realizado o embasamento teórico, pesquisa bibliográfica, através de autores conceituados em engenharia de manutenção, sistemas visuais e sistema Toyota de produção, conforme mencionados no corpo do artigo. Segundo Prodanov e Freitas (2013), são inúmeras as fontes de dados chamadas fontes secundárias (registros, livros, jornais, etc.), que servem de apoio para confirmar determinado estudo, e geralmente estão dispostos em bibliotecas.

Na segunda parte deste trabalho, foram realizados dois estudos de caso, sendo um a implantação de melhorias nas manutenções planejadas, e outro, a utilização de um carrinho de manutenção (observação participante). Lakatos e Marconi (2003) mencionam que observação participante consiste na participação real de um pesquisador em uma comunidade ou grupo, que se torna parte dele, estudando e participando das atividades. Prodanov e Freitas (2013), comentam que

estudo de caso é um estudo profundo e exaustivo classificado como Aplicado, que busca a aplicação prática do que se está estudando.

Também foi realizada uma pesquisa no intuito de buscar informações sobre o novo método de manutenção preventiva, implantado junto aos técnicos de manutenção.

Prodanov e Freitas (2013) mencionam que a pesquisa de campo é utilizada para coletas de dados a fim de obter informações, comprovar algo ou no intuito de procurar respostas para um problema.

## **4 ESTUDO DE CASO**

### **4.1 Proposta 1: Implantação de melhorias nas manutenções planejadas**

O estudo de caso a seguir mostra a forma de desenvolvimento das manutenções planejadas pela Engenharia de Manutenção em uma companhia multinacional, o modelo tem sido aplicado em toda a planta.

#### **4.1.1 Descrição da situação anterior**

As descrições das manutenções planejadas nas ordens de manutenção foram criadas há mais de cinco anos, desde então, não foram mais revisadas, sendo na maioria das vezes, inspeções breves dos equipamentos. Hoje ocorrem muitas paradas ou falhas de equipamentos, pois a manutenção preventiva não contempla todas as necessidades; as máquinas foram alteradas ou a frequência de manutenção não é mais adequada.

#### **4.1.2 Apresentação da situação atual/proposta**

A proposta atual é elaborar manutenções planejadas com descrições mais detalhadas, incorporando gestão visual (procedimentos), lista de peças de reposição e treinamento de técnicos.

As manutenções preditivas e preventivas serão o foco deste artigo, sendo chamadas simplesmente de manutenção planejada para melhor entendimento.

Sempre que se recebe um equipamento novo depara-se com dúvidas a respeito de sua operação e principalmente sua manutenção. São poucos os

equipamentos que acompanham manuais detalhados de peças, indicação de manutenções preventivas e treinamentos. Nestes casos, a relação de peças de reposição e as orientações das manutenções preventivas a serem executadas são muito básicas. Cabe à manutenção ou engenharia de manutenção usar ferramentas para o desmembramento das manutenções preventivas e compra de peças de reposição.

Xavier e Kardec (2003) explicam que a engenharia de manutenção é considerada um grupo de atividades que venha a melhorar a confiabilidade dos equipamentos e garanta a disponibilidade dos mesmos.

Geralmente cada planta tem adotado uma forma de sequenciar o processo de elaboração de manutenções preventivas. Foi adotada a sequência abaixo, utilizada na planta em análise:

- Estudo do equipamento para compreender seu funcionamento;
- Manutenção planejada indicada pelo manual (caso exista);
- Material disposto em internet, site de fornecedores, etc.;
- Elaboração de lista de peças;
- Esboço da manutenção planejada;
- Análise do equipamento e revisão da manutenção planejada com técnicos de manutenção mais experientes;
- Troca de informações com outras unidade ou empresas (se necessário);
- Revisão do plano;
- Treinamento da equipe.

Não serão aprofundados todos os itens, dando ênfase à criação da manutenção preventiva baseada em gestão visual e desenvolvimento de procedimentos (instruções de trabalho e peças de reposição). A seguir, cada item é descrito resumidamente.

**Estudo do equipamento para compreender seu funcionamento:** neste item o desenvolvedor da manutenção planejada e o desenvolvedor do equipamento precisam entender todos os passos de funcionamento da máquina.

**Manutenção planejada indicada pelo manual (caso exista):** geralmente é indicado realizar inspeções básicas e lubrificação. Na maioria das vezes, a forma de

realizar manutenções mais pesadas ou complexas no equipamento é aprendida no dia-a-dia ou em manutenções corretivas.

**Material disposto em internet, site de fornecedores, etc.:** vários fornecedores disponibilizam manuais e materiais na internet que podem ser acessados facilmente, facilitando muito a criação do plano preventivo. Um exemplo excelente são os fabricantes de motoredutores conceituados no mercado, que além de indicarem todas as manutenções preventivas, disponibilizam manuais com orientações de instalação, lubrificações, regulagens e pequenos reparos.

**Elaboração da lista de peças:** este é outro item que poucos fabricantes disponibilizam. Neste caso, resta a elaboração de uma lista com as peças visíveis e o acompanhamento de manutenções corretivas para levantamento das demais. Isto custa caro devido ao tempo necessário e pode-se deixar o equipamento parado além do necessário.

**Esboço da manutenção planejada:** a experiência do desenvolvedor da manutenção planejada, assim como de um executante experiente, é fundamental quando a máquina necessita de manutenções. Um plano bem elaborado, detalhado e que evite dúvidas, economiza muito tempo para uma companhia.

**Análise do equipamento e revisão da manutenção preventiva com técnicos de manutenção mais experientes:** este item complementa o item anterior, sendo que manuais e fornecedores não podem prever as inúmeras variáveis contidas em um processo ou equipamento. As experiências e diferentes pontos de vista auxiliam muito no desenvolvimento de uma manutenção planejada, encurtando caminhos, facilitando a execução da mesma e reduzindo o retrabalho de ter de reescrevê-las.

**Troca de informações com outras unidades ou empresas (se necessário):** se o compartilhamento de conhecimento interno em uma empresa já melhora muito a manutenção dos equipamentos, compartilhar isto com outras empresas pode ajudar ainda mais. O tempo que uma empresa leva para desenvolver um processo pode ser diminuído até pela metade se compartilhamento de informações de quebras, falhas, preventivas, peças de reposição, fornecedores, melhores práticas, etc.

**Revisão do plano:** a revisão do plano de manutenção inúmeras vezes, em frente ao equipamento, pode eliminar algumas inconsistências, como uma lubrificação em demasia ou falta dela, itens faltantes na manutenção planejada,

como difícil acesso a locais necessários, orientações sobre segurança do executor, entre outros.

**Treinamento da equipe:** Independentemente da experiência, uma equipe que tem treinamento sobre a manutenção planejada que deve executar, é mais confiante e pode sanar as dúvidas antes mesmo de começar a atuar no equipamento. Este passo também serve como uma última revisão do plano de preventiva.

O maior foco desse artigo é apresentar uma forma de desenvolver as manutenções planejadas de máquinas, tornando-as mais fáceis de serem entendidas e executadas; mostrar a implantação de um carrinho com peças de reposição com controle visual, e por fim, mostrar através de uma pesquisa, se as manutenções preventivas mais elaboradas têm facilitado à execução das mesmas.

## 4.2 Desenvolvimento de Manutenções Planejadas

Este item descreve uma análise de um plano de manutenção preventiva evidenciando as dificuldades para sua interpretação e posterior realização.

Figura 4 – Exemplo de plano de manutenção antigo

<p><b>Plano de manutenção preventiva mensal da mesa elevatória hidráulica</b></p> <p>a) Inspecione a ventoinha da bomba.</p> <p>b) Verifique o eixo da articulação.</p>
---

Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016

**Análise:** Fica claro o que deve ser realizado nos dois itens descritos? Deve-se inspecionar o que exatamente?

No item “a)” deve-se verificar se está quebrada? Se estiver, o que fazer? Onde encontrar outra? Qual seu código? Verificar se está suja? Com folga em relação ao eixo?

No item “b)” deve-se averiguar se está quebrado? Sem lubrificação? Deve-se desmontá-lo ou não? Deve-se calçar a máquina antes de remover?

Se o executor deveria realizar estes itens sem treinamento, descrito desta forma, a probabilidade de entrega de uma manutenção preventiva bem executada e que realmente surtiria efeito, não é alta. Perde-se tempo e dinheiro.

Além disso, abre-se precedente para a manutenção preventiva ser executada de qualquer maneira, além da percepção do manutentor. A ordem de serviço provavelmente retornará ao planejamento, que precisará reavaliar a mesma, buscar informações adicionais e reprogramá-la.

E se as descrições forem mais completas e com instruções mais claras? Supondo-se uma manutenção preventiva mais elaborada como o exemplo a seguir?

Figura 5 – Exemplo de plano de manutenção sugerido

**Novo plano de manutenção preventiva mensal da mesa elevatória hidráulica**

Fora da produção (com equipamento bloqueado – *logout & tagout*):

1. Ventoinha e aletas do motor da unidade hidráulica (Motor 2W3):

1.1. Inspeção o estado de conservação da ventoinha (procure por partes quebradas, sinais de ressecamento ou desgaste na furação central que acopla no eixo (que permita que a ventoinha fique solta). Trocar em qualquer uma destas situações. Local: Deposito 01 – IM23454<sup>1</sup>- Ventoinha motor, cód. 3433, WEG.

1.2. Inspeção a sujidade na ventoinha e aletas do motor. Se necessário, realize a limpeza com pincéis e panos úmidos.

2. Eixo de articulação da mesa elevadora:

2.1. Inspeção se há desgastes visíveis no eixo da articulação da mesa, realize os seguintes testes:

2.2. Eleve toda a mesa, trave a mesma com os calços mecânicos e inspeção se há sinais de limalha na estrutura;

2.3. Baixe toda a mesa e inspeção se um lado abaixa mais que o outro (desnível aceitável é de 3mm com o piso, acima disto, remova os eixos e inspeção o desgaste. Se o desgaste no eixo for maior que 1mm, realizar a troca do eixo. O diâmetro original é de 25,7mm. (Eixo IM22111).

Local: Depósito 01 prateleira 02, coluna 03.

<sup>1</sup>Código para material interno que é armazenado em um almoxarifado com reposição automática.

Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

**Análise:** Mesmo acrescentando todas essas informações que não existiam no plano anterior, a manutenção planejada de máquinas poderia ser ainda melhor, adicionando-se instruções de trabalho que facilitem a identificação do que deve ser realizado.

Como por exemplo, no item 1.2:

1.2. Inspeção a sujidade das aletas do motor conforme procedimento 01 (fixado na máquina). Se necessário, realize a limpeza com pincéis e panos umedecidos com água.

- Aletas do motor limpas, sem necessidade de limpeza:

Figura 6 - Motor limpo



Fonte: MF Rural, 2016. Acesso em: 06 ago. 2016.

- Aletas com necessidade de limpeza (depósito de sujeira):

Figura 7 - Motor sujo



Fonte: MF Rural, 2016. Acesso em: 06 ago. 2016.

### 4.3 Peças sobressalentes

Os itens descritos como IMXXXXX no plano de manutenção anterior são itens cadastrados em um sistema e se adicionados ao plano de manutenção planejada, podem ser comprados apenas quando a manutenção planejada (ordem de serviço) for solicitada. Esta automação auxilia muito na manutenção de baixos estoques,

além de não haver a necessidade de controlar as peças e precisar mantê-las em boas condições para quando forem usadas.

Tendo-se vários motores na planta, não há necessidade de possuir rolamentos para todos, apenas mantem-se em estoque um par de rolamentos para eventuais falhas.

Aliado a todas as descrições contidas na manutenção preventiva, pode-se facilitar ainda mais a execução da atividade, inserindo a lista de todas as peças de reposição do equipamento que existem em estoque e seus códigos, na folha de execução da manutenção planejada, como por exemplo:

Figura 8 - Sugestão de códigos de estoque

Caso necessite de peças de reposição: IM21233-Rolamento 6205 2RS, SKF; IM32499-Chaveta bomba hidraulica, ch4x4x10mm; IM13222-Mangueira unidade 3/8, 300 mm, Gates;
---

Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

Com isto, se o manutentor encontrar alguma anormalidade quando realizar a manutenção, não necessitará parar a atividade e buscar numa lista de peças, os itens que precisa. O tempo ganho é muito significativo. A implantação de sistemas que auxiliie o executante, agrega grandes reduções de custos, facilitando a atividade e tornando-a mais prazerosa.

Em todos os exemplos anteriormente mencionados, o processo dependerá muito de cada ambiente de trabalho. Não existe uma fórmula de sucesso em todas as companhias, pois a mesma depende de muitas variáveis. O que pode ser excelente em um departamento pode não funcionar em outro. O funcionário ou manutentor que vive o dia-a-dia no “chão de fábrica” pode indicar melhorias significativas no processo ao longo do tempo, e tornar tudo mais eficiente e prático.

Ohno (1997) comenta que a necessidade é a chave para a invenção, onde o chão de fabrica sente a necessidade e procura melhorar o sistema.

#### 4.4 Proposta 2: Carrinho de aproximação de peças com gestão visual

Na figura 9, tem-se um exemplo de máquina crítica que abastece o gás R134 para ar condicionado de veículos automotores. Uma falha da mesma interrompe imediatamente toda a linha de produção. Centenas de funcionários ficam aguardando até que a manutenção consiga colocar a máquina em pleno funcionamento. Esta é uma máquina complexa por se composta de inúmeros filtros, medidores, manômetros, bombas, tubulações, etc:

Figura 9 - Máquina de abastecimento rápido de ar condicionados



Fonte: Fives, 2016. Acesso em: 03 jul. 2016.

Tinha-se um grande problema, pois suas peças de reposição estavam dispostas em três locais distintos na planta e sem uma lista indicativa de onde estavam localizadas. O tempo de deslocamento de técnicos até almoxarifados ou a procura em diferentes locais era grande e a máquina apresentava muitos momentos de parada. Além disso, as peças não eram identificadas e estavam todas juntas, em caixas de madeira ou papelão. Como mostra a figura 10.

Figura 10 - Caixa com algumas das peças



Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

Uma parte dos *O-rings* da máquina estava separada, mas com identificação precária ou sem identificação.

Outra parte das peças estava localizada em um almoxarifado a duzentos metros da máquina em caixas de papelão, também sem identificação.

Para encontrar uma determinada peça, era necessário abrir as embalagens originais. Grande parte dos técnicos que realizavam manutenção nesta máquina desconhecia que haviam peças em vários locais e era necessário abrir todas as caixas para procurá-las.

Para reduzir o tempo gasto em procura e deslocamento, foi criado um carrinho de aproximação com peças, como mostra a figura 11, que hoje fica ao lado da máquina. O carrinho foi construído com uma sucata de carrinho e um painel elétrico. Os mesmos foram pintados e caixas KLT foram incorporadas.

Figura 11 - Carrinho de peças



Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

Na parte superior estão todas as peças críticas para troca em uma eventual falha/defeito da máquina, conforme figura 12. Todas as peças estão visíveis, sem suas embalagens originais. Sacos plásticos fazem a proteção de componentes mais sensíveis. Acrílicos nas portas auxiliam na identificação das peças, mesmo antes de abri-las.

Figura 12 - Caixas KLT com peças identificadas



Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

As caixas KLT foram identificadas com os códigos internos da companhia (IM), para reposição imediata. Enquanto a peça é coletada no almoxarifado ou comprada, um sistema de identificação (cartão) é colocado na caixa KLT para controle, com o número da ordem de manutenção, responsável e data.

Foi criado um fluxo de reposição de peças, fixado na frente do carrinho e todos os técnicos foram treinados.

No fundo das caixas KLT estão descritas todas as informações do componente, caso algum falte, ou seja, trocado de local acidentalmente.

Na parte inferior do carrinho estão dispostas peças menos críticas, manuais e procedimentos de manutenções preventivas, identificadas por gavetas, tais como a maleta de teste de acumulador de pressão e caixas de *O-rings* para troca no adaptador.

Foram identificadas as duas caixas de *O-rings*, sendo diferenciadas por “ALTA PRESSÃO” de um dos bocais, na cor vermelha, e um de “BAIXA PRESSÃO”, na cor amarela. Evitando-se assim a troca de componente erroneamente. A figura 13 mostra o que foi realizado.

Figura 13 - Caixas de O-rings



Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

As caixas foram identificadas, com o código do reparo na máquina, seu código interno (quando existente) para solicitação no almoxarifado (“IM”), especificação, quantidade da embalagem (número de peças) e dimensões.

#### 4.5 Questionário sobre o novo método de manutenções preventivas

Na parte inicial deste trabalho, mostrou-se algumas formas de melhorar a elaboração e implementação das manutenções planejadas, buscando maior entendimento de suas dificuldades, facilidades, métodos, modelos e aplicabilidades.

Isto serviu de base para esta etapa do trabalho, descrita neste capítulo, na qual foi elaborado um questionário para saber quais as dificuldades, facilidades, vantagens e desvantagens encontradas na execução de preventivas realizada pela manutenção.

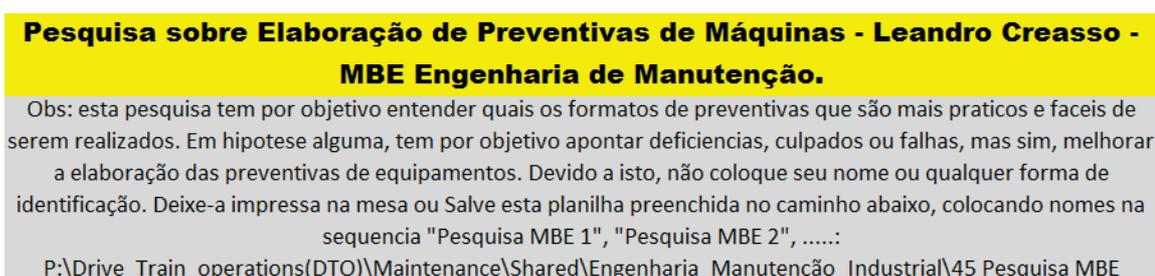
O questionário foi elaborado em Microsoft Excel, com base no conteúdo teórico estudado anteriormente, nas atividades realizadas no dia a dia da manutenção e engenharia de manutenção, assim como dúvidas e perguntas frequentes em sites e fóruns relacionados. O objetivo foi analisar se as ações que foram implantadas surtiram efeitos nos equipamentos e qual a percepção dos técnicos de manutenção.

O questionário foi aplicado aos técnicos de manutenção, onde as manutenções planejadas foram elaboradas no novo padrão e foram aplicadas por aproximadamente um ano.

Foram convidados vinte técnicos de manutenção que realizam manutenções regulares (mensais, trimestrais, semestrais, anuais, etc.). Dentre eles estão mecânicos, técnicos eletrônicos e de diferentes níveis de cargos, desde técnicos de manutenção recém contratados, até técnicos com mais de oito anos de atuação na empresa.

Dos vinte convidados, dez retornaram as respostas no prazo estabelecido. Todos foram orientados a não identificarem-se para que os resultados exibissem exatamente a opinião dos mesmos, sem nenhum tipo de constrangimento, conforme a observação contida no cabeçalho do arquivo, como mostra a figura 14.

Figura 14 - Cabeçalho do questionário

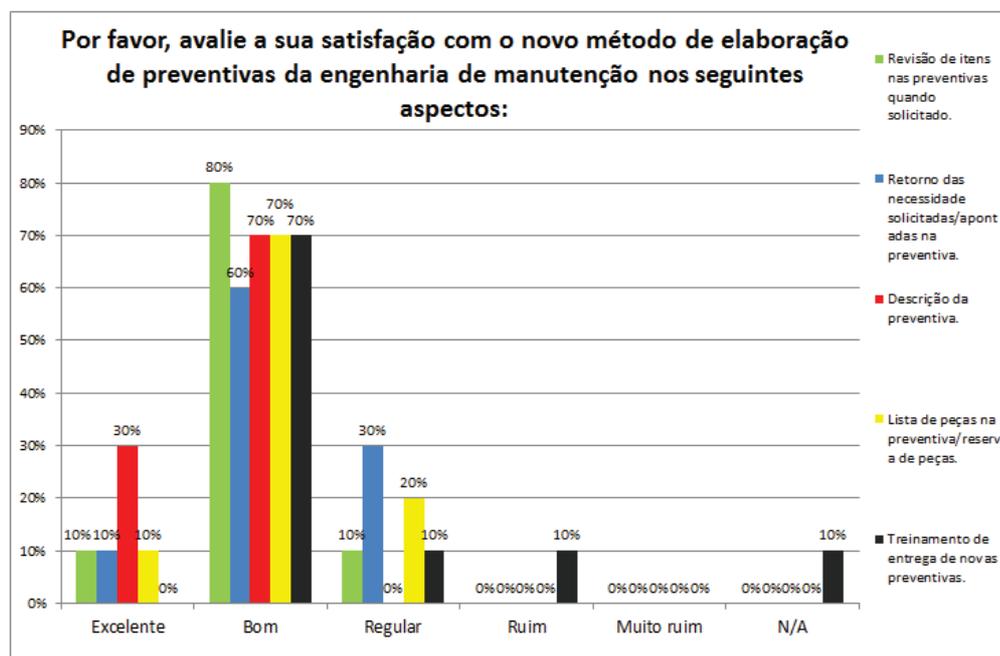


Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

#### 4.6 Análise dos resultados

O questionário confirmou o resultado esperado na teoria, melhorando significativamente a execução das manutenções preventivas, conforme relatado pelos técnicos no questionário. O gráfico 1 exhibe a satisfação dos executantes.

Gráfico 1 - Gráfico geral de avaliação da equipe de manutenção



Fonte: Elaborado pelo acadêmico Leandro Balconi Creasso, 2016.

A grande maioria dos técnicos está satisfeita com o modelo novo e concorda que a manutenção planejada mais rica em detalhes, com instruções de trabalho com gestão visual, lista de peças nas descrições e treinamento tem facilitado seu trabalho e reduzido os tempos de execução das atividades.

## 5 CONCLUSÃO

Observou-se que um plano de manutenção planejada melhor elaborado, com sistemas de gestão visual, identificação de peças, instruções de trabalho e treinamento de técnicos tem auxiliado significativamente a execução das atividades da manutenção.

A grande maioria dos executantes destacou, através do questionário, que todos os itens implantados facilitam suas atividades, reduzindo retrabalhos, sanando dúvidas e reduzido o tempo de execução.

Neste cenário, atingiu-se o propósito de tornar a implantação e execução de manutenções planejadas mais precisas, rápidas e visuais do que uma simples descrição da atividade em uma folha de papel. De acordo com o questionário, 30% dos técnicos consideraram a “Descrição da manutenção preventiva” como excelente e 70% consideraram como bom. Em relação a satisfação com a “Lista de peças na

manutenção preventiva”, 10% consideraram excelente e 70% bom, enquanto a satisfação em relação ao “Treinamento de entrega da manutenção preventiva”, 70% consideraram como bom.

Também reforçaram o atingimento dos objetivos específicos, que eram facilitar a execução das atividades de manutenção planejadas, reduzindo o retrabalho; agilizar a localização das peças sobressalentes, tornando a entrega da máquina mais rápida e reduzindo custos; e esclarecer às dúvidas em execução de manutenções planejadas, através de treinamentos sobre as mesmas.

Cabe à engenharia de manutenção tornar este sistema ainda mais robusto e adequar aos demais equipamentos da planta que ainda não passaram por este processo. Pode-se criar um cronograma de adequação das demais máquinas que reduzirá drasticamente as suas falhas, diminuindo assim, as manutenção corretivas da planta como um todo.

## REFERÊNCIAS

FILHO, G. B. **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. Rio de Janeiro: Abraman, 1996.

FIVES. **RapidCharge® M filling machine**. 2016. Disponível em: <<http://filling-sealing.fivesgroup.com/equipment/rapidcharge/filling-machines-m.html>> Acesso em: 03 jul. 2016.

KARDEC, A. P.; XAVIER, J. N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2003.

LIKER, J. K.; MAIER, D. **O Modelo Toyota**. Manual de Aplicação. Um guia prático para implementação dos 4P's da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007

MF RURAL. **Máquinas/Equipamento usados/Motores**. MOTOR ELETRICO WEG 350 CV 4 POLOS 4 TENSOES COM GARANTIA (Cód. 59132). 2016. Disponível em: <<http://www.mfrural.com.br/detalhe/motor-eletrico-weg-350-cv-4-polos-4-tensoes-com-garantia-59132.aspx>> Acesso em: 06 ago. 2016.

MF RURAL. **Máquinas/Equipamento usados/Motores**. MOTORES ELETRICO (Cód. 194725). 2016. Disponível em: <<http://www.mfrural.com.br/detalhe/motor-eletrico-weg-350-cv-4-polos-4-tensoes-com-garantia-59132.aspx>> Acesso em: 06 ago. 2016.

NARUSAWA, T.; SHOOK, J. **Kaizen Express – Fundamentos para a sua Jornada Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de produção – Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PARKER DOMNICK HUNTER. **Tecni-Ar. OIL-X EVOLUTION Filtração de Alta Eficiência para Ar Comprimido**. 2011. Disponível em: <<http://www.tecniar.com.br/newsletter/Noticias/20151117%20-%20FILTROS%20OIL-X/TECNI-AR%20Parker%20Store%20dh%20BR%20OIL-X%20Evolution%20Coalescente.pdf>> Acesso: 6 ago. 2016.

PRODANOV, C. C.no; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2. ed., Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SEI ELETRIC. **Portifólio**. 2016. Disponível em: <<http://seielectric.com/pt/portfolio/indicadores-de-nivel-de-oleo/>> Acesso em: 31 jul. 2016.

XAVIER, J. N.; KARDEC, A. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

XENOS, H.G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Rio de Janeiro: DG, 1998.