



MANUTENÇÃO AUTÔNOMA APLICADA EM CÉLULA DE INJETORAS TERMOPLÁSTICAS

AUTONOMOUS MAINTENANCE APPLIED IN THERMOPLASTIC INJECTION MOULDING CELL

Liliana E. Sarmiento Gonçalves¹, Júlio Cesar Moledo², Júlio Cesar Freschi³

RESUMO: No mundo cada vez mais global e competitivo em que as unidades industriais estão inseridas, a grande maioria elege como fatores competitivos primordiais, os custos, a qualidade e a flexibilidade, porém um fator que também é relevante e deve sem dúvida ser considerado é a manutenção integrada como parte da Produção, esta pode influenciar os fatores competitivos das organizações. A medição da eficiência dos equipamentos de manufatura vem se tornando essencial para a resolução de problemas e para melhoria contínua dos equipamentos produtivos. Assim, torna-se necessário que as empresas busquem melhorar continuamente seus equipamentos, identificando e eliminando as perdas e, conseqüentemente, reduzindo custos de fabricação. Dentro deste contexto a manutenção produtiva total é um dos caminhos para atingir estes objetivos. A Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*), é um sistema de gestão aplicado à produção que tem como uma de suas finalidades identificar e eliminar as perdas, uma das premissas deste sistema é a Manutenção Autônoma que possibilita o desenvolvimento de técnicas e conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos. O presente artigo tem como objetivo, apresentar formas para a definição e implantação da Manutenção Autônoma em uma empresa de fabricação de componentes eletrônicos, na Área de Injetoras de Termoplásticos, com foco no desenvolvimento da capacidade dos operadores para a execução de pequenos reparos e inspeções. Com base nos resultados deste estudo, observa-se que a Manutenção Autônoma é uma prática viável para aumentar a disponibilidade de equipamentos, onde são gerados impactos positivos na eficiência e eficácia dos processos produtivos.

PALAVRAS CHAVE: Manutenção Autônoma. Manutenção Produtiva Total (TPM).

ABSTRACT: In an increasingly global and competitive industrial units are included, the vast majority elects as key competitive factors, costs, quality and flexibility, but one factor is also relevant and should certainly be considered is the integrated maintenance as part of the production, this may influence the competitive factors. Measuring the efficiency of manufacturing equipment has become essential for problem solving and continuous improvement of production equipment. Thus, it becomes necessary that companies seek to continually improve their equipment, identifying and eliminating losses and, consequently, reducing manufacturing costs. Within this context the total productive maintenance is one of the ways to achieve these goals. The Total productive maintenance (TPM – *Total Productive Maintenance*), is a management system applied to the production that has as one of its purposes to identify and eliminate the losses, one of the premises of this system is Autonomous maintenance which enables the development of techniques and knowledge able to reeducate people to prevention and continuous improvement, ensuring increased reliability of equipment and processes. This article aims to provide forms to the design and implementation of Autonomous Maintenance in a manufacturing company of electronic components in the Thermoplastic injection molding, with focus on developing the ability of operators to perform minor repairs and inspections. Based on the results of this study, it has observed that Autonomous maintenance is a viable practice to increase the availability of equipment, which are generated positive impacts on efficiency and effectiveness of production processes.

¹ Aluna do Curso Pós-Graduação MBA em Engenharia da Qualidade e Produtividade – UnG Universidade Guarulhos - Campus Centro. liliana.edite@marília-sa.com.br

² Professor do Curso Pós-Graduação MBA, em Engenharia da Qualidade e Produtividade – UnG Universidade Guarulhos - Campus Centro. jcmoledo@prof.ung.br

³ Professor do Curso de Bacharelado em Administração – UnG Universidade Guarulhos - Campus Centro. jcfreschi@prof.ung.br



KEYWORDS: Autonomous Maintenance. Total Productive Maintenance (TPM).

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema a Manutenção Autônoma como uma prática para a melhoria da eficiência e da disponibilidade de equipamentos produtivos, possibilitando com isso um aumento da competitividade e produtividade das organizações.

A globalização da economia, a grande competitividade e a concorrência do mercado que atualmente subsiste obrigam empresas a procurarem adequar-se cada vez mais às exigências dos clientes. Produzir cada vez mais, com melhor qualidade, com menos recursos e mais celeridade, passaram a ser desafios comuns para aquelas indústrias que pretendem permanecer no mercado.

No início, a manutenção era vista como sendo uma tarefa secundária, aparecendo como um dos fatores mais negligenciados ao longo do tempo, predominantemente relacionada a grandes custos, alvo de reduções fortes em tempo de crise ou em situações econômicas difíceis. Devido à conjuntura atual passou, pelos custos das suas intervenções, a ser considerado um fator capital na estrutura de custos das organizações, capaz de alterar radicalmente os índices de produtividade, e conseqüentemente a capacidade de gerar lucro. (KARDEC e NACIF, 2009)

Vários autores apresentam as práticas para o desenvolvimento e implantação das práticas para o desenvolvimento e implantação do TPM nas organizações, e dentre os seus pilares o da Manutenção Autônoma é um dos primeiros a serem tratados.

A partir da implantação das práticas de Manutenção Autônoma é possível desenvolver ações nos empregados que utilizam e operam os equipamentos o senso do cuidado na conservação e preservação dos mesmos, para tanto é necessário capacitar estes empregados e inspecionar os equipamentos com o intuito de identificar falhas reais ou potenciais, além disso, fazer também ações de limpeza, conservação, lubrificação, entre outras. (RIBEIRO, 2010)

Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho é apresentar formas para a definição e implantação da Manutenção

Autônoma, bem como demonstrar seus resultados quanto a melhoria da disponibilidade e eficiência de injetoras de termoplásticos.

Esta pesquisa foi realizada em uma das células de injetoras de uma empresa de fabricação de componentes termoplásticos, em que o plano diretor TPM da empresa em estudo está focado na Implementação do Pilar Manutenção Autônoma e da Cultura da Confiabilidade sustentado pela estrutura conceitual dos demais pilares do TPM. A aplicação do conceito de Manutenção Autônoma (MA) nas injetoras, de forma a reduzir consideravelmente o número de interrupções por falha em equipamentos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Origem da Manutenção Produtiva Total

Ao longo dos tempos, o Homem sentiu sempre necessidade de manter e conservar os seus equipamentos, mesmo as ferramentas mais rudimentares. Aquando da implementação das primeiras indústrias, a maioria das falhas ocorridas eram devidas ao seu uso incorreto, tal como atualmente ainda acontece em algumas empresas. Inicialmente, só se fazia manutenção quando já não era possível operar o equipamento. A isso foi chamado "Manutenção de Ruptura ou Reativa" (IGLESIA, 1994). Após a segunda guerra mundial, industriais japoneses reconheceram que teriam de melhorar a qualidade dos seus produtos, de forma a serem bem-sucedidos nos seus negócios, no mercado mundial. Para tal, importaram técnicas de gestão e produção, dos Estados Unidos da América (EUA), adaptando e otimizando-as de acordo com sua realidade, começando a produzir produtos muito competitivos e de grande qualidade (NAKAJIMA, 1991).

Foi, sobretudo, durante a segunda metade do século passado, que os Japoneses começaram a demonstrar um talento natural para captar boas ideias e implementá-las com sucesso (NAKAJIMA, 1988). Com efeito, em 1950, *Seiichi Nakajima* iniciou o estudo da manutenção preventiva Americana (*Preventive*



Maintenance - PM), e em 1962 visitou pela primeira vez os Estados Unidos, iniciando a partir daí, visitas a empresas industriais Americanas e Europeias, com o objetivo de estudar os seus processos produtivos e aprofundar mais os conhecimentos sobre os seus sistemas de *PM* (NAKAJIMA, 1988).

Na década de 60, com a introdução de equipamentos cada vez mais automáticos, algumas empresas japonesas evoluíram da *PM*, para uma primeira abordagem à Manutenção Produtiva, envolvendo apenas os departamentos de produção, levada à prática pelos operadores de produção, uma vez que a partir dessa altura os problemas de manutenção aumentaram e como as equipas de manutenção não dispunham de colaboradores suficientes para fazer face aos problemas, foram os operadores de produção que passaram a executar as operações de manutenção mais rotineiras, como limpeza e inspeção, lubrificação, reparação de pequenas anomalias, etc.

No início da década de 70, *Seiichi Nakajima* iniciou a combinação das ideias que já tinha desenvolvido até então sobre manutenção, com os conceitos *Total Quality Control (TQC)* envolvendo totalmente os colaboradores de cada empresa, desenvolvendo a *TPM*, tornando-a no sistema que tem revolucionado a manutenção a nível mundial. A partir desta altura, a *TPM* alargou o seu âmbito, passando de Manutenção Produtiva (que envolvia apenas os departamentos de produção) a Manutenção Produtiva Total, envolvendo todos os departamentos das empresas, uma vez que a *TPM* aumenta a eficácia de toda a organização e, não apenas, a eficácia produtiva. A grande diferença entre a manutenção preventiva, que *Nakajima* importou dos EUA, e a *TPM* prende-se com o fato de que nas empresas Americanas as equipas de manutenção faziam apenas manutenção e nada mais, enquanto os operadores de produção só produziam, ao passo que nas empresas Japonesas que implementaram a *TPM*, era requerida a participação e envolvimento de todos os colaboradores. Este sistema inovador começou por ser implementado por *Nakajima*, em 1971, no Japão.

Em setembro de 1987, *Seiichi Nakajima* liderou uma missão de estudos sobre manutenção, nos EUA. A sua equipe fez apresentações sobre *TPM* a várias empresas industriais que revelaram interesse na implementação da *TPM* nas suas unidades fabris.

Cinco anos após a publicação do livro *TPM Nyumon* (edição original do livro *Introduction to TPM*), de *Nakajima*, publicado em 1984 no Japão, pelo *JIPM*, os conceitos de *TPM* mantinham-se inalterados, mas a quantidade e variedade de empresas que o decidiram implementar tinha aumentado de modo substancial, dentro e fora do Japão, uma vez que, devido ao sucesso alcançado, obtiveram a atenção mundial sobre as suas metodologias. Para se ter uma ideia do número de empresas que decidiram implementar esta metodologia, entre 1971 e 1982, o prêmio de excelência na implementação da *TPM*, foi atribuído a 51 unidades industriais, e de 1982 a 1988, foi atribuído a 65 empresas. Das 116 empresas que receberam o Prêmio, sessenta por cento pertenciam ao grupo Toyota e seus fornecedores, demonstrando a ligação entre o *JIT (Just In Time)* de produção e a *TPM*. Esta metodologia continua a ser cada vez mais adotada, não só pela indústria automobilística, mas também por indústrias e empresas de outros ramos.

Manutenção Produtiva Total - TPM

Segundo *Nakajima* (1988), o objetivo global do *TPM* é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos etc.) e em termos humanos (aprimoramento das capacitações pessoais envolvendo conhecimento, habilidades e atitudes).

O Autor também estabelece que é importante dar ao operador habilidade de monitorar seu equipamento e realizar pequenas intervenções, e ao homem da manutenção em analisar as causas das quebras.

Pilares de sustentação do TPM

Segundo *Nakajima* (1988), as atividades do *TPM* estão organizadas segundo oito pilares. Dependendo dos autores, a quantidade e designação dos pilares podem variar. No entanto, o modelo desenvolvido por *Nakajima* é o mais aceite. Os pilares propostos por *Nakajima*, de modo a assegurar o cumprimento dos objetivos do *TPM* são os seguintes: Manutenção Autônoma; Manutenção Planeada; Melhoria Específica; Educação e Formação; Gestão da qualidade do processo; Gestão de novos equipamentos; Segurança e Higiene e *TPM* em áreas administrativas.

Operação efetiva do equipamento ou Eficiência Global do Equipamento (OEE)

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é uma métrica capaz de determinar o



desempenho global de um determinado sistema ou processo.

“A métrica OEE oferece um ponto de partida para o desenvolvimento de variáveis quantificáveis para relacionar uma medida da manutenção com as estratégias da organização. O OEE pode ser usado como um indicador da fiabilidade do sistema produtivo” (AHUJA; KHAMBA, 2008).

Para o cálculo do OEE recorre-se a três fatores, que numa organização representam o impacto negativo que os seis grandes tipos de desperdício considerados pelo TPM têm no desempenho global da organização.

DESENVOLVIMENTO

Estudo de caso: implantação da manutenção autônoma

A implantação iniciou-se em fevereiro de 2014, no setor de injeção plástica, sendo constituído por 11 injetoras termoplásticas.

O processo de implantação que se apresenta na Figura 1 se divide em 4 fases focadas nos 4 pilares do TPM:

- Fase I – Limpeza e Restauração (5S)
- Fase II – Lubrificação e Normalização
- Fase III – Inspeção e Padronização
- Fase IV – Manutenção Autônoma

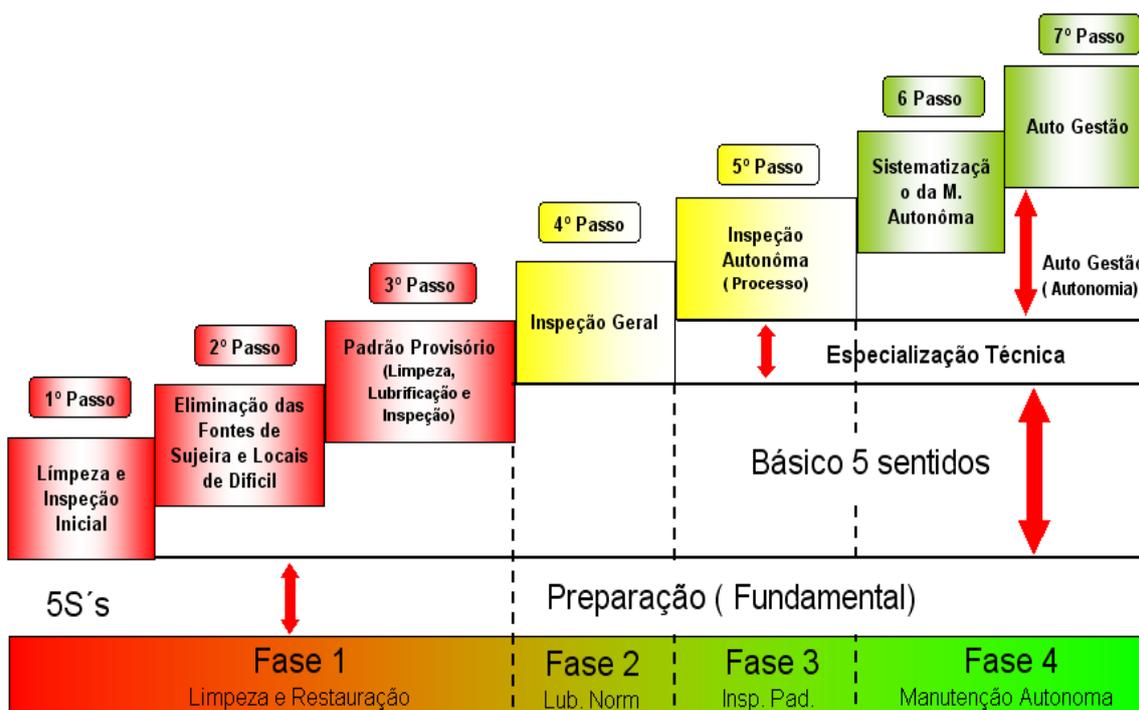


Figura 1 - Fases de Implantação do TPM - adaptado (Fonte: Plano Diretor da empresa em Estudo)

1º Limpeza e Inspeção inicial - Esta etapa consiste na preparação para o início das atividades da MA. Nesta etapa foi implementada a técnica japonesa dos 5S. Para implementação desta técnica foram ministrados conceitos básicos de limpeza, organização das áreas de trabalho, demarcações e sinalizações de

equipamentos. Esta limpeza veio garantir uma maior conservação e organização dos equipamentos, tendo também em conta o fator de segurança.

2º Eliminação de fontes de sujeira e local de difícil acesso - Nesta etapa deve-se



prevenir a deterioração forçada pela poeira e por resíduos, vindo da parte externa da máquina ou proveniente do próprio processo de fabricação. É necessário diagnosticar a causa da sujeira encontrada, e com a participação de todos encontrar a solução para combater este tipo de problemas. Este tipo de ação promove o melhor aspecto ao equipamento e estimula o próprio operador por trabalhar em um equipamento com uma boa aparência.

3º Elaboração de padrões de limpeza, lubrificação e inspeções - Nesta etapa são observados três requisitos básicos: limpeza, lubrificação e inspeção. Para que o sistema de manutenção seja eficiente, foram criados controles visuais de lubrificação e inspeção de fácil realização, foram criadas instruções para estabelecimento de padrão de limpeza, lubrificação e inspeção de forma a reduzir o tempo de trabalho.



O operador verifica através de **Check list** específico que se apresenta na Figura

3, onde se define o que verificar, quando verificar e como registrar. Na Figura 4 se apresenta o Diário de Bordo que é o instrumento para o registro dos resultados observados.

CHECK LIST TPM (MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL)																
Setor :		Montagem/Submontagem		Ano:	Mês:	NºMáq./Dip./Célula:		Visto do Responsável:		Rev. 01	Conformidade					
NOTA 1: As verificações deverão ser realizadas nas seguintes condições: (a) início de cada turno, (b) parada de linha superior à 0 (uma) hora, (c) qualquer parada por falta de energia elétrica ou falta de ar comprimido na rede e (d) além das condições (a), (b) e (c), em postos c/ existência de POKA-YOKE's, os mesmos deverão ser verificados no final de turno quando não houver mudança de turno.																
Item	Dia	Descrição	Freq.	Horário	1ª Semana				2ª Semana				3ª Semana			
					D	S	T	Q	D	S	T	Q	D	S	T	Q
1		VERIFICAR O FUNCIONAMENTO E A CONSERVAÇÃO DO MOTOR, MANGUEIRAS, MANÔMETROS, PAINEL DE COMANDO, CHAVE 2 POLOS, CABOS, CARÇAÇA, FERRO DE SOLDA, FIOS, CARENAGEM SISTEMA PNEUMÁTICO, EXAUSTOR, ESPONJA, BOTOEIRAS E PEDALERAS, ALIMENTADOR, RESERVATÓRIO, ESTUFA, DISPOSITIVOS, ESTAÇÃO DE SOLDA E LÂMPADAS.	1Vez/ Turno	1º Turno	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status
			2º Turno													
2		EFETUAR LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO E EQUIPAMENTOS, CONFORME INSTRUÇÃO DE TPM - MONTAGEM.	1Vez/ Turno	1º Turno	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status
			2º Turno													
3		VERIFICAR A FIKAÇÃO, CONSERVAÇÃO, A USÊNCIA DE RUÍDOS E VAZAMENTOS NO MOTOR, MANGUEIRAS, CONEXÕES E RESERVATÓRIOS.	1Vez/ Turno	1º Turno	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status
			2º Turno													
4		VERIFICAR O NÍVEL DE ÓLEO DOS RESERVATÓRIOS DO LUBRIFIL, CONFORME INSTRUÇÃO DE TPM - MONTAGEM.	1Vez/ Turno	1º Turno	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status
			2º Turno													
5		VERIFICAR SE HÁ ÁGUA ARMazenada NO RESERVATÓRIO DO LUBRIFIL, SE SIM, EFETUAR A PURGA.	1Vez/ Turno	1º Turno	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status
			2º Turno													
6		CHECAR O ESTADO DA ESPONJA DE LIMPEZA, A CADA 12.000P CS TROQUE, E DA PONTA DO FERRO DE SOLDA, A CADA 6.000P CS.	1Vez/ Turno	1º Turno	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status	Status
			2º Turno													
Observação:					Usar EPIs conforme determinado na instrução de TPM - Montagem											

Figura 3 - Formulário de Check List TPM (Fonte: Empresa em Estudo)

Setor Requisitante			Setor Executante				
Início	Ocorrência	Nº Etiqueta TPM	Providências Tomadas	Setor	Executado por	Fim	Visto
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante
Data:						Data:	Executor
Hora:						Hora:	Requisitante

Figura 4 - Formulário de Diário de Bordo (Fonte: Empresa em Estudo)



Com a finalidade de melhorar o treinamento e a disciplina das ações de Manutenção Autônoma, o setor de manutenção industrial realiza auditorias de TPM, estas auditorias são realizadas de forma sistemática e são registradas em formulário específico, como se apresenta na Figura 5.

Nestas 3 últimas etapas procurou-se reduzir o tempo entre quebras, garantindo as condições básicas de funcionamento do equipamento, cumprimento das condições de utilização do equipamento, bem como a restauração de alguns pontos deteriorados, melhoria de pontos deficientes e aumento das habilidades dos operadores que operam o equipamento.

AUDITORIA OPERACIONAL			
Setor:		Equipamento:	
Auditor		Registro	Data
Auditado		Registro	Turno
			Crítérios 1 Péssimo 2 Ruim 3 Regular 4 Bom 5 Ótimo
Item	O que Verificar	Evidência	Nota
1	Organização do Local de Trabalho:		
	Máquinas		
	Ferramentas		
	Armários		
2	Limpeza do Local da Trabalho		
	Máquinas		
	Ferramentas		
	Armários		
3	Aspecto Geral do Equipamento		
	Partes Elétricas		
	lubrificação		
	Mangueiras, Tubulações, etc		
4	Preenchimento da Lista de Verificação (TPM)		
	Resultados Coerentes		
	Ações corretivas tomadas		
	Melhoria ao longo do tempo		
5	Preenchimento da Lista de Verificação (Organização e Limpeza)		
	Resultados Coerentes		
	Ações corretivas tomadas		
	Melhoria ao longo do tempo		
6	Entendimento do Conceito TPM		
	Objetivo do TPM		
	Conhecimento do Procedimento		
	Realização do Trabalho		
Resultados da Auditoria		Crítérios para Tomada de Ação	
Soma das Notas:			
Nº de Notas:			
Nota Final:			
		Nota	Definição
		0,00 á 3,50	Necessita de Plano de Ação
		3,51 á 4,60	Orientar Operador
		4,60 á 5,00	TPM Conforme

Figura 5 - Formulário de Auditoria Operacional (Fonte: Empresa em Estudo)



Desenvolvimento dos pilares de confiabilidade

Pilar manutenção autônoma

O controle autônomo do seu equipamento envolve senso de responsabilidade aliado ao incremento de capacitação através dos treinamentos.

A MA está focada no desenvolvimento das habilidades dos operadores, de forma que os mesmos tenham domínio sobre os seus equipamentos. O desenvolvimento com enfoque no equipamento é feito em sete passos, sendo:

1º Limpeza inicial;

- 2º Eliminação de fontes de sujeira e local de difícil acesso;
- 3º Elaboração de padrões de limpeza, lubrificação e inspeções;
- 4º Inspeção geral;
- 5º Inspeção autônoma;
- 6º Padronização;
- 7º Gerenciamento autônomo.

Na iniciação das atividades de TPM nos equipamentos, os operadores encontraram diversos defeitos que foram identificados por etiquetas, estas etiquetas têm por objetivo identificar o defeito no próprio local. A Figura 6 apresenta as etiquetas que são divididas em duas classes e identificadas por cores diferentes:

- Etiquetas vermelhas: defeitos encontrados pelo operador e que ele não tem condições para solucionar;
- Etiquetas azuis: defeitos encontrados pelo operador e por ele solucionados.

Manutenção Especializada	Manutenção Autônoma	Controle do Serviço	Controle do Serviço																																																																																										
<table border="1"> <tr><td>Numero da O.S.</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>Legenda de Prioridades</td><td>30 min</td><td>1 hora</td><td>2 horas</td></tr> <tr><td>Prioridade</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> </table>	Numero da O.S.	0	1	2	Legenda de Prioridades	30 min	1 hora	2 horas	Prioridade	0	1	2	<table border="1"> <tr><td>Numero da O.S.</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>Legenda de Prioridades</td><td>30 min</td><td>1 hora</td><td>2 horas</td></tr> <tr><td>Prioridade</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> </table>	Numero da O.S.	0	1	2	Legenda de Prioridades	30 min	1 hora	2 horas	Prioridade	0	1	2	<table border="1"> <tr><td>Numero da O.S.</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>Legenda de Prioridades</td><td>30 min</td><td>1 hora</td><td>2 horas</td></tr> <tr><td>Prioridade</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> </table>	Numero da O.S.	0	1	2	Legenda de Prioridades	30 min	1 hora	2 horas	Prioridade	0	1	2	<table border="1"> <tr><td>Numero da O.S.</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>Legenda de Prioridades</td><td>30 min</td><td>1 hora</td><td>2 horas</td></tr> <tr><td>Prioridade</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> </table>	Numero da O.S.	0	1	2	Legenda de Prioridades	30 min	1 hora	2 horas	Prioridade	0	1	2																																										
Numero da O.S.	0	1	2																																																																																										
Legenda de Prioridades	30 min	1 hora	2 horas																																																																																										
Prioridade	0	1	2																																																																																										
Numero da O.S.	0	1	2																																																																																										
Legenda de Prioridades	30 min	1 hora	2 horas																																																																																										
Prioridade	0	1	2																																																																																										
Numero da O.S.	0	1	2																																																																																										
Legenda de Prioridades	30 min	1 hora	2 horas																																																																																										
Prioridade	0	1	2																																																																																										
Numero da O.S.	0	1	2																																																																																										
Legenda de Prioridades	30 min	1 hora	2 horas																																																																																										
Prioridade	0	1	2																																																																																										
<table border="1"> <tr><td>Requisitante</td><td>Data</td><td>Hora</td></tr> <tr><td colspan="3">Anomalia detectada</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Proteção de Máquina</td><td><input type="checkbox"/> Vazamento</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Boteira/Comando</td><td><input type="checkbox"/> Motor</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Unidade de irrigação</td><td><input type="checkbox"/> Varridos/Rebes</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Lubrificantes (graxa ou óleo)</td><td><input type="checkbox"/> Correia/Pólis</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Máquina travada</td><td><input type="checkbox"/> Entressagem</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Máquina resiscando</td><td><input type="checkbox"/> Pedaleira</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Resistência queimada</td><td><input type="checkbox"/> Lâmpadas</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Paralelismo da mesa</td><td><input type="checkbox"/> Procedimento</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Risco Incêndio/Escalado</td><td><input type="checkbox"/> Sensores</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Risco Choque Elétrico</td><td><input type="checkbox"/> Outras</td></tr> <tr><td colspan="3">Descrição de outras anomalias</td></tr> </table>	Requisitante	Data	Hora	Anomalia detectada			<input type="checkbox"/> Proteção de Máquina	<input type="checkbox"/> Vazamento	<input type="checkbox"/> Boteira/Comando	<input type="checkbox"/> Motor	<input type="checkbox"/> Unidade de irrigação	<input type="checkbox"/> Varridos/Rebes	<input type="checkbox"/> Lubrificantes (graxa ou óleo)	<input type="checkbox"/> Correia/Pólis	<input type="checkbox"/> Máquina travada	<input type="checkbox"/> Entressagem	<input type="checkbox"/> Máquina resiscando	<input type="checkbox"/> Pedaleira	<input type="checkbox"/> Resistência queimada	<input type="checkbox"/> Lâmpadas	<input type="checkbox"/> Paralelismo da mesa	<input type="checkbox"/> Procedimento	<input type="checkbox"/> Risco Incêndio/Escalado	<input type="checkbox"/> Sensores	<input type="checkbox"/> Risco Choque Elétrico	<input type="checkbox"/> Outras	Descrição de outras anomalias			<table border="1"> <tr><td>Requisitante</td><td>Data</td><td>Hora</td></tr> <tr><td colspan="3">Anomalia detectada</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Proteção de Máquina</td><td><input type="checkbox"/> Vazamento</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Mangueiras soltas</td><td><input type="checkbox"/> Correia/Pólis</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Bico entupido</td><td><input type="checkbox"/> Economia</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Resistência queimada</td><td><input type="checkbox"/> Sujeira</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Falta de EPI</td><td><input type="checkbox"/> Falta de EPI</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Procedimento</td><td><input type="checkbox"/> Outras</td></tr> <tr><td colspan="3">Descrição de outras anomalias</td></tr> </table>	Requisitante	Data	Hora	Anomalia detectada			<input type="checkbox"/> Proteção de Máquina	<input type="checkbox"/> Vazamento	<input type="checkbox"/> Mangueiras soltas	<input type="checkbox"/> Correia/Pólis	<input type="checkbox"/> Bico entupido	<input type="checkbox"/> Economia	<input type="checkbox"/> Resistência queimada	<input type="checkbox"/> Sujeira	<input type="checkbox"/> Falta de EPI	<input type="checkbox"/> Falta de EPI	<input type="checkbox"/> Procedimento	<input type="checkbox"/> Outras	Descrição de outras anomalias			<table border="1"> <tr><td>Setor:</td><td>Prazo:</td></tr> <tr><td>Dia:</td><td>Hora:</td><td>Min:</td></tr> <tr><td colspan="3">Início do reparo (MTTR)</td><td>Data:</td><td>Horário:</td></tr> <tr><td colspan="3">Fim do reparo (MTTR)</td><td>Data:</td><td>Horário:</td></tr> <tr><td colspan="5">Observações</td></tr> </table>	Setor:	Prazo:	Dia:	Hora:	Min:	Início do reparo (MTTR)			Data:	Horário:	Fim do reparo (MTTR)			Data:	Horário:	Observações					<table border="1"> <tr><td>Setor:</td><td>Prazo:</td></tr> <tr><td>Dia:</td><td>Hora:</td><td>Min:</td></tr> <tr><td colspan="3">Início do reparo (MTTR)</td><td>Data:</td><td>Horário:</td></tr> <tr><td colspan="3">Fim do reparo (MTTR)</td><td>Data:</td><td>Horário:</td></tr> <tr><td colspan="5">Observações</td></tr> </table>	Setor:	Prazo:	Dia:	Hora:	Min:	Início do reparo (MTTR)			Data:	Horário:	Fim do reparo (MTTR)			Data:	Horário:	Observações				
Requisitante	Data	Hora																																																																																											
Anomalia detectada																																																																																													
<input type="checkbox"/> Proteção de Máquina	<input type="checkbox"/> Vazamento																																																																																												
<input type="checkbox"/> Boteira/Comando	<input type="checkbox"/> Motor																																																																																												
<input type="checkbox"/> Unidade de irrigação	<input type="checkbox"/> Varridos/Rebes																																																																																												
<input type="checkbox"/> Lubrificantes (graxa ou óleo)	<input type="checkbox"/> Correia/Pólis																																																																																												
<input type="checkbox"/> Máquina travada	<input type="checkbox"/> Entressagem																																																																																												
<input type="checkbox"/> Máquina resiscando	<input type="checkbox"/> Pedaleira																																																																																												
<input type="checkbox"/> Resistência queimada	<input type="checkbox"/> Lâmpadas																																																																																												
<input type="checkbox"/> Paralelismo da mesa	<input type="checkbox"/> Procedimento																																																																																												
<input type="checkbox"/> Risco Incêndio/Escalado	<input type="checkbox"/> Sensores																																																																																												
<input type="checkbox"/> Risco Choque Elétrico	<input type="checkbox"/> Outras																																																																																												
Descrição de outras anomalias																																																																																													
Requisitante	Data	Hora																																																																																											
Anomalia detectada																																																																																													
<input type="checkbox"/> Proteção de Máquina	<input type="checkbox"/> Vazamento																																																																																												
<input type="checkbox"/> Mangueiras soltas	<input type="checkbox"/> Correia/Pólis																																																																																												
<input type="checkbox"/> Bico entupido	<input type="checkbox"/> Economia																																																																																												
<input type="checkbox"/> Resistência queimada	<input type="checkbox"/> Sujeira																																																																																												
<input type="checkbox"/> Falta de EPI	<input type="checkbox"/> Falta de EPI																																																																																												
<input type="checkbox"/> Procedimento	<input type="checkbox"/> Outras																																																																																												
Descrição de outras anomalias																																																																																													
Setor:	Prazo:																																																																																												
Dia:	Hora:	Min:																																																																																											
Início do reparo (MTTR)			Data:	Horário:																																																																																									
Fim do reparo (MTTR)			Data:	Horário:																																																																																									
Observações																																																																																													
Setor:	Prazo:																																																																																												
Dia:	Hora:	Min:																																																																																											
Início do reparo (MTTR)			Data:	Horário:																																																																																									
Fim do reparo (MTTR)			Data:	Horário:																																																																																									
Observações																																																																																													
<table border="1"> <tr><td colspan="3">Executante</td></tr> <tr><td colspan="3">Justificativa da não procedência:</td></tr> <tr><td>Prazo</td><td>Início do reparo (MTTR)</td><td>Data:</td><td>Horário:</td></tr> <tr><td>MTTR</td><td>Fim do reparo (MTTR)</td><td>Data:</td><td>Horário:</td></tr> <tr><td colspan="4">Motivo do atraso:</td></tr> <tr><td colspan="4">Providências tomadas:</td></tr> <tr><td>Executante</td><td>Viso executante</td><td>Viso requisitante</td></tr> </table>	Executante			Justificativa da não procedência:			Prazo	Início do reparo (MTTR)	Data:	Horário:	MTTR	Fim do reparo (MTTR)	Data:	Horário:	Motivo do atraso:				Providências tomadas:				Executante	Viso executante	Viso requisitante	<table border="1"> <tr><td colspan="3">Executante</td></tr> <tr><td colspan="3">Justificativa da não procedência:</td></tr> <tr><td>Prazo</td><td>Início do reparo (MTTR)</td><td>Data:</td><td>Horário:</td></tr> <tr><td>MTTR</td><td>Fim do reparo (MTTR)</td><td>Data:</td><td>Horário:</td></tr> <tr><td colspan="4">Motivo do atraso:</td></tr> <tr><td colspan="4">Providências tomadas:</td></tr> <tr><td>Executante</td><td>Viso executante</td><td>Viso requisitante</td></tr> </table>	Executante			Justificativa da não procedência:			Prazo	Início do reparo (MTTR)	Data:	Horário:	MTTR	Fim do reparo (MTTR)	Data:	Horário:	Motivo do atraso:				Providências tomadas:				Executante	Viso executante	Viso requisitante	<table border="1"> <tr><td colspan="5">Executante:</td></tr> </table>	Executante:					<table border="1"> <tr><td colspan="5">Executante:</td></tr> </table>	Executante:																																		
Executante																																																																																													
Justificativa da não procedência:																																																																																													
Prazo	Início do reparo (MTTR)	Data:	Horário:																																																																																										
MTTR	Fim do reparo (MTTR)	Data:	Horário:																																																																																										
Motivo do atraso:																																																																																													
Providências tomadas:																																																																																													
Executante	Viso executante	Viso requisitante																																																																																											
Executante																																																																																													
Justificativa da não procedência:																																																																																													
Prazo	Início do reparo (MTTR)	Data:	Horário:																																																																																										
MTTR	Fim do reparo (MTTR)	Data:	Horário:																																																																																										
Motivo do atraso:																																																																																													
Providências tomadas:																																																																																													
Executante	Viso executante	Viso requisitante																																																																																											
Executante:																																																																																													
Executante:																																																																																													

Figura 6 - Etiquetas de identificação de inconveniências (Fonte Empresa em Estudo)

Pilar melhoria específica

Atividade que serve para diminuir as seis grandes perdas que reduzem a eficiência global do equipamento (OEE- Operação Efetiva do Equipamento).

- Perdas por falhas nos equipamentos;
- Perdas por setup;

- Perda por regulagens;
- Perda por parada temporária;
- Perda por queda de velocidade;
- Perda por defeito e retrabalho.



A partir do OEE, é possível verificar se a utilização do equipamento está sendo plena e onde poderão ser realizadas

melhorias. O OEE é representado por 3 termos que relacionam as grandes perdas:
% Disponibilidade - Tempo de Operação / Tempo programado para operar.
% Desempenho - Produção real / Produção ideal.
% Qualidade - (Produtos Bons - Produtos defeituosos) / Produtos bons

$$\text{OEE (\%)} = \frac{\text{TEMPO DO CICLO (PEÇA/MIN)} \times \text{PRODUÇÃO OK}}{\text{TEMPO DISPONÍVEL (MIN)}} \times 100$$

Pilar manutenção planejada.

É estabelecer uma sistemática de manutenção baseada em planejamento, programação e controle de serviços.

Conscientização das perdas decorrentes das falhas de equipamentos e as mudanças de mentalidade das divisões de produção e manutenção, minimizando as falhas e defeitos com o mínimo custo.

Busca atingir o nível de quebra/falha zero por meio do uso adequado de técnicas de manutenção preventiva e análise das ocorrências. Seus indicadores são:

- Custos de manutenção de máquinas;
- Disponibilidade (MTBF - Tempo médio entre falhas e MTTR - Tempo Médio de Reparo);
- Número de intervenções.

Pilar educação e treinamento

Pilar cujo objetivo é desenvolver novas habilidades e conhecimentos para o pessoal da manutenção e da produção. De acordo com a filosofia TPM, "habilidade é o poder de agir de forma correta e automática (sem pensar), com base em conhecimentos adquiridos sobre todos os fenômenos e utilizá-los durante um grande período". É fundamental a capacitação do operador, através de cursos e palestras, para que ele possa conduzir a manutenção sem receio de cometer erros. Como a TPM é assentada no homem e dele depende para a obtenção de resultados efetivos, o treinamento é um investimento em que não se deve economizar, pois o retorno é garantido.

Escopo - Descrição macro das atividades

- Implementar a Limpeza e inspeção Inicial com foco na organização, conservação e segurança;
- Mapear as habilidades necessárias para a execução das tarefas rotineiras;
- Elaborar a matriz das habilidades, planejar e treinar grupo autônomo;
- Implementar padrão provisório para limpeza e inspeção (definir métodos, padrões, frequência e responsabilidades);
- Implementar conceito de gestão visual, Treinamentos "On the Job" e desenvolver lições ponto a ponto;
- Avaliar estrutura de dados (histórico) e as condições atuais (MTBF, MTTR, perdas técnicas e administrativas);
- Restaurar as condições básicas dos equipamentos e aplicar planos de melhoria contínua;
- Implementar indicadores de eficiência (OEE) e confiabilidade (MTBF e MTTR)
- Aplicar planos de ação para evolução dos índices de disponibilidade, performance e qualidade;
- Implementar reuniões periódicas, diálogos TPM e sistemas de avaliação.



Uma condição importante para a evolução da implementação da Manutenção Autônoma foram os treinamentos aplicados para os operadores. Com o desenvolvimento dos operadores desde o início de implementação da 1 - Fase em fevereiro de 2014 os problemas levantados para a execução da manutenção foram cada vez mais executados pelo pessoal operacional, conforme se apresenta na Figura 7.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

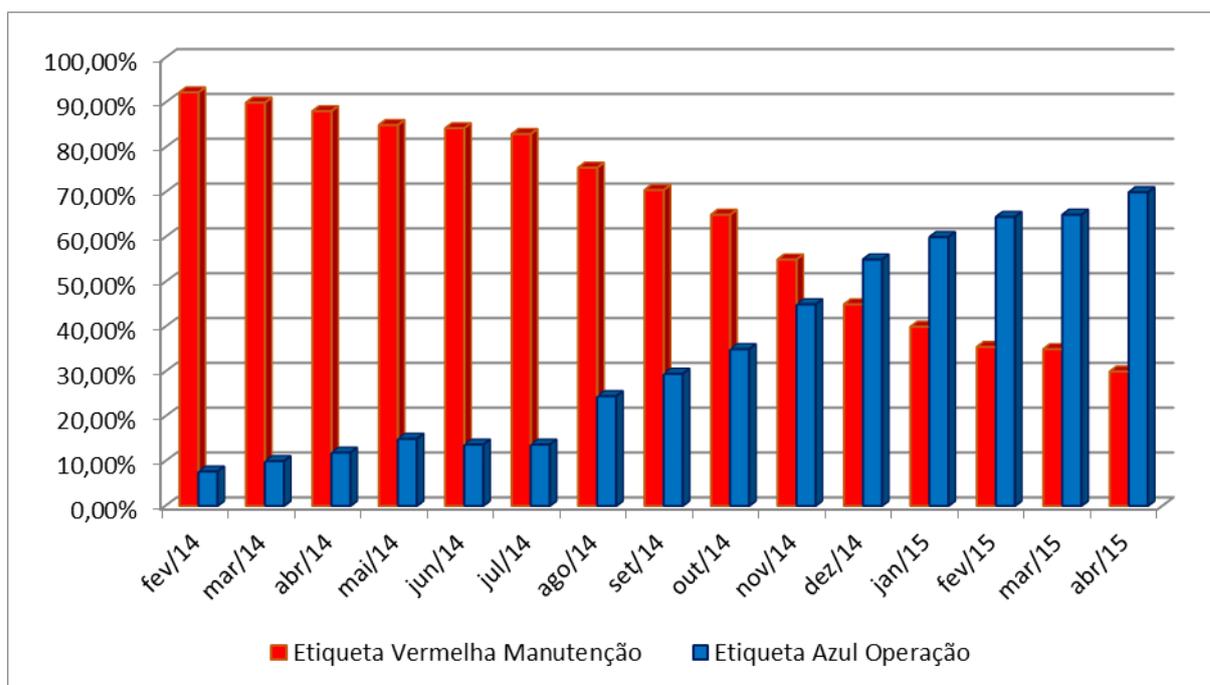


Figura 7 - Gráfico de anomalias resolvidas (Fonte: Empresa em Estudo)

De acordo com os dados apresentados acima, conclui-se que, com os treinamentos aplicados houve:

- Uma maior conscientização e uma maior capacidade de identificação e resolução de anomalias por parte dos operadores;
- Um maior domínio e conhecimento dos operadores em seus equipamentos e processos;
- Um maior tempo livre para o setor de manutenção trabalhar as estratégias de manutenção preventiva, preditiva, engenharia, etc.

Através da análise dos indicadores de confiabilidade (MTBF e MTTR) e Eficiência (OEE) após a implementação da Manutenção Autônoma na célula de injetoras, pode-se verificar uma evolução positiva, embora com alguma necessidade de melhoria no indicador de MTBF, que nos últimos 3 meses esteve abaixo do objetivo devido a problemas de paradas constantes devido às más condições do cilindro de extração da Injetora Termoplástica.

As Figuras 8 e 9 apresentam a evolução dos resultados do processo de manutenção relativos ao tempo médio entre falhas (MTBF) e o tempo médio de reparos (MTTR) das injetoras. Na Figura 10 apresenta os resultados de eficiência global do equipamento (OEE).

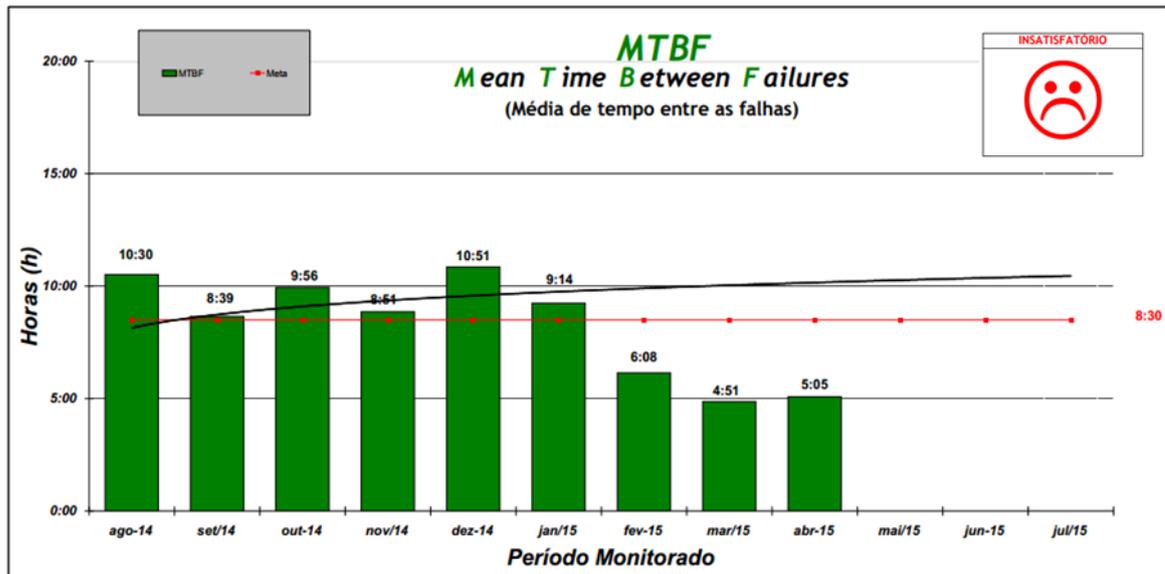


Figura 8 - Indicador de Desempenho MTBF (Fonte: Empresa em Estudo)

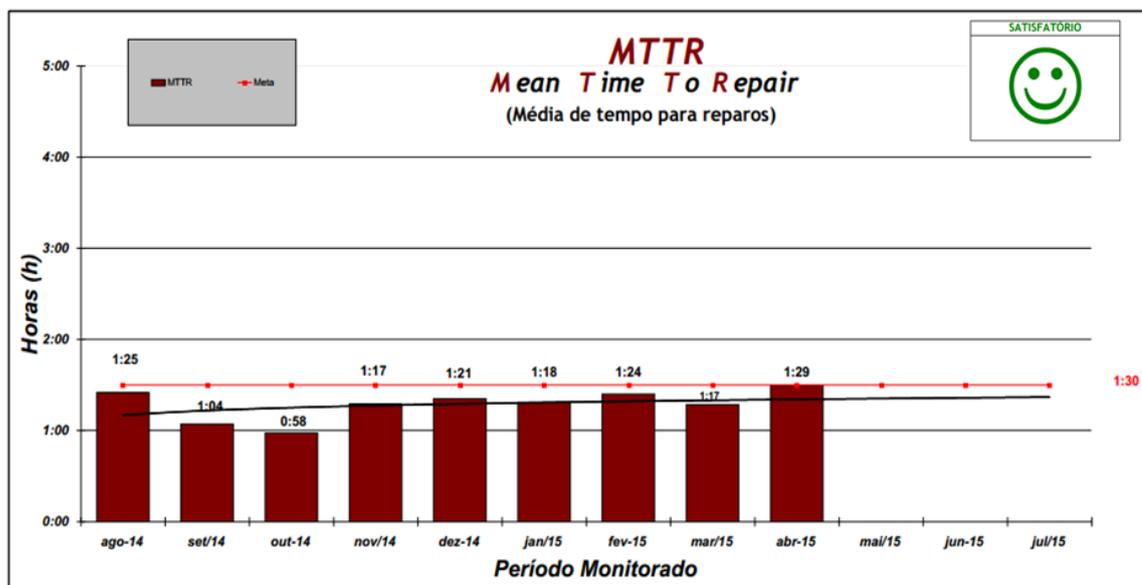
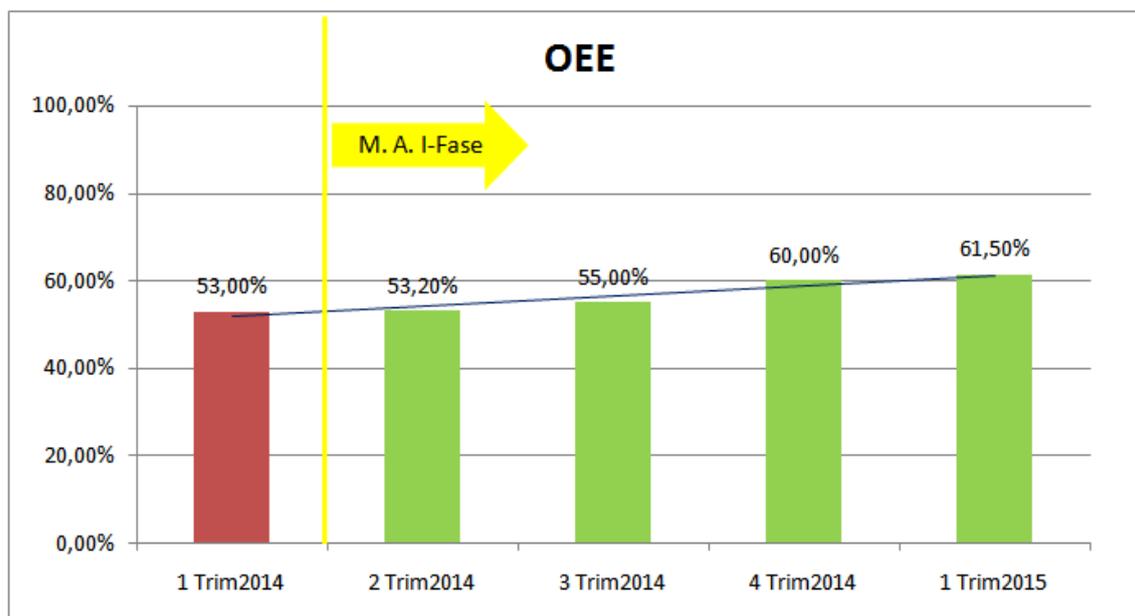


Figura 9 - Indicador de Desempenho MTTR (Fonte: Empresa em Estudo)



De uma forma geral, constatou-se uma melhor condição da conservação dos equipamentos dentro do processo, além disso, os resultados da confiabilidade operacional de cada equipamento progrediram ao longo dos meses, conforme se apresenta no indicador de OEE.

A melhora individual na operação dos equipamentos resultou em uma evolução no aproveitamento da capacidade do equipamento. Embora o índice de OEE esteja aquém do objetivo de 85%, comprovou-se uma melhoria crescente somente com atividades simples, como limpeza dos equipamentos, substituição de componentes ou revisão do equipamento. Para atingir o objetivo dos índices de eficiência, são necessárias ações que exigem algum investimento por parte da empresa.

CONCLUSÃO

O sistema de manutenção estabelecido com base nos padrões da Manutenção Produtiva Total torna-se atualmente um aspecto de absoluta importância para a maioria das empresas, na medida em que todas as organizações precisam obter um retorno máximo dos seus ativos e recursos. Assim sendo, as perdas e

ineficiências devem ser combatidas de forma abrangente em todas as suas dimensões.

Este artigo demonstra que a implementação da Manutenção Autônoma se mostra uma estratégia viável com impacto positivo sobre a eficiência global dos meios produtivos, outro aspecto que demonstra a viabilidade da prática é a redução das interrupções na linha de produção o que gera o aumento da disponibilidade e consequente aumento da capacidade de produção, também existem ganhos no sentido em que os recursos humanos da área de manutenção tem mais tempo para atuar em situações mais críticas de outros setores em equipamentos que necessitam intervenções mais complexas para a sua manutenção.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

HIGGINS, LINDLEY e R. KEITH MOBLEY. **Maintenance engineering handbook**. 7ª Edition, McGraw-Hill, New York, 2002. Disponível em: <http://www.oeo.com/>. Acessado em abril / 2015

JIPM. **Japan Institute of Plant Maintenance**. JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance. Disponível em: <http://www.jipm.or.jp/en/activities/pm/index.html> - Acessado em junho / 2015.



KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, Petrobras, 2009.

NAKAJIMA, S. **TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance.** Cambridge: Productivity Press, 1989.

RIBEIRO, H. **Desmitificando a TPM: como implantar o TPM em empresas fora do Japão.** São Caetano do Sul: PDCA, 2010.

TAKAHASHI, Y., OSADA, T. **TPM / MPT: manutenção Produtiva Total.** São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

VENKATESH, J. An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). **Revista Ferramental.** V. 35 N. 12, 2014. p. 23.
Disponível em:
<<http://www.moldesinjecaoplasticos.com.br/tpm.sp>>. Acessado em junho / 2015.