



OS GANHOS NA INDÚSTRIA COM A MANUTENÇÃO AUTÔNOMA - PILAR DO TPM.

F. J. C. S. Junior,* T. R. Vidal¹ · Yamada, N.²

Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos - Professor Jessen Vidal
Av. Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1350 - Eugênio de Melo, São José dos Campos/SP,
CEP.: 12247-014, Brasil.
Telefone: (12) 3905-2423

*fabiojcl@gmail.com

¹tr.vidal@yahoo.com.br

²newton.yamada@fatec.sp.gov.br

RESUMO: O atual contexto de concorrência vivenciado pelas empresas tem tornado indispensável a adoção de medidas estratégicas que possam contribuir para melhoria de seus resultados. Nesse contexto as diversas formas de manutenção estão entre as principais formas de sobrevivência das empresas. A empresa em que aplicamos a metodologia, baseia-se na central de usinagem de uma multinacional fabricante de produtos de saúde e higiene, localizada em São José dos Campos, e descreve como foi implementado a manutenção autônoma do TPM. Para tanto utilizou-se de uma pesquisa descritiva, por meio de um estudo de caso. A partir desta análise são apontados pontos fortes e pontos fracos da implementação da TPM que poderão auxiliar os gerentes que desejam adotar ou que estão adotando essa ferramenta em suas organizações. A manutenção autônoma combate os defeitos no processo, tempo, materiais, energia e do próprio equipamento decorrente da produção de produtos defeituosos.

PALAVRAS-CHAVE: TPM; manutenção; autônoma; padronização.

ABSTRACT: The current context of competition experienced by companies has made it indispensable to adopt strategic measures that can contribute to the improvement of their results. In this context the various forms of maintenance are among the main forms of survival of companies. The company in which we apply the methodology, is based on the machining center of a multinational manufacturer of health and hygiene products, located in São José dos Campos, and describes how the autonomous TPM maintenance was implemented. For this, a descriptive research was used, through a case study. From this analysis are pointed out strengths and weaknesses of TPM implementation that may help managers who wish to adopt or who are adopting this tool in their organizations. Autonomous maintenance combats defects in the process, time, materials, energy and the equipment itself resulting from the production of defective products.

KEYWORDS: TPM; maintenance; autonomous; standardization.

1. INTRODUÇÃO.

O tema abordado propõe pesquisar na literatura e aplicar alguns conceitos de TPM – Total Productive Maintenance – ou na tradução: Manutenção Produtiva Total em uma fábrica de usinagem, tornando os processos organizacionais, mais eficientes e eficazes com o envolvimento do operador de máquinas na manutenção autônoma.

No início dos anos 70, nascia no Japão a Manutenção Produtiva Total com o objetivo principal, segundo Yamashina (2000), de aumentar a rentabilidade dos negócios mediante a diminuição de falhas por quebras de equipamentos, além de melhorar a qualidade final dos produtos.

Para Imai (1990, p.2) “O TPM é um método de gestão que identifica e elimina perdas existentes no processo produtivo, maximiza a utilização do ativo industrial e garante a geração dos produtos de alta qualidade a custos competitivos”

A automação mostra-se eficaz na correção de problemas mais críticos e de maior prioridade que afetam a eficiência nas plantas, ao mesmo tempo em que pode garantir ganhos de desempenho importantes para a operação (MARTIN, 2015)

O operador de máquinas é o elemento chave para que haja produção enxuta e para que isto aconteça ele precisa além de operar a máquina, atuar preventivamente para minimizar as paradas forçadas de máquina e diminuir as operações de manutenção de avarias ou corretiva. Neste aspecto é que a manutenção autônoma auxilia para que haja produtividade, produção enxuta, queda de índices de parada de máquina e diminuição de custos com manutenção corretiva.

Através desses treinamentos pode se desenvolver uma consciência entre os colaboradores de manutenção preventiva automática, cada um tomando conta da máquina como sua propriedade particular (tutores).

1.1. Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é apresentar a aplicação da metodologia TPM, focando o pilar de manutenção autônoma, pilar este adotado em uma empresa do ramo de usinagem. Promovendo o gerenciamento estratégico da manutenção baseado, na organização ferramental e capacitação operacional a fim de que esse grupo esteja apto para efetuar lubrificações, inspeções e até pequenas correções, antes da quebra/falha.

1.2. A empresa

A multinacional em que foi desenvolvida o trabalho, é sediada na cidade de São José dos Campos, trabalha com uma ampla variedade de produtos, que vai desde escovas dentais e hastes flexíveis (produtos de baixa perecibilidade) até medicamentos (produtos de alta perecibilidade); por esse motivo, a empresa deve contar com uma eficiente cadeia de distribuição a fim de que seus consumidores tenham, além do fácil acesso aos seus produtos, qualidade sem tempo de espera. Para isso, a empresa conta com uma Central de usinagem, dentro de sua própria planta que visa apoiar o processo produtivo, fazendo a manutenção e usinagem de alguns componentes dos equipamentos utilizados na manufatura.

1.3. Manutenção Produtiva Total

Total Productive Maintenance (TPM) – trazido para o português como Manutenção Produtiva Total, teve seu início no Japão em meados de 1970, seguindo os preceitos japoneses, a essência do

TPM reside na motivação e no enriquecimento das pessoas que trabalham na empresa visando o amadurecimento e evolução natural da manutenção corretiva (reativa) para a manutenção preventiva (proativa). O TPM vai além de conceitos convencionais da manutenção, a metodologia agrega trabalhos para evitar possíveis desvios de qualidade ocasionados pela depreciação, desgaste e mau funcionamento dos equipamentos. O TPM tem por fundamento, que as pessoas que utilizam o equipamento são as que detêm os maiores conhecimentos referentes a ele, sendo assim essas pessoas são privilegiadas para contribuir nas modificações e reparos com o objetivo de melhorar a produtividade e qualidade.

Na medida em que se abrange e incorpora o TPM, interagindo com os interesses e preocupações com a qualidade, com grande interação dos operadores, o conceito único de manutenção preventiva não era suficiente para representá-lo. O TPM abrange uma coleção de preceitos e técnicas destinadas a maximizar a capacidade dos equipamentos. Deste modo, tem por finalidade a inclusão dos times operacionais e de manutenção trabalhando e interagindo ativamente com os times de engenharia, projeto, qualidade e planejamento, formando-se então, o termo Manutenção Produtiva Total.

2. SURGIMENTO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Com a globalização dos mercados a concorrência tornou-se mais acirrada, exigindo das empresas um desempenho de classe mundial, o qual deve ser dedicado a atender o cliente. Em decorrência, as grandes companhias tiveram que adequar sua qualidade à altura dos novos e exigentes padrões mundiais, que é onde entra a Manutenção Produtiva Total (SOUZA 2008).

A Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão no período pós Segunda Guerra Mundial onde é considerada como a evolução natural da manutenção corretiva (reativa) para a manutenção preventiva (proativa). As empresas Japonesas, até então famosas pela fabricação de produtos de baixa qualidade e arrasadas pela destruição causada pela guerra, buscaram, na excelência da qualidade, uma alternativa para reverter o quadro na qual se encontravam. Com isso, os primeiros registros de implementação da TPM pertencem à empresa Nippon Denso, do grupo Toyota.

A Manutenção Produtiva Total entende que as pessoas que utilizam o equipamento são aquelas que possuem maiores conhecimentos referentes a ele. Assim essas pessoas estão em posição ideal para contribuir nos reparos e modificações, visando melhorias de qualidade e produtividade.

O TPM é um método de gestão que identifica e elimina perdas do processo produtivo, maximiza a utilização do ativo industrial e garante a geração de produtos com qualidade a custos competitivos.

Desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua garantindo o aumento de confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos sem investimentos adicionais.

Atua também na cadeia de suprimentos e na gestão de materiais, reduz o tempo de resposta, aumenta a satisfação do cliente e fortalece a posição da empresa no mercado.

2.1. Os oito pilares do TPM

No TPM, para a eliminação das perdas do equipamento, implementam-se as 8 (oito) atividades seguintes designadas como “8 pilares de sustentação do desenvolvimento do TPM”, proposto pelo Japan Institute of Plant Maintenance. (JIPM, 1989)

A Figura 1 ilustra, esquematicamente, os oito pilares de sustentação da metodologia TPM.

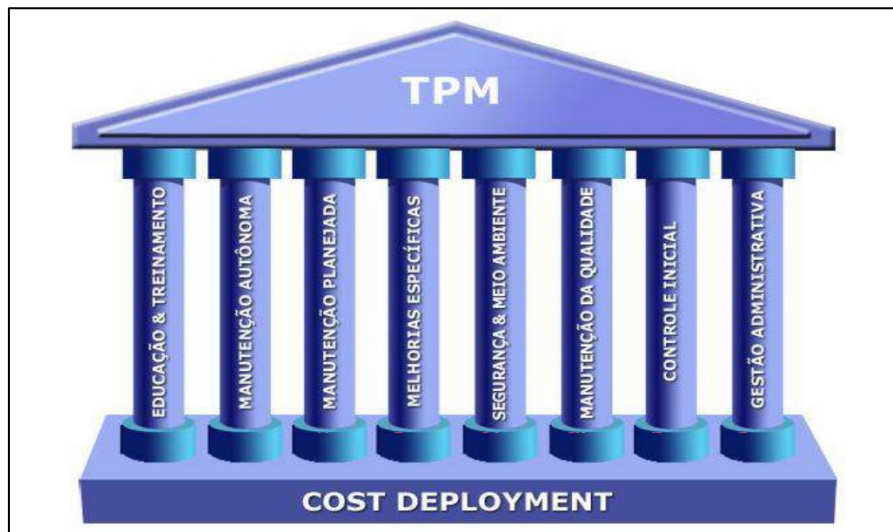


Figura 1 - Os oito pilares da TPM

Tais pilares são os seguintes

- a) Melhoria específica
- b) Manutenção autônoma
- c) Manutenção planejada
- d) Educação e Treinamento
- e) Segurança, saúde e meio ambiente
- f) Manutenção da qualidade
- g) Controle Inicial
- h) Administrativo

2.2. Manutenção autônoma

Para este trabalho será dado um foco especial à manutenção autônoma que é a manutenção independente realizada pelos operadores das máquinas e não por técnicos dedicados de manutenção. Este é o conceito central de TPM ou Manutenção produtiva total, o TPM dá mais responsabilidade e autoridade aos operadores e libera o pessoal técnico para fazer mais trabalhos preventivos e de melhoria.

Ao contrário dos programas de manutenção tradicionais, onde os operadores operam as máquinas até quebrarem ou se tornarem dependentes da manutenção e depois solicitar reparos departamento de manutenção (NAKAJIMA, 1989).

A manutenção autônoma tem os operadores executando as rotinas de manutenção mais simples (e seguras) como lubrificação, aperto dos parafusos, Inspeção e monitorização de ar, óleo, ruído etc.

Como os operadores que têm contato diário com as máquinas que são os mais familiarizados com o funcionamento de cada máquina e com treinamento completo pode vir a compreender o

funcionamento do equipamento. Isso lhes permite sentir maior apropriação por seu trabalho e se tornar mais no controle de como as coisas são feitas e que melhorias são feitas (NAKAJIMA, 1989).

2.3. Vantagens da manutenção autônoma

A vantagem maior do TPM e da manutenção autônoma é manter os equipamentos, instalações da organização funcionando corretamente para que os funcionários trabalhem melhor e não cometam erros, exigindo manutenção preventiva para evitar que o equipamento quebre, ou fique com defeito o que prejudica a produção dos produtos ou serviço.

Conforme Nakajima (1989, p. 17), a principal vantagem desta manutenção é a participação de todos os elementos da organização. O TPM é uma estratégia ampla, orientada para pessoas, máquinas e equipamentos, visando maximizar a eficiência do processo e a qualidade do produto.

Por meio da interação entre operadores, mecânicos de manutenção, entre outros e maquinário o TPM objetiva a promoção da total eliminação das perdas produtivas e desperdícios na linha de produção, otimizando a qualidade dos produtos e a produtividade dos processos. Para Martins e Laugeni (2009), são vantagens de se aplicar a manutenção autônoma:

- Maximização do rendimento operacional global dos equipamentos;
- Enfoque sistêmico globalizado, onde se considera o ciclo de vida do próprio equipamento;
- Participação e integração de todos os operadores envolvidos;
- Envolvimento e participação de todos, desde a alta direção até os elementos operacionais da linha;
- Colaboração através de atividades voluntárias desenvolvidas em pequenos grupos, além da criação de ambiente propício à condução das atividades.

Para alcançar a máxima eficiência global dos equipamentos, a manutenção visa à eliminação das grandes perdas associadas às máquinas e equipamentos:

A manutenção autônoma combate a taxa de operação reduzida, ou seja, perda gerada pela diferença entre a velocidade nominal e a real do equipamento. Ocorre quando o equipamento apresenta problemas de funcionamento ou de qualidade do produto ao operar na sua velocidade nominal de projeto sendo forçado a operar abaixo da velocidade projetada (NAKAJIMA, 1989).

A manutenção autônoma influi até no que se refere às perdas de responsabilidade da administração da fábrica e referem-se às paradas programadas e reuniões de segurança, qualidade, treinamento e outros (MARTINS; LAUGENI, 2009).

A manutenção da área é muito importante para a prestação de um eficiente apoio à produção e a manutenção corretiva e, de fato, se utilizada com eficácia, traz uma redução de custos de manutenção global. Uma parada de máquina eleva custos.

3. MATERIAIS E MÉTODO

3.1. Abordagem exploratória

Para fomentação da pesquisa tivemos como base um estudo de caso realizado em um setor de usinagem de uma empresa multinacional do ramo de saúde e higiene localizada em São José dos Campos- SP

Para a realização deste trabalho foi utilizada uma abordagem exploratória, descritiva e estudo de caso, além de serem aplicados os métodos quantitativos, indicando o caminho a ser seguido.

Os dados usados e as observações foram baseados em informações oriundas da empresa onde o trabalho foi realizado sendo traçados metas e objetivos. Para Gil (1991), tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas. Os termos de busca utilizados foram a Manutenção Produtiva Total, TPM e Total Productive Maintenance.

3.2. Questionário

O questionário referente ao número de falhas/manutenção corretiva foi elaborado após a primeira visita a empresa, pois somente após essa primeira avaliação, conseguiu-se obter uma análise específica do posicionamento da gerência em relação as atividades realizadas pelos colaboradores da empresa, e como era possível antecipar a falha, fazendo com que a empresa aumentasse seu tempo produtivo. Esse questionário foi aplicado a três supervisores de turnos diferentes e a dois funcionários da manufatura sendo um operador e um manutentor dos equipamentos, para que se pudesse ter uma visão completa do cenário.

3.2.1 Perguntas do Questionário

O conteúdo das perguntas baseou-se em questionamentos base para padronização de limpezas, utilização e ordenação dos equipamentos, assim como aspectos operacionais. Após devolutiva do questionário, foram identificadas quais as partes estavam defasadas, para que houvesse maior interação do operador e do manutentor.

Perguntas a gerência:

- O funcionário tem conhecimento da metodologia TPM?
- São elaborados padrões de identificação para os insumos?
- Os operadores são treinados, para realizar intervenções no equipamento?
- Existem manuais de pequenos reparos dos equipamentos? São atualizados com frequência?
- A vida útil dos equipamentos e componentes, são controlados?

Perguntas ao operador:

- O funcionário tem conhecimento da metodologia TPM?
- O funcionário realiza troca de componentes da máquina?
- Existe lugares próprios para produtos acabados?
- A identificação nos equipamentos? (Validade, data da última calibração, etc...)
- Os resíduos são devidamente separados?

Perguntas ao manutentor:

- O funcionário tem conhecimento da metodologia TPM?
- O funcionário realiza troca de componentes da máquina?
- Existe lugar apropriado para lubrificação, limpeza e inspeção dos componentes?
- O funcionário tem controle da periodicidade para lubrificação?
- Existe local definido para equipamentos de manutenção não controlados?
- Quem é responsável pela identificação dos inflamáveis?

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na organização na Fase 1, os operadores não assumem qualquer responsabilidade pelo equipamento e vigora uma mentalidade de “Eu opero, você repara”. Isto transparece normalmente através de culpabilização mútua entre a produção e a manutenção pelo tempo de paralisação. Os técnicos de manutenção são chamados para reparar até o defeito menores. Enquanto os técnicos de manutenção estão ocupados, os operadores assistem de braços cruzados ou aproveitam para fazer um intervalo para café. Os operadores não compreendem totalmente o equipamento e o processo e tendem a utilizar o equipamento de forma inconsistente, com base num conjunto de ações programadas. O equipamento está normalmente sujo com fugas visíveis de óleo e derrames. O equipamento também está em fracas condições e funciona muito abaixo da sua velocidade e capacidade nominais. Ocorrem frequentemente avarias de equipamento, que representam amiúde até 20% do tempo de produção. Os tempos dilatados de paralisação dão origem a pressões de produção, resultando em tempo insuficiente para manutenção preventiva ou trabalhos adequados de reparação, o que por sua vez provoca mais avarias e elevados custos de manutenção.

4.1 Condições básicas

Os operadores começaram a ter orgulho no seu equipamento. Eles compreendem a importância de manter o seu equipamento limpo, ao utilizar cada momento livre para o limpar. O tempo necessário para a limpeza é reduzido em contínuo através da eliminação sistemática de fontes de pó e sujidade e da melhoria do acesso a áreas sujas. Os operadores seguem os procedimentos operacionais corretos e normalizarmos através de áreas semelhantes. Estão disponíveis auxiliares visuais para descrever os procedimentos de arranque, encerramento e emergência. Todos os problemas ocultos foram resolvidos ou pelo menos marcados fisicamente e foi implementado um plano de ação para os reparar. Já não são visíveis “reparações provisórias” permanentes. Embora todas as reparações ainda sejam realizadas pelo departamento de manutenção, foi designado um técnico de manutenção para cada equipa e há uma boa colaboração entre a manutenção e a produção. Todos compreendem e concordam com a manutenção autónoma como uma melhor prática necessária. Estas atividades resultaram numa melhoria acentuada no desempenho do equipamento.

4.1.1 Inspeção e lubrificação

Numa organização na Fase 3, a limpeza do equipamento pelos operadores já está fortemente enraizada como parte da cultura. Já não é vista como perda de tempo, mas como um aumento da eficiência do equipamento e foi agora ampliada à própria proteção de ativos. Os operadores executam lubrificação externa com bastante frequência e apertam porcas e parafusos para evitar folgas e

vibrações. Também inspecionam regularmente os seus outros equipamentos para detectar condições anormais de produtos processos e equipamentos e chamam o técnico de manutenção quando necessário para evitar mais deterioração. As capacidades técnicas necessárias para executar estas tarefas de forma competente foram transferidas para o operador. Em todas as áreas onde foi implementada manutenção autónoma, são visíveis quadros de lubrificação com codificação cromática, listas de inspeção e controlos visuais.

Os operadores na Fase 3 tornaram-se os olhos e ouvidos da manutenção e começaram também a assumir algumas tarefas mais simples de manutenção. Isto não se aplica apenas ao equipamento próprio de cada operador, mas também a alguns outros equipamentos na área para aumentar a flexibilidade da equipe, resultando numa redução significativa do tempo de paralisação do equipamento, bem como numa melhoria simultânea na eficiência do equipamento.

4.1.2 Auditoria inicial

O engenheiro da fábrica, o gestor de produção, o supervisor de manutenção e o coordenador de segurança irão normalmente realizar a auditoria inicial em conjunto com o chefe de equipa de produção. Os mesmos têm de identificar exemplos do seguinte:

4.1.3 Deterioração acelerada

Identificar exemplos de áreas onde o equipamento está em mau estado devido a deterioração acelerada, negligência geral através de falta de manutenção preventiva, utilização incorreta, etc. As áreas de contaminação também recaem nesta categoria. Estes exemplos serão utilizados na formação para criar uma consciencialização dos problemas reais no local de trabalho, bem como durante o desenvolvimento dos programas iniciais de inspeção.

4.1.4 Equipamento com defeitos

Identificar exemplos de elementos que necessitem de reparação. Alguns artigos podem requerer reparações imediatas enquanto o exercício de limpeza, inspeção e marcação está em curso e devem ser abordados separadamente. Entretanto, a manutenção pode encomendar as peças de substituição necessárias e planear os recursos necessários para realizar o trabalho.

4.1.5 Componentes sensíveis

Identificar exemplos de componentes que não devem ser movidos, sujeitos a choques, apertados, limpos a vapor ou lavados durante a limpeza, por ex. interruptores de proximidade, painéis, sensores, painéis de vidro, etc. O planeamento e a sessão de esclarecimento para o exercício de limpeza, inspeção e marcação devem garantir que estes elementos são devidamente protegidos.

4.1.6 Bancadas

A falta de lugar específico para reparos faz com que qualquer lugar possa ser utilizado para a realização de pequenos ajustes, deteriorando assim, armários, cadeiras dentre outros meios utilizados antes com apoio antes do TPM. Após a aplicação foi determinado que qualquer ajuste ou reparo deve ser realizado em uma das bancadas, conforme a Figura 2 que demonstra bancadas para reparos.



Figura 2. Bancadas para reparos

- Utilização - Todas as bancadas/mesas são úteis? possuem um responsável?
- Ordenação - Sobre as bancadas/mesas estão somente itens/produtos que estão em uso?
- Limpeza - Estão livres de poeira, rebarbas, limpo e pintado ou feito de aço inoxidável?
- Padronização - Possui altura adequada e são ajustáveis quanto à altura?
- Autodisciplina - Após a utilização é feito limpeza e organização?

4.1.7 Armário de manuais operacionais e documentação

Inicialmente, observou-se que, sem lugares estabelecidos para manuais operacionais e outros documentos, ocorriam perdas de documentação, pois deixando papéis sobre bancadas, a qualquer momento poderiam ser danificados por algum produto químico ou rasgado, fazendo com que se perdesse este material. Os itens amontoavam-se em qualquer canto, e não havia um controle de documentos revisados. O colaborador que se deparava com alguma situação que não ocorria com tanta frequência tinha que perguntar para funcionários mais experientes ou achar em meio aos papéis algo que lhe fosse útil, perdendo muito tempo à procura de informação. Com um armário destinado apenas a manuais e documentação (Figura 3 - Armário de manuais operacionais e documentação) o operador passa a ter autonomia para realização de pequenos reparos e conhecimento da máquina com maior facilidade.



Figura 3 – Armário de manuais operacionais e documentação

- Utilização - Os manuais para treinamento da equipe foram definidos está disponível e no DH?
- Ordenação - Os manuais estão organizados, existe identificação clara?
- Limpeza - O armário e os manuais operacionais estão limpos sem rasuras, danos, etc...?
- Padronização - Os manuais estão padronizados?
- Autodisciplina - As análises de eficácia estão preenchidas?
- Existe histórico de revisões?

4.1.8 Armário de ferramentas

O TPM trouxe alguns conceitos organização e de gestão visual, onde com um ambiente com ferramenta melhores localizadas pode-se executar as funções com maior velocidade para encontrar as ferramentas. A organização padrão do armário de ferramentas (Figura 4 - Armário de ferramentas) tem por objetivo, facilitar a execução das várias tarefas, potenciando a eliminação de erros e evidenciando qualquer desvio imposto relativamente à uniformização de processos, arrumação e limpeza.



Figura 4 – Armário de ferramentas

- Utilização - As ferramentas necessárias para o processo foram definidas?
- Ordenação - Existe um local definido para as ferramentas, está organizado?
- Limpeza - As ferramentas de trabalho estão limpas e em bom estado?
- Padronização - Os locais definidos para as ferramentas estão devidamente identificados?
- Autodisciplina - Todas as ferramentas estão no local adequado?

Resultados esperados da manutenção autônoma

- Padrões de limpeza e organização da área definidos
- Área limpa e organizada de acordo com padrões
- Padrões do equipamento definidos
- Padrões de operação do equipamento definidos
- Equipamentos operados de acordo com padrão
- 50% das manutenções (preventivas) geradas através da inspeção dos operadores

- 50% da manutenção emergencial executada pelo grupo de operação

5. CONCLUSÃO

Foi concluído que a empresa só tem a ganhar com a metodologia, pois é um diferencial que muitas das empresas não possuem e se quer conhecem, em que o operador atuando lado a lado com a manutenção, pode-se evitar a quebra ou falha durante o processo e redução de tempo na resolução de problemas, aplicando o 5s juntamente a manutenção autônoma, fica mais fácil de prevenir e aumentar a vida útil dos equipamentos, além de diminuir o número de Não Conformidades (NCs), encontrados em auditorias internas mensais, realizadas no período de 1 ano, conforme mostrado no registro de não conformidades na Figura 5:

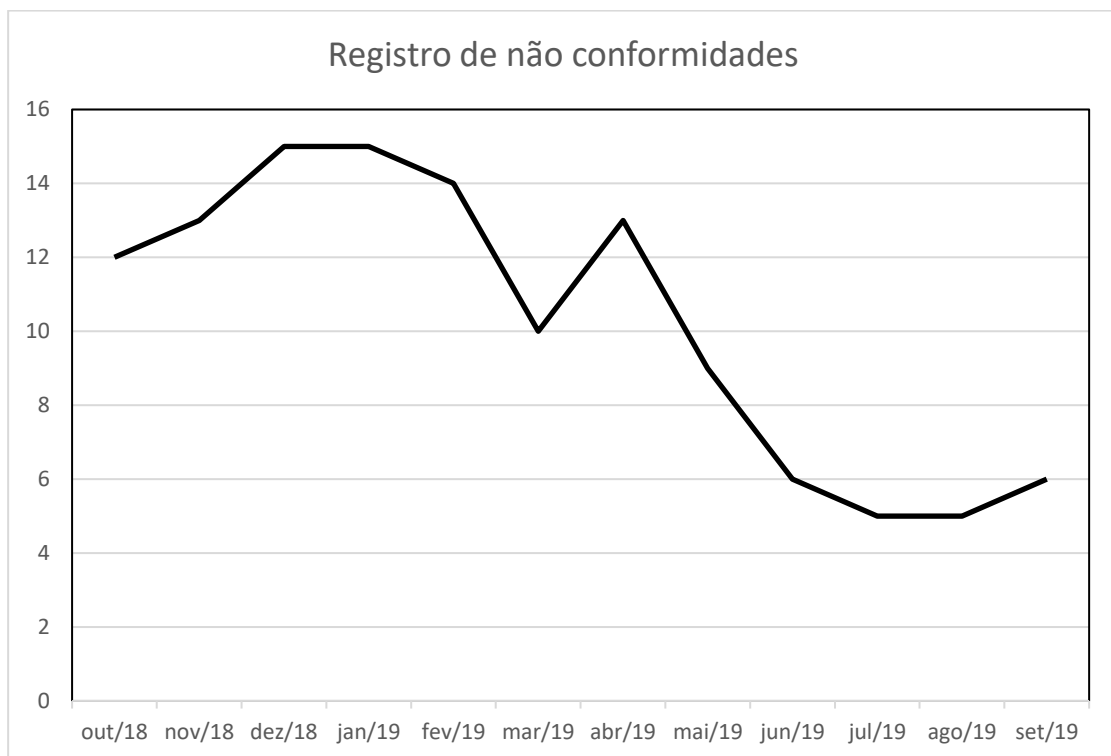


Figura 5 – Registro de não conformidades encontradas em auditorias internas

A Figura 5 mostra que houve uma acentuada redução de não conformidades no período de Outubro de 2018 a Setembro de 2019. Neste período, observa-se que o número de NCs, caíram, saindo de um patamar de 13 NCs em 2018, para médias na faixa de 5 e 6 NCs. Considerando os valores encontrados, observa-se que houve uma redução de aproximadamente 63% das NCs encontradas, o que para uma empresa do ramo de saúde e higiene, é uma melhoria significativa, pois a padronização e a assepsia dos materiais e produtos é prioridade, por atuarem diretamente com a saúde humana.

6. REFERÊNCIAS

IMAI, Masaaki. Kaizen. A estratégia para o Sucesso Competitivo. **São Paulo: IMAI**, 1990.

MARTIN, Peter G. **The Value of Automation: The Best Investment an Industrial Company Can Make**. International Society of Automation, 2015.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando P. Administração da produção e operações. **São Paulo: Saraiva**, 2009.

NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM. **São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos**, 1989

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N.. Manutenção: função estratégica. **Rio de Janeiro: Editora Qualitymark**, 2007.

SOUZA, Rafael Doro. Análise da gestão da manutenção focando a manutenção centrada na confiabilidade: Estudo de caso Mrs Logística. **Juiz de Fora (MG): UFJF**, 2008.

YAMASHINA, Hajime. Challenge to world-class manufacturing. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 2, p. 132-143, 2000.