

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**IVAN PADILHA JACINTO**

**IDENTIFICAÇÃO DE DEFICIÊNCIAS E APRESENTAÇÃO DE MELHORIAS  
PARA O PROCESSO DE MANUTENÇÃO PNEUMÁTICA**

Botucatu – SP  
Dezembro – 2014

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**IVAN PADILHA JACINTO**

**IDENTIFICAÇÃO DE DEFICIÊNCIAS E APRESENTAÇÃO DE MELHORIAS  
PARA O PROCESSO DE MANUTENÇÃO PNEUMÁTICA**

Orientador: Prof. Clayton Alexandre Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção do título de Tecnólogo  
no Curso Superior de Produção Industrial.

Botucatu-SP  
Dezembro – 2014

## RESUMO

A alta competitividade no mercado atual vem gerando a necessidade de aperfeiçoamento de processos em uma organização. A manutenção assim como outros processos é responsável por diversos fatores, ou seja, disponibilidade, produtividade e satisfação do cliente. Este trabalho tem como objetivo a identificação de deficiências e apresentação de melhorias em uma empresa que fornece manutenção pneumática para uma fábrica de grande porte que vem encontrando insatisfação do cliente pelo serviço prestado. O trabalho foi executado em 2 etapas: levantamento e análise de deficiências, adquiridos através do conhecimento do autor, livros, catálogos e experiência na empresa de estudo. Como resultados, foram identificadas 6 deficiências no processo de manutenção pneumática e sugeridas suas respectivas melhorias, das quais, uma destas pode ser aplicada apresentando resultados extremamente satisfatórios. Pode-se concluir que, com a aplicação das melhorias propostas e pouco investimento financeiro poderá se alcançar a solução das deficiências, portanto, eliminar a insatisfação apresentada pelo cliente, com objetivo de avaliar a eficácia das melhorias em futuras intervenções e o grau de satisfação do cliente atingido como resultado da aplicação destas deve-se aplicar um questionário junto à ordem de manutenção, que deverá ser respondido pelo cliente e que contemplará a eliminação das deficiências encontradas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Competitividade. Deficiência. Manutenção. Melhoria.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1-Rebitador pneumático .....  | 20 |
| Figura 2 – Furadeira tipo angular 90° .....  | 20 |
| Figura 3 – Lixadeira vertical .....  | 21 |
| Figura 4 - Marteleto de alto impacto .....   | 21 |
| Figura 5 – Simulação otimizada da OM.....  | 30 |
| Figura 6 – Espaço e layout 1 .....   | 31 |
| Figura 7 – Espaço e layout 2 .....   | 32 |
| Figura 8 – Estante de bin para peças menores e maiores. ....                       | 33 |
| Figura 9 – Planilha de registro e controle.....                                    | 36 |
| Figura 10 – Planilha de máquinas aguardando peça.....                              | 36 |
| Figura 11 – Planilha de controle de máquinas enviadas para manutenção externa..... | 37 |
| Figura 12 – Disponibilidade de peças.....  | 39 |
| Figura 13 – Bomba pneumática.....  | 41 |
| Figura 14 – Filtro regulador de ar comprimido .....                                | 42 |
| Figura 15 – Ferramentas especiais.....   | 43 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>6</b>  |
| 1.1 Objetivo .....   | 7         |
| 1.2 Justificativa .....  | 7         |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....   | <b>8</b>  |
| 2.1 História da manutenção .....   | 8         |
| 2.2 Definição da manutenção .....  | 10        |
| 2.3 Importância da manutenção .....  | 10        |
| 2.4 Custos da manutenção .....   | 11        |
| 2.5 Tipos de manutenção .....  | 11        |
| 2.5.1 Manutenção corretiva não planejada .....                                   | 11        |
| 2.5.2 Manutenção corretiva planejada .....                                       | 12        |
| 2.5.3 Manutenção preventiva .....  | 12        |
| 2.5.4 Manutenção preditiva .....   | 13        |
| 2.6 Manutenção Lean .....  | 14        |
| 2.6.1 Áreas de Atuação da Gestão Lean na Manutenção .....                        | 16        |
| 2.6.1.1 Política de Manutenção .....   | 16        |
| 2.6.1.2 Controle do material .....   | 16        |
| 2.6.1.3 Sistema de Ordens de Trabalho .....                                      | 16        |
| 2.6.1.4 Registros dos Equipamentos .....   | 17        |
| 2.6.1.5 Manutenção Preventiva e Corretiva .....                                  | 17        |
| 2.6.1.6 Planejamento e Calendarização dos trabalhos .....                        | 17        |
| 2.6.1.7 Controle de Atrasos .....  | 19        |
| 2.6.1.8 Sistemas de Prioridades .....  | 19        |
| 2.6.1.9 Análise de desempenho .....  | 19        |
| 2.7 Máquinas pneumáticas .....   | 19        |
| 2.7.1 Fonte de energia .....   | 22        |
| 2.7.2 Transporte da energia .....  | 22        |
| 2.7.3 Armazenamento de energia .....   | 22        |
| 2.7.4 Simplicidade .....   | 23        |
| 2.7.5 Ergonomia .....  | 23        |
| 2.7.6 Segurança no manuseio .....  | 23        |
| 2.7.8 Sobrecarga .....   | 23        |
| 2.7.9 Características de aquecimento .....                                       | 24        |
| 2.8 <i>Layout</i> .....  | 24        |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....  | <b>26</b> |
| 3.1 Materiais .....  | 26        |
| 3.2 Métodos .....  | 26        |
| 3.2.1 Levantamento de deficiências .....   | 26        |
| 3.2.2 Análise de deficiências .....  | 27        |
| 3.3 Estudo de caso .....   | 27        |
| <b>4 RESULTADO E DISCUSSÕES</b> .....  | <b>28</b> |
| 4.1 Deficiência 1: ordens de manutenção .....                                    | 28        |
| 4.1.1 Sugestão de melhoria 1: ordens de manutenção .....                         | 28        |
| 4.2 Deficiência 2: espaço e <i>layout</i> para sala de manutenção .....          | 30        |
| 4.2.1 Sugestão de melhoria 2: espaço e <i>layout</i> da sala de manutenção ..... | 32        |
| 4.3 Deficiência 3: registro e controle de máquinas .....                         | 33        |
| 4.3.1 Sugestão de melhoria 3: registro e controle de máquinas .....              | 34        |
| 4.4 Deficiência 4: falta de treinamento .....                                    | 37        |
| 4.4.1 Sugestão de melhoria 4: falta de treinamento .....                         | 37        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.5 Deficiência 5: disponibilidade de peças .....</b>                       | <b>38</b> |
| <b>4.5.1 Sugestão de melhoria 5: disponibilidade de peças .....</b>            | <b>39</b> |
| <b>4.6. Deficiência 6: falta de equipamentos e ferramentas.....</b>            | <b>40</b> |
| <b>4.6.1 Sugestão de melhoria 6: falta de equipamentos e ferramentas .....</b> | <b>40</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>  | <b>45</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>47</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a grande competitividade presente no mercado de trabalho, vem gerando a necessidade de aperfeiçoamento de processos dentro de uma organização com o objetivo de alcançar melhor produtividade e maiores lucros.

A manutenção assim como outros processos, é responsável por diversos fatores em uma empresa, como a disponibilidade de máquinas, aumento da competitividade, aumento da lucratividade e a satisfação do cliente. Em uma empresa industrial é uma atividade de suporte a produção na forma de prestação de serviços, normalmente é encarada como um mal necessário. Ou seja, fazer manutenção tem um custo que não agrega um valor perceptível pelo cliente final, seja um produto ou serviço comercializado, e também gera uma indisponibilidade momentânea na utilização de bens e recursos.

Por este motivo, com a aplicação de sistemas e ferramentas, que buscam a redução de custos em indústrias nas ultimas décadas, a manutenção não vem sendo desenvolvida adequadamente. Contudo, com o auxílio de ferramentas e metodologias como a *Lean Maintenance* e através de uma melhoria continua de processos, a manutenção passa a ser o diferencial e cada vez mais rentável para a busca pela maior produtividade

Muitas das empresas buscam atuar de forma planejada na manutenção, mas não encontram uma literatura clara e direta de como deve atuar para conseguir obter uma manutenção eficiente e nem qual deve ser a estrutura necessária para o cumprimento total as exigências estabelecidas para as mesmas.

## **1.1 Objetivo**

Este trabalho tem como objetivo a identificação das deficiências no processo de uma empresa que possui contrato de prestação de serviços de manutenção pneumática com uma fábrica de grande porte e apresentação de melhorias, devido à insatisfação do cliente gerada pelas dificuldades que a empresa contratada vem encontrando na execução das atividades relacionadas ao contrato

## **1.2 Justificativa**

Devido à alta tecnologia presente no cenário atual, manter todos esses equipamentos em pleno funcionamento é uma missão de grande responsabilidade, pois, as indústrias dependem intensamente da disponibilidade de máquinas e equipamentos para manter sua produtividade e competitividade ativa no mercado. A manutenção tem o papel de tornar esse objetivo possível, desde que tenha um controle e planejamento plenamente estabelecido.

Uma das formas de adquirir excelência em manutenção é considerar todos os processos referentes à manutenção, ou seja, desde a administração até o responsável pela execução da operação, pois todos devem estar alinhados para que não haja deficiência em nenhum processo, porque poderá acarretar problemas no resultado final.

Logo, para que uma empresa prospere é preciso agilidade quanto à inovação e melhorias contínuas nos processos, produtos e serviços, que precisam estar disponíveis e em totais condições de funcionamento sempre que for necessária a produção de algum item.

Entretanto, manter a fábrica em funcionamento o tempo todo, gera um custo elevado. Portanto, a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos são fatores-chaves que determinam se tudo irá sair conforme o planejamento, tanto em termos de quantidades, quanto no que se refere a prazos de entrega, qualidade e custos, já que todo e qualquer equipamento está sujeito à falhas. Segundo Xenos (1998), as falhas tenderão sempre a aumentar se não forem atacadas frontalmente pelo pessoal de manutenção, podendo causar grandes prejuízos.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 História da manutenção**

No decorrer da evolução da humanidade, a manutenção apresentou diversas fases, de acordo com o grau de progresso tecnológico e da influência das máquinas e equipamentos na economia.

#### **1ª fase:**

Pré-Revolução Industrial – nesta fase eram inexistentes equipes dedicadas à atividade de manutenção. O próprio operador, que em muitos dos casos era o dono da máquina, era igualmente o responsável pela sua construção e manutenção. A participação das máquinas na economia era escassa, pelo que quando o equipamento falhava não causava problemas significativos. Além disso, a complexidade das máquinas existentes era de tal modo pequena que a reparação se tornava relativamente simples (PINTO, 2004).

#### **2ª fase:**

Primeiras equipes – nesta época emergem as grandes invenções, a eletricidade, motores e máquinas a vapor, que revolucionam a vida da humanidade. Começa a ser evidente a complexidade dos equipamentos, exigindo como tal um maior conhecimento para proceder ao seu conserto e operação. É visível a ligação entre a máquina e o homem, e a influência e dependência que esta causa. Para garantir o seu normal funcionamento, surge a necessidade de haver pessoal especializado e a disponibilidade de recursos para a execução da manutenção (PINTO, 2004).

**3ª fase:**

Corretiva – 1900 a 1920, a primeira guerra mundial testemunha a grande influência das máquinas no poder das nações. A produção em escala desencadeia a necessidade de construção das primeiras grandes indústrias. Com este tipo de produção, qualquer falha na máquina exige uma rápida resposta ao seu problema, para continuar a garantir o nível de produção. Dentro das indústrias são formadas as primeiras equipes de manutenção corretiva (PINTO, 2004).

**4ª fase:**

Preventiva – 1920 a 1950, através do impulso na indústria aeronáutica despertado pela segunda guerra mundial, surge a manutenção preventiva com a necessidade de se prevenir defeitos, neste caso nos aviões, que não admitem falhas. É nesta época que surge ainda a eletrônica e o primeiro computador. Alguns instrumentos começam a ser incorporados nas máquinas auxiliando na operação e programação da manutenção (LOBO, 2012).

**5.ª Fase:**

Racionalização – 1950 a 1970, a crise no petróleo, matéria-prima fundamental para os processos industriais, provoca grande impacto nos custos de produção. Os custos de manutenção precisam ser racionalizados e as indústrias recorrem à engenharia da manutenção, que promove o desenvolvimento das primeiras técnicas aplicadas ao monitoramento das condições dos equipamentos (LOBO, 2012).

**6.ª Fase:**

Produtividade total até hoje, a globalização aumenta a concorrência entre as indústrias. Novas técnicas de controle de qualidade geram produtos de elevado desempenho e as empresas que não acompanharem o desenvolvimento tecnológico não conseguem sobreviver (LOBO, 2012).

Desta forma, a manutenção torna-se uma ferramenta essencial para a melhoria da produtividade, através da análise da causa de falha dos equipamentos.

Realçam-se as indústrias americanas e japonesas pelo destaque na produtividade, utilizando ferramentas administrativas que integram a produção com a manutenção aprimorando a qualidade dos produtos e atenuando os custos de manutenção.

## **2.2 Definição da manutenção**

A manutenção é definida como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, com a finalidade de manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida, ou seja, fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido. Contudo, as atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, causada pelo seu desgaste natural ou pelo uso, pois, essa degradação se manifesta de diversas formas, desde a aparência externa ruim dos equipamentos até a perda de desempenho e o não cumprimento da função requerida (XENOS, 1998).

De acordo com Xenos (1998), todas as manifestações prejudiciais que ocorrem em equipamentos têm forte influência negativa na qualidade e produtividade, principalmente em empresas nas quais os equipamentos desempenham um papel fundamental na produção. Baixa qualidade e produtividade acabam colocando em risco a sobrevivência da empresa. Como a manutenção dos equipamentos pode desempenhar um papel importante na melhoria da produtividade, os ganhos potenciais com a melhoria do seu gerenciamento não podem ser simplesmente desprezados.

## **2.3 Importância da manutenção**

Segundo Pinto (1994), manutenção é de extrema importância sendo praticada por três razões fundamentais.

Por razões econômicas, com o objetivo de maximizar o investimento feito em equipamentos e instalações, mantendo-os operacionais o maior tempo possível, portanto, reduzindo ao mínimo as paradas, desperdícios, materiais não conforme e evitando reclamações.

Por razões legais, pois a legislação obriga a prevenir situações de inseguranças como acidentes, situações de transtornos como ruídos, fumos ou cheiros, situações de poluição como emissões gasosas, descargas líquidas e resíduos sólidos.

Por razões sociais, porque existem situações em que grupos sociais são afetados pelo funcionamento dos equipamentos, ou seja, quer seja por efeitos incômodos ou nocivos, em que muitas vezes exercem pressões para a redução ou anulação desses efeitos. Em alguns

casos não existem intervenção legal, mas para preservar a imagem da empresa é justificável a introdução de medidas de manutenção apropriadas.

## **2.4 Custos da manutenção**

Segundo Marcorin e Lima (2003), a ausência de uma política de manutenção gera custos. Contudo, os custos gerados pela função da manutenção são apenas a ponta de um iceberg. A parte visível corresponde aos custos com a mão-de-obra, das ferramentas e instrumentos, do material aplicado como consequência dos reparos e da subcontratação e outros referentes à instalação. Na parte inferior do iceberg, partes invisíveis encontram-se os maiores custos, que são os decorrentes da indisponibilidade do equipamento.

Este custo foca-se na perda de produção, da não qualidade dos produtos, da recomposição da produção e por último, das penalidades comerciais, com possíveis consequências sobre a imagem da empresa. Os custos ligados à indisponibilidade e deterioração dos equipamentos são uma consequência da falta de manutenção. Esta relação presente entre o custo da manutenção e o custo da indisponibilidade e produtividade foi estudada através do modelo matemático, cuja conclusão visa uma melhor relação custo-benefício quando a manutenção é tratada de forma preventiva, em vez de situações de descontrole do processo produtivo pela falta de manutenção (MARCORIN; LIMA, 2003).

## **2.5 Tipos de manutenção**

Segundo aborda Pinto e Xavier (2001), existem uma variedade muito grande de denominações para classificar a atuação da manutenção, porém as práticas básicas definem os tipos principais de manutenção, que são: manutenção corretiva não planejada, manutenção corretiva planejada, preventiva e preditiva.

### **2.5.1 Manutenção corretiva não planejada**

É a correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a manutenção atuando no momento da falha do equipamento, agindo de forma impulsiva. Caracteriza-se pela ação, sempre após a ocorrência da falha, que é aleatória, e sua adoção leva em conta fatores técnicos e econômicos (PINTO; XAVIER, 2001).

Do ponto de vista do custo de manutenção, a manutenção corretiva é mais barata do que prevenir falhas nos equipamentos, porém pode causar grandes perdas por interrupção da produção (XENOS, 1998). É comum a adoção da manutenção corretiva para algumas partes menos críticas dos equipamentos, porém é preciso dispor dos recursos necessários: peças de reposição, mão-de-obra e ferramental para agir rapidamente, ou seja, a manutenção corretiva pode ser aplicada para equipamentos que não comprometam o sistema produtivo (qualitativo ou quantitativo) ou a integridade física do funcionário.

### **2.5.2 Manutenção corretiva planejada**

É a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função do acompanhamento da manutenção preditiva ou pela decisão de operar até a quebra da máquina (PINTO; XAVIER, 2001). Segundo Xenos (1998) a decisão da adoção da política de manutenção corretiva planejada pode advir de vários fatores, tais como: negociação de paradas de produção, aspectos ligados à segurança dos funcionários, melhores planejamentos dos serviços, garantia de ferramentais e peças sobressalentes, busca de recursos humanos com tecnologia externa. A manutenção corretiva planejada possibilita o planejamento dos recursos necessários para a operação, uma vez que a falha é esperada. Os custos de planejamento e prevenção dos reparos são maiores que os de corretiva. Em equipamentos periféricos simples e com falhas bem definidas também se justifica a adoção da política da manutenção corretiva programada. Mesmo que a manutenção corretiva tenha sido a adotada por ser mais vantajosa, não podemos simplesmente nos conformar com a ocorrência de falhas como um evento já esperado e, portanto natural. Xenos afirma que qualquer manutenção corretiva por mais barata que seja não é viável para a companhia, devendo ter um planejamento para não reincidir a falha.

### **2.5.3 Manutenção preventiva**

É a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou quebra no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo de modo que o setor de Planejamento elabore planos de manutenção baseados nos tempos dos equipamentos definidos pelos fabricantes; com isto consegue antecipar as falhas que possam vir a ocorrer nos equipamentos. Caracteriza-se pela busca sistemática e obstinada para evitar a

ocorrência de falhas, procurando prevenir, mantendo um controle contínuo sobre os equipamentos, efetuando operações julgadas convenientes (PINTO; XAVIER, 2001). A manutenção preventiva, considerada o coração das atividades de manutenção, envolve algumas tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, reformas e troca de peças principalmente (XENOS, 1998). O custo da manutenção preventiva é elevado, tendo em vista que peças e componentes dos equipamentos podem ser substituídos antes de atingirem seus limites de vida útil. Segundo Pinto e Xavier (2001), para adoção de uma política de manutenção preventiva devemos considerar fatores tais como: impossibilidade da adoção de manutenção preditiva, aspectos de segurança pessoal ou da instalação, equipamentos críticos de difícil liberação operacional, riscos de agressão ao meio ambiente, sistemas complexos ou de operação contínua.

#### **2.5.4 Manutenção preditiva**

É a atuação realizada com base em modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática, ou seja, o planejamento tem o objetivo de elaborar planos de manutenção para efetuar inspeções periódicas nos equipamentos, inspeções estas que podem utilizar equipamentos que analisem vibrações, ruídos, temperatura, entre outros. Assim, baseando-se no acompanhamento das inspeções, o planejamento pode definir o tempo de troca dos componentes dos equipamentos antes da quebra. Caracteriza-se pela previsibilidade da deterioração do equipamento, prevenindo falhas por meio do monitoramento dos parâmetros diversos, com o equipamento em funcionamento (PINTO; XAVIER, 2001).

Segundo Nepomuceno (1989), manutenção preditiva é a execução da manutenção no momento adequado, antes que o equipamento quebre. Ela tem a finalidade de estabelecer quais são os parâmetros que devem ser escolhidos em cada tipo de máquina ou equipamento, em função das informações que as alterações de tais parâmetros sobre o estado mecânico de um determinado componente. Para adoção da política de manutenção preditiva deve-se levar em consideração fatores, tais como: segurança, custos e disponibilidade dos equipamentos. Os custos de instrumentação e aparelhos de medições, bem como os de mão-de-obra envolvidos nesta política, não são significativos se comparados aos resultados, tanto sob o aspecto técnico quanto econômico.

## 2.6 Manutenção Lean

A Manutenção Lean ou Enxuta pode ser definida como um sistema de manutenção proativa que utiliza atividades planejadas e calendarizadas, fundamentadas na Manutenção Produtiva Total (TPM). É desenvolvida a partir de uma estratégia de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) e é praticada por grupos de trabalho autônomos que aplicam ferramentas de melhoria específicas (5S, eventos de melhoria Kaizen, manutenção autônoma) e por técnicos de manutenção multifuncionais. Estas atividades são apoiadas por um sistema de informação integrado, por um sistema de ordens de trabalho, por um armazém Lean de peças que fornece os materiais baseado no just-in-time (JIT) e pela engenharia de manutenção que identifica as causas das falhas, analisa as partes inoperacionais dos equipamentos, a eficácia das atividades de manutenção e define as ações de manutenção preditiva. (SMITH; HAWKINS, 2004).

O principal objetivo da filosofia Lean é a maximização da criação de valor através da redução do desperdício, ou seja, criar mais valor com menos recursos (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2008).

Uma organização Lean compreende o que é o valor para o cliente e foca-se nos processos chave para aumentá-lo. O objetivo final será a criação perfeita de valor para o cliente, através de um processo perfeito de criação de valor. (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2008).

Para atingir esse objetivo, a filosofia Lean foca-se na otimização do fluxo de produtos e serviços, segundo uma gestão horizontal das tecnologias, bens e departamentos (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2008).

Com a eliminação dos desperdícios ao longo do fluxo de valor, em vez de esta ser feita apenas em pontos isolados, são criados processos que necessitam de menos recursos humanos, menos espaço, menos capital e menos tempo para fazer produtos a um custo muito inferior e com muito menos defeitos, quando comparados com os sistemas tradicionais de negócio. As empresas adquirem a capacidade de resposta às mudanças das exigências dos clientes, com um elevado nível de qualidade, baixo custo e com tempos muito reduzidos de mudança. Adicionalmente, a gestão da informação também se torna mais simples e eficaz (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2008).

A melhoria contínua do programa de gestão da manutenção exige uma atitude proativa e um envolvimento, desde o início, da parte de todos os intervenientes na organização, devendo partir da gestão de topo para ser implementada com sucesso (DHILLON, 2002).

Segundo Dhillon (2002), o processo de melhoria contínua do programa de gestão da manutenção exige a execução de 9 passos sequenciais:

- Identificar as fontes de desperdício, com recurso à análise de indicadores de desempenho e entrevistas às equipas de manutenção;
- Definir os objetivos da manutenção, com vista à eliminação dos desperdícios identificados no primeiro passo e à redefinição/melhoria de objetivo anterior;
- Definir prioridades por ordem de poupanças geradas;
- Definir os Indicadores de desempenho para cada objetivo definido;
- Discutir e definir, com todos os intervenientes, planos e objetivos de manutenção preventiva de curto e longo-prazo;
- Implementar o plano de manutenção preventiva de curto-prazo;
- Elaborar relatórios periódicos relativos ao cumprimento dos objetivos de curto prazo traçados;
- Acompanhar continuamente este processo, excetuando uma revisão global no final de cada ano, comparando os resultados obtidos com os objetivos traçados;
- Renovar o plano de manutenção para o ano seguinte, tendo em conta os objetivos traçados a longo-prazo e os ajustamentos efetuados no plano anterior (em nível de ações, recursos, custos, etc).

Os 5 princípios da Manutenção Lean segundo Smith e Hawkins (2004):

**1º Definir valor:** definir valor segundo a perspectiva do cliente; na função Manutenção, o que acrescenta valor ao cliente (Produção ou Cliente final), é apenas a realização da atividade de manutenção no equipamento.

**2º Definir a cadeia de valor:** caracterizar a atual cadeia de valor das atividades de manutenção; identificar as que não acrescentam valor, eliminá-las e criar uma cadeia de valor futura.

**3º Otimizar o fluxo:** otimizar as atividades da cadeia de valor futura de forma a minimizar o tempo de paragem de um equipamento por avaria.

**4º Sistema Pull:** entregar ao cliente apenas o que este necessita; no caso da manutenção significa que as atividades a realizar devem estar de acordo com a prioridade atribuída aos equipamentos.

**5º Perfeição:** melhoria contínua das ações de manutenção, tentando reduzir o esforço, tempo, espaço, custos e erros.

## **2.6.1 Áreas de Atuação da Gestão Lean na Manutenção**

Segundo Baptista, Dias e Couto (2011), existem diversos campos na gestão da manutenção que, funcionando eficientemente, podem ser a chave para o sucesso desta atividade. Os autores listam nove campos da gestão da manutenção que, quando corretamente definidos e desenvolvidos, permitem garantir uma gestão da manutenção eficaz e eficiente, são eles:

### **2.6.1.1 Política de Manutenção**

A política de manutenção é um dos mais importantes elementos da gestão da manutenção. Esta é essencial para a continuidade das operações e para um entendimento claro do programa de gestão da manutenção (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

### **2.6.1.2 Controle do material**

A experiência indica que, em média, 30 a 40% dos custos diretos totais da manutenção são atribuídos aos custos dos materiais. A eficiência das equipes de manutenção depende largamente da eficiência da gestão dos materiais. O planejamento, a coordenação com as compras com os fornecedores e uma boa gestão das peças de reserva podem ajudar a reduzir os problemas relacionados com os materiais (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

### **2.6.1.3 Sistema de Ordens de Trabalho**

Uma ordem de trabalho autoriza e orienta um indivíduo, ou equipa, para a execução de uma dada tarefa. As ordens de trabalho bem definidas devem incluir todos os trabalhos de manutenção requeridos e realizados (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

#### **2.6.1.4 Registros dos Equipamentos**

O registro dos equipamentos desempenha um papel fundamental na eficiência e eficácia na organização dos trabalhos de manutenção. Os registros são, habitualmente, agrupados em quatro categorias:

a) O registro das obras de manutenção realizadas permite ter acesso ao histórico de intervenções realizadas ao longo da vida dos equipamentos, quer estas sejam de caráter corretivo ou preventivo.

b) A categoria dos custos de manutenção contém o perfil histórico, a acumulação do trabalho e os custos de manutenção, por equipamento.

c) No inventário deverão estar informações relativas aos equipamentos e respectivos componentes, tais como o custo e data da sua aquisição, o número de fabrico, fabricante, a sua localização nas instalações da empresa, entre outros.

d) Na documentação técnica deverão estar guardados os manuais de operação e serviço dos equipamentos, bem como as garantias e desenhos dos mesmos, entre outros (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

#### **2.6.1.5 Manutenção Preventiva e Corretiva**

A manutenção preventiva tem como finalidade manter os equipamentos numa condição satisfatória, pré-estabelecida, através da sua inspeção e da correção de deficiências numa fase inicial. A fiabilidade dos equipamentos, o custo da operação de manutenção e a conformidade com os padrões de funcionamento estabelecidos constituem a exigência e âmbito da ação da manutenção preventiva (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

#### **2.6.1.6 Planeamento e Calendarização dos trabalhos**

Na gestão da manutenção, o planeamento dos trabalhos a executar é um elemento fundamental, uma vez que permite que outras tarefas, das quais depende a atividade de manutenção, sejam programadas e realizadas, tais como a aquisição de peças, ferramentas e materiais, a definição de métodos e seqüência de trabalho, a coordenação com outros departamentos (por exemplo, com a produção) e ainda assegurar o cumprimento das regras de

segurança. A calendarização da manutenção é de igual modo importante (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

### **2.6.1.7 Controle de Atrasos**

Um dos fatores determinantes dentro da organização da manutenção é a quantidade e dimensão dos atrasos das atividades de manutenção. Identificar atrasos na realização das atividades de manutenção é um passo muito importante para que seja possível ajustar a capacidade de resposta à carga de trabalho. Identificar os atrasos é ainda importante no que respeita à tomada de decisões relativas ao recurso a horas extraordinárias, contratação, subcontratação, entre outros (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

### **2.6.1.8 Sistemas de Prioridades**

A definição de prioridades dos trabalhos a executar é de extrema importância, uma vez que os recursos disponíveis para a manutenção podem não ser suficientes para dar resposta a todos os trabalhos exigidos num determinado espaço de tempo. A definição das prioridades deve ter em conta fatores como a importância do equipamento em termos da implicação na disponibilidade total do sistema produtivo, o tipo de manutenção a efetuar, os prazos para execução dos mesmos e tendo em conta também o planeamento da produção, tentando minimizar as perdas causadas pela paragem (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

### **2.6.1.9 Análise de desempenho**

A análise do desempenho das organizações de manutenção é também um fator muito importante, pois esta permitirá perceber qual o tempo de inatividade dos equipamentos, bem como identificar peculiaridades no comportamento operacional da organização e assim contribuir para a melhoria e desenvolvimento de planos de manutenção futuros (BAPTISTA; DIAS; COUTO, 2011).

## **2.7 Máquinas pneumáticas**

De acordo com Bosch (2008), máquinas pneumáticas são ferramentas e máquinas que usam o ar comprimido como meio de energia. Este ar é produzido por compressores que captam o ar atmosférico e, através de elementos mecânicos de compressão, elevam sua pressão, transformando-o em energia. O motor de uma máquina pneumática é constituído por

palhetas -como uma pequena turbina- que giram para movimentar as engrenagens que fazem a ferramenta funcionar sem qualquer contato com energia elétrica. Segue nas Figuras 1 á 4 exemplos de máquinas pneumáticas.

Figura 1-Rebitador pneumático



Fonte: GESIPA, 2003

Figura 2 – Furadeira tipo angular 90°



Fonte: COPCO, 2007

Figura 3 – Lixadeira vertical



Fonte: COPCO, 2007

Figura 4 - Martetele de alto impacto



Fonte: COPCO, 2007

Ainda segundo Bosch (2008), o uso do ar comprimido é essencial quando se fala em produtividade e economia de energia elétrica. Em comparação a outros tipos de ferramentas,

as ferramentas pneumáticas têm vantagens que as fazem particularmente ideais para certas áreas de aplicação:

### **2.7.1 Fonte de energia**

Ar existe em abundância e está disponível em todos os lugares. Em uma troca normal de processo, como é o caso de sistemas hidráulicos, ele não é necessário. Isso reduz as despesas e a necessidade de manutenção e ainda aperfeiçoa o tempo de trabalho. Ar comprimido não deixa para trás impurezas como, por exemplo, as provenientes de defeito na tubulação; ele as carrega consigo (BOSCH, 2008).

### **2.7.2 Transporte da energia**

Ar comprimido pode ser transportado em tubulações (rede) por longas distâncias. Isso favorece a instalação de uma central de geração de ar comprimido, a qual fornece o ar necessário para os pontos de consumo, com pressão de trabalho constante (sistema fechado). Dessa forma, a energia proveniente do ar comprimido pode ser distribuída por longas distâncias. Nenhuma linha de retorno de ar é necessária, já que a exaustão de ar é feita pela abertura de descarga (BOSCH, 2008).

### **2.7.3 Armazenamento de energia**

Ar comprimido pode, sem dificuldades, ser armazenado em reservatórios. Se um reservatório é instalado em um sistema de fornecimento de ar comprimido, o compressor somente começará a funcionar se a pressão do ar cair abaixo de um valor crítico. Além disso, a reserva de pressão disponível no reservatório permite, ainda por algum tempo, a realização de um trabalho iniciado, após o sistema provedor de energia deixar de trabalhar. Se as necessidades de desempenho das ferramentas pneumáticas não forem muito altas, garrafas / tubos de ar comprimido transportáveis podem ser usados em lugares que não tenham o sistema de fornecimento de ar comprimido instalado (BOSCH, 2008).

#### **2.7.4 Simplicidade**

A construção e função de uma ferramenta pneumática são simples se comparadas a uma ferramenta elétrica. Por isso, elas são muito robustas e menos suscetíveis a falhas. Ferramentas pneumáticas de movimento linear (martelletes) podem ser projetadas com componentes mecânicos simples, como alavancas, excêntricos e similares (BOSCH, 2008).

#### **2.7.5 Ergonomia**

Normalmente, as ferramentas pneumáticas são consideravelmente mais leves se comparadas às ferramentas elétricas. Esse ponto positivo pode ser notado particularmente no caso de furadeiras, parafusadeiras e chaves de impacto. Elas não produzem e nem propagam aquecimento, visto que ferramentas pneumáticas não aquecem (BOSCH, 2008).

#### **2.7.6 Segurança no manuseio**

Ar comprimido é um meio seguro e livre de problemas, seja em ambientes úmidos, seja sob temperaturas extremamente altas ou baixas. Ferramentas pneumáticas e/ou tubulações (rede) com vazamento de ar não interferem na segurança do operador e do local de trabalho. Sistema de ar comprimido e seus componentes geralmente são pouco exigidos. Por conseguinte, estes têm longa vida útil e um baixo índice de falha. Em relação a fogo, explosão e riscos elétricos e até mesmo com gás inflamável, as ferramentas pneumáticas não oferecem riscos e são muito seguras, podendo ser manuseadas sem equipamentos de proteção caros e volumosos. Até mesmo embaixo d'água as ferramentas podem ser operadas, se devidamente vedadas (BOSCH, 2008).

#### **2.7.8 Sobrecarga**

As ferramentas pneumáticas e suas peças podem sofrer sobrecargas sem danificar-se. Por isso, elas são consideradas à prova de sobrecarga. Uma rede de ar pode até ser sobrecarregada pelo consumo excessivo, ao contrário de uma rede elétrica. Se a pressão da rede cair por muito tempo, o trabalho já não poderá mais ser executado, porém, não há nenhum dano à rede, à ferramenta ou às suas peças (BOSCH, 2008).

### **2.7.9 Características de aquecimento**

O ar comprimido se resfria quando é descomprimido. Isso significa que as partes do motor das ferramentas pneumáticas se resfriam mais ou menos dependendo do sistema de ar. Essa é uma das principais diferenças em relação às ferramentas elétricas, as quais aquecem mais ou menos durante o trabalho em função das perdas elétricas. As ferramentas pneumáticas que são utilizadas em ambientes frios devem ser equipadas com uma cobertura de plástico isolante (BOSCH, 2008).

## **2.8 Layout**

O *layout* ou arranjo físico consiste da organização racional de todos os recursos e tecnologias necessárias para a consecução em nível operacional dos objetivos da empresa industrial, materializando-se na forma como esses recursos serão dispostos no espaço tridimensional. Como organização racional entende-se a busca da harmonização e integração de equipamentos, mão-de-obra (direta e indireta), materiais, áreas de movimentação e de estocagem e demais recursos e tecnologias (OLIVÉRIO, 1985).

Existem sintomas que deixam claro a necessidade de um *relayout*, portanto, segundo Oliveira(2004), estes sintomas são:

- Fluxo de trabalho inadequado;
- Problemática na locomoção das pessoas em suas atividades profissionais na empresa;
- Longas distâncias no movimentar;
- Demora excessiva no desenvolvimento dos trabalhos;
- Dificuldade em manter a supervisão e controle;
- Excesso de trabalho em processamento;
- Congestionamento de materiais;

### **Princípios para a execução de um *layout***

Segundo Muther (1978) são 6 princípios fundamentais para execução de um *layout* ou arranjo físico:

**Integração:** homens, materiais e máquinas devem estar perfeitamente integrados. A fábrica deve operar como uma unidade, “uma macromáquina” com todas as suas engrenagens entrosadas.

**Mínima distância:** o melhor Arranjo Físico é aquele em que o produto se movimenta o menos possível. Os movimentos devem ser apenas aqueles indispensáveis, com distâncias reduzidas ao mínimo entre as operações.

**Fluxo:** as áreas de trabalho devem ser arranjadas de forma a permitir um fluxo constante de material, sem os inconvenientes de prolongadas esperas. Os cruzamentos e retornos de material devem ser evitados.

**Uso do espaço vertical:** devem ser utilizadas as três dimensões, horizontal, vertical e longitudinal. A utilização do subsolo ou do espaço superior é de grande valia nos transportes de uma seção para outra, evitando cruzamentos. As áreas de estocagem se reduzem quando se utiliza efetivamente a dimensão vertical.

**Satisfação e segurança:** nenhum arranjo físico deve negligenciar a razão primeira da produção, o homem. O trabalhador satisfeito produz mais e melhor. Os acidentes devem ser evitados, os ambientes devem ser adequados quanto a temperatura, ventilação e iluminação, ruídos devem ser eliminados. Na parte de segurança devemos atentar para: vias de acesso tais como: escadas, rampas, corredores, saídas de emergência, pisos e etc.

**Flexibilidade:** o arranjo físico deve apresentar flexibilidade a modificações se necessárias em virtude de variações no processo de produção na demanda ou na aquisição de novas máquinas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Materiais**

Para a execução deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: 1 notebook, 1 prancheta, Pacote Office e 1 trena de 10 metros.

#### **3.2 Métodos**

O presente trabalho foi realizado através de 2 métodos de pesquisa em conjunto: a descritiva onde foram registrados, analisados e correlacionados fatos e fenômenos do local e a experimental por ter tido como objetivo a manipulação direta das variáveis relacionadas com o objeto de estudo, pois, a manipulação de variáveis proporcionou o estudo das relações entre as causas e efeitos de determinados fenômenos encontrados no trabalho. Deste modo o trabalho foi dividido em 2 etapas:

##### **3.2.1 Levantamento de deficiências**

Nesta etapa, através da convivência e experiências adquiridas na empresa onde foi realizado o trabalho, e com grande auxílio de consulta de livros e catálogos, foi possível identificar as deficiências no processo.

O levantamento de foi realizado a partir de anotações realizadas a cada dia de expediente, de forma que durante o processo de manutenção fossem observadas todas as

dificuldades e limitações encontradas, porém, também foi registrado o grau de reincidências, de modo que fosse possível diferenciar deficiências de casos isolados.

### **3.2.2 Análise de deficiências**

Após o levantamento das deficiências, foi efetuado a análise com a base na revisão de literatura e conhecimento do autor, de modo a criar sugestões com tratativas viáveis e que pudessem solucionar as deficiências apresentadas na empresa em questão.

### **3.3 Estudo de caso**

O trabalho foi realizado junto a uma empresa terceirizada de manutenção bastante conceituada no mercado, que possui contrato com uma fábrica de grande porte. Esta empresa fornece o serviço de manutenção pneumática que abrange desde máquinas como furadeiras, rebitoras, esmerilhadeiras, lixadeiras, rebidores de alta pressão, até equipamentos de pintura: bombas, tanques de pressão, pistola de convencionais de pintura e pistolas de pintura eletrostática. A empresa, que conta com apenas 2 funcionários no setor operacional, vem enfrentando a insatisfação do cliente devido a dificuldades que a mesma vem encontrando na execução das atividades relacionadas ao contrato.

## **4 RESULTADO E DISCUSSÕES**

### **4.1 Deficiência 1: ordens de manutenção**

As ordens de manutenção (OM's) apresentam diversos problemas, como a falta de informações básicas, a partir da não obrigatoriedade do preenchimento de campos de informações extremamente necessárias, por exemplo, número de identificação de máquinas, descrição do defeito apresentado, modelo de máquina e dados do solicitante: nome, ramal e área pertencente, assim como falta de esclarecimento sobre o tempo de manutenção desejado e prioridade a ser aplicada, causando confusão ao profissional da manutenção, fazendo que o mesmo não saiba qual a causa principal do envio do solicitante, forçando-o a pausar o processo de manutenção para buscar essas informações junto ao solicitante, enfrentando muitas vezes a indisponibilidade do mesmo e resultando em um tempo maior para a liberação da máquina para a produção.

#### **4.1.1 Sugestão de melhoria 1: ordens de manutenção**

De forma inicial seria aplicar a obrigatoriedade do preenchimento de campos relevantes para a execução da manutenção, ou seja, no momento da abertura da OM, os campos nome do solicitante, ramal, ativo do equipamento e descrição terão de ser preenchidos para que seja finalizada e enviada para manutenção. Entretanto deverá ser enviado aos monitores, que a partir de certa data, caso não seja feito o preenchimento correto da OM, a mesma será cancelada. Com isto o profissional da manutenção terá todas as informações

básicas para dar início ao processo de reparo. Já de maneira mais complexa, submeter à OM por um processo de otimização para que forneça dados mais específicos a esse setor, já com a obrigatoriedade inclusa, seriam adotados os seguintes campos:

- Modelo de máquina: com objetivo de informar de qual máquina a OM corresponde, a fim de oferecer informações claras que possam coincidir com o restante dos dados.
- Armário: é o local onde a máquina ou equipamento fica disponível a um determinado setor de cada área. Ou seja, as áreas são divididas em vários setores. E sem essa informação do armário, somente o solicitante que em grande parte é o monitor ou um operador, que fica responsável por fazer as aberturas de OM para toda a área, não terá como informar de prontidão informações mais específicas.
- Descrição de falha ou serviço requisitado: sendo mais uma substituição do campo “descrição”, a descrição de falha ou serviço, deixa mais claro o objetivo proposto por esse campo, sendo obrigatório informar a falha ocorrida em operação ou serviço requisitado, como verificação ou lubrificação.
- Falha recorrente: se for o caso de uma falha na máquina ou equipamento, o solicitante deverá informar se sim ou não, para que haja uma análise da falha recorrente e cuidado redobrado na atividade de teste. A Figura 5 demonstra uma simulação da OM otimizada sugerida.

Figura 5 – Simulação otimizada da OM

|   |                                     |                                     |                        |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Nº de ordem:</b>                               |                                     | <b>Nº de nota:</b>                  |                        |
| <b>Solicitante:</b>                               |                                     | <b>Ramal:</b>                       |                        |
| <b>modelo de máquina:</b>                         |                                     | <b>Prioridade:</b>                  |                        |
| <b>Ativo:</b>                                     |                                     |                                     |                        |
| <b>Armário:</b>                                   |                                     |                                     |                        |
| <b>Data de solicitação: __/__/__</b>              |                                     | <b>Hora de solicitação: ___</b>     |                        |
| <b>Descrição de falha ou serviço requisitado:</b> |                                     |                                     |                        |
| -----   |                                     |                                     |                        |
| -----   |                                     |                                     |                        |
| <b>Falha recorrente?</b>                          | <b>Sim</b> <input type="checkbox"/> | <b>Não</b> <input type="checkbox"/> |                        |
| <b>Apontamento de horas:</b>                      |                                     |                                     |                        |
| <b>nome</b>                                       | <b>Dia</b>                          | <b>Hora de inicio</b>               | <b>Hora de término</b> |
| -----   | __/__/__                            | ---                                 | ---                    |
| -----   | __/__/__                            | ---                                 | ---                    |
| <b>Comentários do serviço realizado:</b>          |                                     |                                     |                        |
| -----   |                                     |                                     |                        |
| -----   |                                     |                                     |                        |
| -----   |                                     |                                     |                        |

#### 4.2 Deficiência 2: espaço e *layout* para sala de manutenção

A sala da área de manutenção possui um espaço de 1,88 metros de largura por 4,90 metros de comprimento e possui duas morsas, uma bancada, dois armários, uma pia de desengraxe, duas cadeiras e um gabinete de catálogos. Por possuir todos estes itens e ter este tamanho, é visivelmente uma das deficiências da área de manutenção pneumática, pois, limita movimentos necessários, manuseios de ferramentais, otimização do *layout*, armazenamento

de máquinas e aquisição de novos equipamentos e tecnologias. O *layout* atual é totalmente ineficaz, pois, dificulta a execução da manutenção em várias máquinas e agindo de forma direta sobre o grau de dificuldade da atividade que será realizada. Além disto, também inviabiliza o armazenamento e organização correta de peças de modo a contribuir para o aumento do tempo médio de reparo. As Figuras 6 e 7 permitem visualizar a situação atual.

Figura 6 – Espaço e *layout* 1



Figura 7 – Espaço e *layout* 2

#### 4.2.1 Sugestão de melhoria 2: espaço e *layout* da sala de manutenção

Como primeira etapa da solução do espaço e *layout*, seria o deslocamento da área para uma sala com no mínimo 6 metros de comprimento e 4 de largura, levando em conta que há salas disponíveis dentro da fábrica com este padrão. Já a segunda etapa é a utilização desse novo espaço de modo que passe a comportar os equipamentos já existentes e através da otimização de *layout* da sala, ter como objetivo promover a livre circulação dos funcionários, respeito da distância mínima entre equipamento, utilização de equipamento com total eficiência, disponibilidade de instalação de novos equipamentos e armazenamento organizado de peças e máquinas. Em relação aos armários de peças, devem ser descartados ou alocados em outra área, e adquirir de uma estante para 21 bins nº8 (1050mm de largura x1680mm de Altura x425mm de comprimento ) e uma estante para 60 de bins nº3 (575mm de largura x1500mm de altura x180mm de comprimento) para armazenagem de pequenas peças, a fim de promover acesso fácil e permitir identificá-los sem dificuldade. A Figura 8 exemplifica os modelos de estantes que devem ser adquiridas.

Figura 8 – Estante de bin para peças menores e maiores.



Fonte: MARFIMETAL, 2009

A Figura 8 demonstra o novo local de armazenamento de peças proposto, a estante de bins nº8 e nº3, que terá como objetivo melhorar a organização, acesso, controle e identificação de peças.

### **4.3 Deficiência 3: registro e controle de máquinas**

Atualmente o registro e controle de ferramentas da área de manutenção pneumática são dependentes de um sistema manual e do sistema de uma área responsável pelo recolhimento das máquinas. O sistema da área de recolhimento é totalmente ineficaz, pois não supre as necessidades da manutenção, ele somente faz a mudança do status de na produção para “em manutenção” e vice-versa, pois não fornece nenhum registro sobre máquinas aguardando materiais e as que serão enviadas para uma manutenção externa.

Partindo dessa necessidade, foi criado há um pouco mais de um ano um sistema manual de registro e controle de máquinas, ou seja, quando a máquina chega à manutenção, o

profissional anota em um caderno, o tipo de máquina, modelo, número de identificação e número da ordem de manutenção. Após executar a manutenção ou necessitar de compra de alguma peça ou envio para externa ou necessidade de descarte, o registro de cada máquina irá receber um dos quatro status: liberada, aguardando material, manutenção externa ou máquina sucateada.

Esse sistema manual supre apenas uma pequena parcela da necessidade real, pois não há um controle preciso sobre qual peça e a sua quantidade que uma máquina está aguardando. Já o status de manutenção externa não fornece a data de retorno desta máquina e nem a mudança de status de manutenção externa para liberada, assim como o aguardando material não recebe, por se tratar de datas com diferença de vários meses contribuindo muito para o estado atual de insatisfação do cliente.

#### **4.3.1 Sugestão de melhoria 3: registro e controle de máquinas**

Como tratativa da deficiência 3, de forma inicial seria a aquisição de um computador com objetivo de substituir o sistema manual para um informatizado. Deste modo ao receber a máquina para manutenção, um dos funcionários terá a responsabilidade de executar o registro em uma planilha em Excel inicialmente simples, que substitua o registro feito em caderno, porém, com um grande diferencial. O registro realizado irá conter tipo de máquina, ativo, número de nota da OM e o status(disponível, aguardando peça, sucateada, manutenção externa).

O diferencial estará presente no controle realizado, pois, uma máquina que necessite aguardar alguma peça, irá receber o status de aguardando peça e instantaneamente a linha do Excel onde se encontra essa máquina será destacada e automaticamente enviada para uma planilha auxiliar denominada Controle de máquinas aguardando peça, o mesmo acontece com o status de manutenção externa, ou seja, seus dados serão enviados para uma planilha de controle. Esta planilha ao receber os dados das máquinas irá conter campos específicos para este tipo de controle, como código das peças em aguardo, quantidade e data do pedido da peça e data de envio para manutenção externa. O ápice deste controle fica por conta do retorno desta máquina, pois, no sistema atual, quando a máquina em manutenção externa ou aguardando peça é disponibilizada novamente para a produção, ela somente é devolvida para o responsável quando não há nenhum tipo de controle conseqüentemente gerando vários problemas em relação ao local onde se encontra e encerramentos de OM's pendentes. Já neste

novo controle ao estar disponível, aquele mesmo status de antes (aguardando peça e manutenção externa) é alterado para disponível, facilitando no encerramento de OM's pendente e na localização atual correta da máquina.

Devido às deficiências presenciadas dentro da empresa, foi de grande importância a sugestão de uma das melhorias propostas antes do término deste trabalho, por se tratar de uma solução de uma deficiência muito questionada pelo cliente. Há pouco menos de dois meses, foi possível a aplicação da melhoria 3. Para isto, foi adquirido um computador, sem custo algum, por se tratar de um remanejamento de outra localidade. E efetuada a substituição do sistema manuscrito pelo computadorizado, onde foi presenciada uma solução parcial da deficiência tratada, por depender dos dados fornecidos pelas OM's. Porém, foi detectado uma diminuição do tempo de registro considerável e um controle sobre as máquinas que no momento vem suprindo as necessidades tanto dos funcionários quanto do cliente. O mesmo apresentou grande satisfação pela atual melhoria, pois, proporcionou que pudessem controlar sua disponibilidade de máquina e o acompanhamento junto à manutenção. Através da atual criação do registro em planilha, foi criada a disponibilidade de se promover indicadores, antes inviabilizados pela falta de informações, esses indicadores irão proporcionar a medição da eficácia e eficiência do processo, assim como melhorias futuras. As Figuras 9,10 e 11 exemplificam os modelos das planilhas de controle, aguardando peça e manutenção externa respectivamente.

Figura 9 – Planilha de registro e controle

| CONTROLE DE MÁQUINAS |         |                   |                     |                    |  |
|----------------------|---------|-------------------|---------------------|--------------------|--|
| DATA                 | ATIVO   | DESCRIÇÃO         | ORDEM DE MANUTENÇÃO | STATUS             |  |
| 01/07/2014           | E123456 | FURADEIRA PISTOLA | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 01/07/2014           | E123457 | GALIFON ARANHA    | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA    |  |
| 01/07/2014           | E123458 | REBITADORA CERRY  | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 01/07/2014           | E123459 | ESMERILHADEIRA    | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 01/07/2014           | E123460 | LIXADEIRA 90º     | 18243567            | SUCATEADA          |  |
| 01/07/2014           | E123461 | FURADEIRA PISTOLA | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 01/07/2014           | E123462 | FURADEIRA PISTOLA | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA    |  |
| 01/07/2014           | E123463 | FURADEIRA PISTOLA | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 01/07/2014           | E123464 | LIXADEIRA 90º     | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 01/07/2014           | E123465 | LIXADEIRA 90º     | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 01/07/2014           | E123466 | LIXADEIRA 90º     | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA    |  |
| 01/07/2014           | E123467 | LIXADEIRA 90º     | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 02/07/2014           | E123468 | GALIFON ARANHA    | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 02/07/2014           | E123469 | GALIFON ARANHA    | 18243567            | MANUTENÇÃO EXTERNA |  |
| 02/07/2014           | E123470 | GALIFON ARANHA    | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 02/07/2014           | E123471 | GALIFON ARANHA    | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA    |  |
| 02/07/2014           | E123472 | ESMERILHADEIRA    | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 02/07/2014           | E123473 | ESMERILHADEIRA    | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 02/07/2014           | E123474 | ESMERILHADEIRA    | 18243567            | DISPONIVEL         |  |
| 02/07/2014           | E123475 | ESMERILHADEIRA    | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA    |  |
| 03/07/2014           | E123476 | REBITADORA CERRY  | 18243567            | DISPONIVEL         |  |

A Figura 9 exemplifica o novo meio de controle e registro de máquinas sugerido, onde é possível observar o total cumprimento das necessidades e um melhor controle.

Figura 10 – Planilha de máquinas aguardando peça

| AGUARDANDO PEÇA |         |                   |                     |                 |                   |             |            |
|-----------------|---------|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------|-------------|------------|
| DATA            | ATIVO   | DESCRIÇÃO         | ORDEM DE MANUTENÇÃO | STATUS          | DESCRIÇÃO DA PEÇA | PART NUMBER | QUANTIDADE |
| 01/07/2014      | E123457 | GALIFON ARANHA    | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA | MANDIBULA MOVEL   | 143566      | 1          |
| 01/07/2014      | E123462 | FURADEIRA PISTOLA | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA | EIXO ROSCADO      | 898565      | 1          |
| 01/07/2014      | E123466 | LIXADEIRA 90º     | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA | ROLAMENTO 609Z    | 664532      | 2          |
| 02/07/2014      | E123471 | GALIFON ARANHA    | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA | MANIBULA FIXA     | 777754      | 1          |
| 02/07/2014      | E123475 | ESMERILHADEIRA    | 18243567            | AGUARDANDO PEÇA | KIT PALETA        | 123553      | 1          |

A Figura 10 mostra a planilha de controle de máquinas aguardando peça, que está presente dentro da planilha de controle de maquinas(Figura 9), de modo a receber todas as máquinas de aguardam peças e acrescentando novos campos como a descrição das peças, part number (código do fabricante) e a quantidade.

Figura 11 – Planilha de controle de máquinas enviadas para manutenção externa

| 1 | MANUTENÇÃO EXTERNA |         |                |                     |                    |               |                 |
|---|--------------------|---------|----------------|---------------------|--------------------|---------------|-----------------|
| 2 |                    |         |                |                     |                    |               |                 |
| 3 | DATA               | ATIVO   | DESCRIÇÃO      | ORDEM DE MANUTENÇÃO | STATUS             | DATA DE SAÍDA | DATA DE RETORNO |
| 4 | 02/07/2014         | E123469 | GALIFON ARANHA | 18243567            | MANUTENÇÃO EXTERNA |               |                 |

Na Figura 11 é possível visualizar a planilha auxiliar de manutenção externa, também presente dentro da planilha de controle de máquinas (Figura 9), com o objetivo de receber todas as máquinas que necessitarem de manutenção externa. Também como objetivo de acrescentar mais informações como a data de saída da máquina para envio e a data de retorno da mesma para a empresa.

#### 4.4 Deficiência 4: falta de treinamento

A área de manutenção pneumática conta com 2 profissionais, nenhum deles foi submetido a algum treinamento prático ou teórico de qualquer máquina. Essa falta de treinamento resulta na dependência do uso de catálogos de fabricantes, dentre eles poucos se assemelham a um manual de manutenção. Portanto, resta-lhes o conhecimento repassado de um profissional a outro (profissionais mais velhos passam conhecimento aos que entram) e o conhecimento adquirido por experiências em manutenções. Entretanto o grande crescimento da empresa onde é prestado o serviço de manutenção, mais precisamente o aumento de volume dos maquinários e aquisição de novas tecnologias, vem deixando cada vez mais claro as conseqüências da falta de treinamento aos profissionais. Ou seja, maior tempo para análise de falha, maior tempo de reparo e muitas vezes a não obediência da ordem correta de procedimentos a serem executados na manutenção e causando até danos a componentes.

##### 4.4.1 Sugestão de melhoria 4: falta de treinamento

Levando em conta o elevado volume e variedade de máquinas de diversos fabricantes, através de um levantamento informal do volume x grau de dificuldade apresentado na manutenção da máquina, foi definido o foco em três itens, sendo três fabricantes diferentes. Estes itens foram escolhidos por exigirem maior conhecimento específico sobre eles e apresentarem uma importância significativa para o cliente. Deste modo será efetuado contato com os fabricantes para a disponibilidade de se agendar treinamentos para os 2 funcionários

responsáveis pela manutenção pneumática, devendo ser realizado na própria empresa ou por falta de disponibilidade do fabricante efetuar treinamentos em finais de semana no local designado pelo mesmo.

O treinamento realizado terá com objetivo aumentar o conhecimento específico em relação a estes itens, de forma que possa capacitá-los para executar manutenções sem desperdícios de tempo e peças, para tenham um papel de grande importância na busca pela causa raiz e quando houver a contratação de novos funcionários, caso não haja disponibilidade de se executar treinamentos pelo fabricante de imediato, esses funcionários que receberam treinamento possam executar um treinamento básico de alta qualidade.

#### **4.5 Deficiência 5: disponibilidade de peças**

Atualmente a disponibilidade de peça para as máquinas pneumáticas é totalmente escassa, pois, quando uma máquina gera a necessidade de uma substituição de qualquer componente, grande parte é relacionada com o status de aguardando material, muitas vezes aguardando de 3 a 12 meses dependendo do fornecedor da peça. Raramente a peça nova está à disposição dos profissionais da manutenção, forçando-os muitas vezes o reparo inviável de peça danificada ou utilização de peças usadas. Além de possuir um MRP de poucas peças que não tem fundamento nenhum em relação às máquinas, ou seja, simplesmente foi definida uma quantidade mínima e máxima, não suprimindo a necessidade atual. Portanto, tendo como consequência comprovada, através do monitoramento de registro, a geração um menor tempo médio entre falhas e um maior tempo médio de reparo, ou seja, menor disponibilidade de equipamento e maior insatisfação do cliente. Na Figura 12 segue a situação descrita.

Figura 12 – Disponibilidade de peças



A Figura 12 corresponde à armazenagem de peças disponíveis, que em sua maioria são retiradas de ferramentas sucateadas, ou seja, são velhas e já apresentam desgaste proveniente do seu uso anterior. Sendo muitas vezes a única alternativa, para máquinas de extrema importância para a produção da fábrica, pelo motivo de não poderem aguardar peças ou serem enviadas para manutenção externa, pois, irão comprometer a continuidade da linha e produção.

#### **4.5.1 Sugestão de melhoria 5: disponibilidade de peças**

Partindo da situação atual, deverá ser efetuado um levantamento da necessidade de componentes e sua quantidade, ou seja, a partir das OM's verificar quais são os itens de maior necessidade e a quantidade que foi pedido no mês, focando nas peças críticas de máquinas de extrema importância. A partir desse levantamento, fazer o ajustamento de quantidade mínima e máxima perante o estoque de segurança, de modo que não comprometa a disponibilidade

das peças em questão. Entretanto será efetuado o descarte das peças usadas conforme forem incluídas no estoque de segurança, também será formado um estoque mínimo de peças críticas das máquinas de extrema importância citada anteriormente, para que se elimine o tempo de requisição da peça e diminua o tempo de máquina parada.

#### **4.6. Deficiência 6: falta de equipamentos e ferramentas**

O estado atual da manutenção pneumática vem encontrando grande dificuldade em relação à falta de ferramentas e principalmente a de equipamentos, e em grande parte acabam resultando em retrabalho em máquinas e equipamentos de pintura. Pelo motivo de não ter como aferir e deixar dentro das especificações exigidas pelos clientes, sendo mais presente nos equipamentos de pintura, o local não permite simular o processo de pintura, por falta de equipamentos e condições, portanto, não há como detectar falhas mais complexas.

Já no caso das ferramentas, é a falta de ferramentas especiais que cada máquina exige, e a sua não utilização faz que o tempo de reparo seja elevado e também em alguns casos até a montagem incorreta. Lembrando que o próprio fabricante recomenda a utilização dessas ferramentas especiais para que não haja danos a componentes, dificuldade em realizar as atividades e possível risco de lesão ao profissional de manutenção.

##### **4.6.1 Sugestão de melhoria 6: falta de equipamentos e ferramentas**

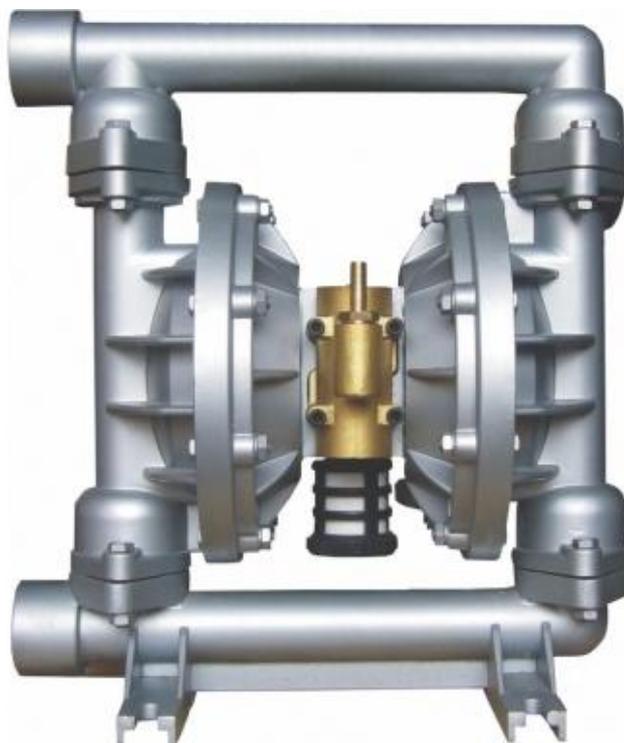
Levando em consideração todos os fatores conseqüentes da indisponibilidade de equipamento e ferramentas especiais, será adotada como tratativa imediata a compra das ferramentas especiais para a manutenção pneumática. De modo a utilizar o catálogo do fabricante dessas máquinas, focando na compra das ferramentas das máquinas que apresentam maior dificuldade de manutenção, maior volume e risco de dano, de modo que não comprometa a verba total referente à manutenção pneumática.

Em seguida após a aquisição, devem-se identificar estas ferramentas de acordo com seu uso, na questão dos equipamentos em foco é simular a condição de trabalho da mesma, portanto, deve fazer a aquisição de um filtro regulador e a instalação de uma bomba pneumática. Esta bomba se encontra entre as 3 bombas reservas presente no almoxarifado da empresa prestadora, deve ser instalada em um lugar arejado, localizado próximo a oficina de

manutenção veicular e com auxílio de um latão plástico fazer o recolhimento do solvente, que simulará o prime utilizado nas cabines de pintura da fabrica.

Portanto o funcionário responsável irá executar a manutenção na oficina de pneumática e após o término irá de deslocar até o local da bomba para executar testes e regulagens que atendam os requisitos do cliente. As Figuras 13, 14 e 15 exemplificam esses equipamento e ferramentas especiais citados.

Figura 13 – Bomba pneumática



Fonte: AIRPREX, 2008

A Figura 13 exemplifica modelo de bomba pneumática que deverá ser instalada, para simular o processo de pintura, com o objetivo de poder aferir e regular os equipamentos antes de serem disponibilizados para a produção.

Figura 14 – Filtro regulador de ar comprimido



Fonte: AIRPREX, 2008

O modelo de filtro regulador na Figura 14 terá como objetivo simular o ambiente do processo de pintura, ou seja, igualar a pressão á cabine de pintura.

Figura 15 – Ferramentas especiais  
**G701/G704KT TOOL KIT**



Fonte: CHERRY, 2007

A Figura 15 demonstra as ferramentas especiais necessárias exigidas pelo catalogo do fabricante de uma rebitadora, para se executar a manutenção, mais especificamente na desmontagem e montagem da máquina e ainda atribuí como de extrema importância a sua utilização para que não seja danificada nenhuma peça.

O trabalho desenvolvido será apresentado para a empresa objeto do estudo, de modo que busquem a aplicação das melhorias propostas, salientando a sua importância e seu objetivo, para não correr-se o risco de perda do contrato com a fábrica. Será proposto para empresa como forma de avaliação da satisfação do cliente Após a aplicação das melhorias, a inclusão de um pequeno questionário nas ordens de manutenção, conforme exemplos a seguir.

As OM's utilizadas possuem os campos necessários e relevantes para a execução da manutenção? Os funcionários apresentaram conhecimento nos serviços executados? Houve disponibilidade das peças necessárias para execução dos serviços? O tempo utilizado para o reparo em máquinas e equipamentos vem sendo satisfatório?

Como forma de avaliação, o cliente deverá responder as questões de acordo com o nível de satisfação em cada item, classificado em uma escala de plenamente satisfeito, satisfeito, regular, insatisfeito ou péssimo.

Esse questionário terá como objetivo-comprovar a satisfação do cliente em relação às melhorias aplicadas e, também irá promover a disponibilidade de analisá-las para possíveis ajustes ou criação de novas melhorias.

## 5 CONCLUSÃO

Concluimos que a futura aplicação das melhorias propostas poderá se alcançar a solução das deficiências, que poderão garantir a eliminação da insatisfação do cliente. Deverá ser mantida uma política de melhoria contínua pelas mudanças de tecnologia e crescimento da fábrica em questão, de forma que não se promova novas deficiências ou que as solucionem no menor tempo possível.

As melhorias propostas irão exigir um nível de investimento por parte da empresa relativamente baixo em relação aos resultados que poderão ser obtidos, porém, também apresentam um grau de dificuldade de implementação que varia de caso a caso. Entretanto além do grau de dificuldade há uma certa prioridade que deverá ser respeitada, partindo do princípio que não será possível implementar todas as melhorias em um mesmo período.

A melhoria 1 apresenta baixa dificuldade de aplicação e baixo custo para implementação, pois exige apenas o preenchimento de campos e a otimização da OM, com informações completas, eliminando o deslocamento do funcionário para a buscar informações junto ao solicitante.

A melhoria 2 que sugere a mudança da área da manutenção pneumática apresenta uma dificuldade de aplicação mais elevada, pois, além de um maior tempo para ser concluída, será necessário provar através deste trabalho a necessidade de deslocamento da área. A melhoria 3 foi implantada e apresentou excelentes resultados, pois, atingiu o objetivo proposto, elevou o nível de satisfação do cliente, conforme depoimentos do mesmo, e garantiu um controle

preciso de máquinas em relação a sua localização, estado e quais peças estão aguardando para continuidade dos trabalhos.

As melhorias 4 e 6 devem ser aplicadas na seqüência e em um momento oportuno, pois, exige alto nível de investimento com a aplicação de treinamento e, posteriormente a esta etapa, a aquisição de ferramentas especiais e equipamentos de suporte. Para a aplicação da melhoria 5 deverá ser realizado um levantamento da necessidade real de peças e a criação de um estoque de segurança, contendo peças críticas de máquinas de grande importância para a fábrica e que não podem ficar indisponíveis. Esta melhoria deve ser realizada a médio prazo, pois exige uma análise mais aprofundada dos itens críticos e certo nível de investimento na aquisição de peças para o estoque.

## REFERÊNCIAS

ARPREX. Equipamentos básicos. **Arprex manuais**, São Paulo, n. 3, jan. 2008. Manual de operações, p. 17, il.

BAPTISTA, L.L., DIAS, J.M e COUTO, L. **Lean Maintenance - Aplicabilidade em PME's**. In: 11º CONGRESSO NACIONAL DE MANUTENÇÃO. Tomar: APMI, 5 e 6 de Maio de 2011.

BOSCH, R. Ferramentas pneumáticas. **Manual Bosch**, Campinas, SP, n. 1, out. 2008.

CABRAL, J. P. S. **Organização e Gestão da Manutenção**: dos conceitos à prática. 3ª edição, Editora Lidel, 1998.

CHERRY. **Original Instructions: G747**. Santa Ana, CA: Lightweight CherryMAX® Power Tool, 2007.

COPCO, Atlas. Ferramentas para remoção de materiais. **Atlas Copco Tools**, São Paulo, n. 10, ago. 2006, il. Disponível em: < <http://www.atlascopco.com.br/brbr/products/ferramentas-para-remo%C3%A7%C3%A3o-de-materiais>>. Acesso em: 15 de fev. 2014.

DHILLON, B. S. **Applied Reliability and Quality**: fundamentals, methods and procedures. Londres: Editora Springer, 2007. 250p.

GESIPA, U. Blind rivets: Taurus 4. **Blind rivets tools**, USA, n. 2, jun. 2003. Disponível em: <<http://blindrivets.gesipausa.com/item/blind-rivets-tools/pneumatic-hydraulic-series-tools-2/taurus4>>. Acesso em jun. 2014

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers**. Cambridge, MA, 2008.

LOBO, B. A. **Acetatos de apoio à cadeira de Gestão da Manutenção**. Porto: FEUP, 2012.

MARCORIN, W. R; LIMA, C. R. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. **Revista Ciência & Tecnologia**, Santa Barbara D'Oeste, v.11, nº22, p.35-42, Dez, 2003.

MARFI. M. **Marfi Metal:estante de bins**. Rio de Janeiro, 18 nov. 2009. Disponível em: <<http://www.marfimetal.com.br/produtos/estantedebins>>. Acesso em: 23 set. 2014.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1978

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. São Paulo, Editora Edgar Blucher, 1989.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, Organização e Métodos**: Uma abordagem gerencial. 14 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

OLIVÉRIO, J.L. **Projeto de Fábrica:** Produtos, Processos e Instalações Industriais. São Paulo: Instituto Brasileiro do Livro Científico Ltda, 1985.

PINTO, A. K; XAVIER, J. A. N. **Manutenção Função Estratégica.** Rio de Janeiro: Editora Qualitymarck, 2001.

PINTO, V. M. **Gestão da Manutenção.** Lavras: Editora ELO, 1994.

PINTO, VITOR M. **Gestão da Manutenção.** Porto: IAPMEI, 2004.

SMITH, R.; HAWKINS, B. **Lean maintenance:** reduce costs, improve quality, and increase market share. Burlington: Editora Elsevier, 2004.

XENOS, H. G. P. **Gerenciando a manutenção produtiva:** o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.