

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Rodrigo Gamito Martins

**Lean Manufacturing no ambiente fabril: Implantação de TPM e TRF em
uma célula produtiva de uma empresa do ramo plástico.**

São Carlos

2016

Rodrigo Gamito Martins

Lean Manufacturing no ambiente fabril: Implantação de ferramentas de Lean Manufacturing em uma célula produtiva de uma empresa do ramo plástico.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Kleber F. Esposto

São Carlos

2016

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

M3861 Martins, Rodrigo Gamito
 Lean Manufacturing no ambiente fabril: Implantação
 de ferramentas de Lean Manufacturing em uma célula
 produtiva de uma empresa do ramo plástico / Rodrigo
 Gamito Martins; orientador Kleber F. Esposto. São
 Carlos, 2016.

 Especialização (Especialização em Engenharia de
 Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
 Universidade de São Paulo, 2016.

 1. TPM (Manutenção Produtiva Total) . 2. Lean
 manufacturing.. 3. Melhoria Contínua.. 4. TRF (Troca
 Rápida de Ferramenta). I. Título.

Folha de julgamento

DEDICATÓRIA

À minha família que sempre me apoio em todos os momentos em que precisei e que me incentivou a cursar uma pós-graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Sandra Regina Gamito e Gilberto Antonio Martins, pela educação e carinho com que me criaram, ensinando e estando presente em todos os momentos difíceis em que passei, orientando sempre a fazer a melhor escolha e a perseverar sempre até alcançar todos os meus sonhos.

Agradeço também a minha namorada Maria Augusta Lima, que sempre esteve ao meu lado durante todo o curso e foi quem mais participou das dificuldades e de todos os finais de semana de estudo.

Sou grato ao meu orientador, Professor Doutor Kleber F. Esposto, pela confiança e apoio para desempenhar o meu melhor neste trabalho.

Aos colaboradores do Departamento de Engenharia de Produção que sempre nos ajudaram da melhor forma possível com carinho e dedicação.

À toda minha família que de uma forma ou de outra sempre me incentivaram a buscar o meu máximo.

À instituição USP que me deu a oportunidade de realizar este curso espetacular.

RESUMO

MARTINS, R.G. **Lean Manufacturing no ambiente fabril: Implantação de ferramentas de Lean Manufacturing em uma célula produtiva de uma empresa do ramo plástico.** 38f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

O cenário atual de competitividade em que as empresas vivem exige que elas utilizem de ferramentas para potencializar os seus ganhos, sejam eles quantitativos ou qualitativos, além do aperfeiçoamento dos métodos e processos administrativos, produtivos e de gestão. Diante disto, as ferramentas Lean têm sido amplamente usadas em busca destas melhorias de forma contínua. Aborda-se neste estudo de caso a implantação de 2 ferramentas Lean utilizadas para melhoria do processo em uma célula produtiva de uma empresa do ramo plástico. São elas: Manutenção Produtiva Total (TPM) e Troca Rápida de Ferramentas (TRF). O objetivo do presente trabalho é fazer uma comparação entre as situações de pré-implantação e pós-implantação, mostrando os ganhos em disponibilidade de equipamentos, diminuição do número de quebras, participação dos colaboradores perante a conservação de máquinas, redução dos tempos de troca de ferramentas, capacitação dos funcionários, e pôr fim a manutenção dos padrões alcançados neste processo. Dentre os ganhos mapeados no projeto pode-se destacar o aumento de 13,8 horas no MTBF médio, e 5% no OEE, redução de 75 horas/mês de manutenção e de 83 ordens de serviço mensais. Além dos ganhos mensuráveis obteve-se uma maior qualificação dos operadores perante ao equipamento e processo, com o oferecimento de cursos de capacitação para 17 operadores da célula.

Palavras-chave: TPM. Setup. Lean manufacturing. Melhoria Contínua. TRF.

ABSTRACT

MARTINS, R.G. **Lean manufacturing in factory environment: Implantation of Lean tools in a productive cell in a company that works with plastic.** 38f. Monograph (Coursework final) - Department of Production Engineering, School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2016.

The current scenario of competitiveness that the companies are working require that they use different tools to maximize their profits, which can be quantitative or qualitative, besides of the improvement in methods, administrative process, production and control. In front of this situation, lean tools has been used to get all these improvement in a continuous process. The approach in this case studies the implementation of two lean tools used to get a better process in a productive cell at a company that work with plastic. The tools used are: Total Productive Maintenance (TPM) and Quick Tool Change. The objective of this research is to make a comparison between the situation before the implementation of the lean tools and the situation after the implementation, showing the rise in availability of equipment, decline in the number of failure, participation of the workers in the conservation of equipment, reduction on tool changes, professional training and maintenance of all this process after the implantation. As main mapped profits in the Project it is highlighted the increase of 13,8 hours in MTBF and 5% in OEE, reduction of 75 hours/month of repairs and 83 service orders per month. Besides this quantitative profits, the company had a better qualification of its workers when is looked about details of the equipment and productive process, obtained through training of 17 workers in cell.

Key words: TPM. Kanban. Setup. Lean Manufacturing. Continuous Improvement.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1: Perfil dos empregados em uma empresa que utiliza TPM.....	5
FIGURA 3.2: As 6 grandes perdas na visão do TPM.....	6
FIGURA 3.3: Os oito pilares do TPM.....	7
FIGURA 3.4: Significado do 5S's.....	10
FIGURA 3.5: Conceito de SMED.....	12
FIGURA 3.6: Estágios conceituais para a melhoria de setup	13
FIGURA 4.1: Exemplo de atividades realizadas dentro de um <i>Kaizen</i>	17
FIGURA 4.2: Exemplo de padrão provisório a ser implementado em máquina.....	17
FIGURA 4.3: Exemplo de etiqueta de TPM	18
FIGURA 4.4: Fases do TPM e respectivas etapas de evolução por pilar	20
FIGURA 4.5: Exemplo de auditoria da fase 1 do TPM - Pilar de manutenção planejada	20
FIGURA 4.6: Diagrama de espaguete (antes x depois)	21
FIGURA 4.7: Folha de observação utilizada durante processo de análise do setup	22
FIGURA 4.8: Área de ferramentaria após melhorias de fluxo e armazenamento	23
FIGURA 4.9: Armazenamento de peças comuns entre moldes	23
FIGURA 5.1: Gráfico de MTBF comparando a situação pré e pós implantação.....	25
FIGURA 5.2: Gráfico de MTTR comparando a situação pré e pós implantação	25
FIGURA 5.3: OEE da célula produtiva considerando o OEE médio das 21 máquinas	26
FIGURA 5.4: Exemplo de melhoria de 5S realizada na célula para facilitar a identificação das mangueiras na troca de moldes.....	27
FIGURA 5.5: Exemplo de procedimento operacional padrão para cumprimento dos requisitos de 5S.....	28
FIGURA 5.6: Auditoria de 5S aplicada a uma máquina da célula produtiva	29
FIGURA 5.7: Gráfico de análise do tempo de setup (antes x depois).....	30
FIGURA 5.8: Melhoria aplicada ao molde para redução do número de mangueiras.....	30
FIGURA 5.9: Procedimento de trabalho padrão anterior a parada de máquina	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SMED – Single Minute Exchange of Dies

TPM – Total Productive Maintenance

TRF – Troca Rápida de Ferramentas

MP – Manutenção Produtiva

MPT – Manutenção Produtiva Total

STP – Sistema Toyota de Produção

MTBF – Mean Time Between Failures

MTTR – Mean Time To Repair

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Referencial Teórico	1
3. Metodologia	3
3.1. Introdução ao sistema Toyota de produção	3
3.2. Manutenção Produtiva Total	4
3.2.1. Origem do TPM.....	4
3.2.2. Características do TPM.....	4
3.2.3. As 6 grandes perdas no processo.....	5
3.2.4. Os pilares de sustentação do TPM	6
3.2.5. As fases para a implantação do TPM	8
3.2.6. Quebra Zero	10
3.2.7. O programa de 5S's	10
3.3. Troca Rápida de Ferramenta	11
3.3.1. Origem	11
3.3.2. Conceito	11
3.3.3. Estudo do Processo de setup atual.....	12
3.3.4. Redução do tempo de setup	13
3.3.5. Setup interno e externo	14
3.3.6. Conversão de setup interno em externo	14
3.3.7. Melhorias no processo de setup interno e externo	15
3.3.8. Etapas para a implantação da TRF	15
3.3.8.1. Estágio estratégico	15
3.3.8.2. Estágio preparatório	16
3.3.8.3. Estágio operacional	16

3.3.8.4. Estágio consolidação	16
4. Métodos	17
4.1. Implantação do TPM em uma indústria do ramo plástico	17
4.1.1. Fase de preparação e introdução	17
4.1.2. Fase de implantação	18
4.1.3. Fase de consolidação	20
4.2. Implantação da Troca Rápida de Ferramentas em uma indústria do ramo plástico	23
4.2.1. TRF - Estágio estratégico	23
4.2.2. TRF - Estágio Preparatório	23
4.2.3. TRF - Estágio Operacional	24
4.2.4. TRF - Estágio Consolidação	26
5. Resultados.....	27
5.1. Cenário pré-implantação	27
5.2. TPM atualmente	27
5.2.1. MTBF e MTTR.....	27
5.2.2. OEE	29
5.2.3. 5S's.....	30
5.3. TRF – Troca Rápida de Ferramenta	32
5.3.1. Cenário pré-implantação.....	32
5.3.2. Cenário atual	33
6. Conclusões	35

1 INTRODUÇÃO

Diante de um cenário mundial cada vez mais competitivo entre empresas, há constantemente a procura por alternativas afim de potencializar as oportunidades de melhoria de processos, aumento dos ganhos financeiros, redução de custos, capacitação de funcionários, entre outros tantos motivos que forçam as empresas a estarem em constante evolução e desenvolvimento. Surgida no Japão pós-segunda guerra mundial na indústria automobilística, a produção enxuta e suas ferramentas desde então vem sendo amplamente utilizadas por indústrias de diversos ramos e portes, em busca da tão sonhada melhoria contínua de seus processos e serviços.

No presente trabalho é descrito a implantação de 2 ferramentas do modelo enxuto em uma empresa de grande porte do ramo plástico com atuação nacional e internacional, bem como a metodologia utilizada, as etapas do processo de implantação, dificuldades e necessidades, resultados obtidos e um comparativo da situação antiga com a situação atual. A área piloto escolhida para início da implantação foi a célula com maior capacidade produtiva na fábrica de injeção plástica, de forma a melhorar os índices de refugo, atendimento ao programado x produzido, aumento do MTBF e redução do MTTR.

A estrutura do trabalho será dividida em teoria e aplicação prática e seus resultados, de forma a esclarecer os ganhos e vantagens ao se utilizar tais ferramentas no processo fabril.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em busca da melhoria de seus processos, indústrias de todo o mundo estão aplicando os princípios originados na Toyota sobre produção enxuta e as diversas ferramentas utilizadas para sua sustentação.

O STP não é somente um kit de ferramentas enxutas. É um sistema em que cada parte contribui para o todo e que concentra seus esforços ao estímulo de pessoas em busca da melhoria contínua de seus processos e serviços (LIKER, 2005, p. 53).

Os objetivos das atividades de produção são expressos em termos de melhoria da produtividade, garantia da qualidade, redução de custos, cumprimento da data de entrega, segurança e proteção ambiental e aumento da motivação dos funcionários. As atividades de manutenção produtiva são realizadas para que esses objetivos sejam alcançados (SHINGO, 1985, p. 147).

As metas são aumentar a confiabilidade do equipamento no que diz respeito à qualidade da produção, prevenção de avarias, manutenção, segurança e operacionalidade como um programa que visa promover o conhecimento de engenharia dentro da fábrica (SHINGO, 1985, p. 5).

Segundo Nakajima (1989) a MPT tem como objetivo o aperfeiçoamento profissional de todos os funcionários, a otimização da utilização e rendimento dos equipamentos, redução dos custos de manutenção e diminuição de perdas nas diversas fases e áreas do processo produtivo.

Nakajima (1989, p.7) afirma que “A MPT é uma campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima do equipamento existente, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento”.

A TRF foi desenvolvida em um período de 19 anos como resultado de exames detalhados de aspectos teóricos e práticos de melhorias de setup. Ambos, análise e implementação são fundamentais para o sistema TRF e devem integrar qualquer programa de melhoria (SHINGO, 2000, p. 51)

Conforme Shingo (2000) os resultados da aplicação da troca rápida de ferramentas ou SMED, vão além do ganho de tempo de setup e aumento do tempo de trabalho. Fabricantes que adotam esta filosofia ganham vantagens estratégicas no processo como a eliminação de grandes estoques de mercadoria e alteração dos conceitos básicos de produção.

Shingo (2000) afirma que “Normalmente, imagina-se que os procedimentos de setup são amplamente variados, dependendo do tipo de operação e equipamento utilizado. Contudo, se estes procedimentos forem analisados sob outro ponto de vista, pode-se verificar que todas as operações de setup compreendem uma sequência de passos”.

Existem dois tipos de setup, interno e externo. Os quatro estágios conceituais da melhoria de setup envolvem a distinção entre estes dois tipos e a conversão de setup interno em externo. Uma vez que isso foi realizado, seus aspectos podem ser racionalizados. Em cada estágio, contudo, melhorias de setup podem ser percebidas (SHINGO, 2000, p.51)

Shingo (2000, p. 50) afirma que “O passo mais importante na implantação da TRF é distinguir entre setup interno e externo. Todos concordam que atividades como a preparação de componentes, a manutenção e assim por diante, não devem ser realizados quando a máquina estiver parada”.

Kanzawa (2006, p. 31) afirma que “Em muitas situações, alcançar o dígito único não será possível devido à necessidade de um alto investimento. Entretanto, aplicando o conceito e as ferramentas do SMED, será possível reduzir drasticamente o tempo de duração do changeover em maioria dos casos”.

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução ao Sistema Toyota de Produção

Segundo Womack, Jones e Roos (2004) o STP nasceu no Japão durante o pós-guerra, quando o país ainda estava devastado e buscando alternativas para reestruturar-se. Algumas características econômicas e políticas japonesas fizeram com que Eiji Toyoda, fundador do Sistema Toyota de Produção, não copiasse simplesmente o modelo de produção em massa de Ford ao qual havia estudado por 3 meses, e sim criasse um novo modelo aprimorando todos os tipos de desperdício que pudera enxergar. Durante este período o mercado interno era limitado, demandando uma vasta gama de veículos, a mão-de-obra não quisera mais ser descartável, o capital interno era também limitado e o mundo externo estava repleto de grandes fornecedores que buscavam novos mercados.

A Toyota desenvolveu seu sistema de produção após a Segunda Guerra Mundial, em uma época em que enfrentava condições empresariais muito diferentes das da Ford e da GM. Enquanto estas utilizavam-se de produção em massa, economias de escala e grandes equipamentos para produzir o máximo possível de peças com o menor custo possível, a Toyota no Japão pós-guerra tinha um mercado reduzido (LIKER, 2005, p. 29).

Para que o Sistema de Produção enxuta funcione, é preciso que haja um sincronismo entre as atividades, sejam elas de manutenção, fluxo de processo, troca de ferramentas, etc. Liker (2005, p.52) afirma que “um alto grau de estabilidade é necessário para que o sistema não seja constantemente interrompido”. Conclui-se então que para que o todo funcione, é preciso que todas as partes do todo estejam voltadas para o bom funcionamento do sistema, tendo como base principal de controle as pessoas, desde a operação até níveis de diretoria. Liker (2005, p.52) diz que “as pessoas devem ser treinadas para encontrar a perda e eliminar os problemas pela raiz perguntando-se repetidamente qual é a verdadeira causa desses problemas”.

Tal como citado há diversas partes do Sistema Enxuto que precisam funcionar para que o sistema funcione. Dentre elas destacam-se o programa de 5S, a Manutenção Produtiva Total, o Kanban, o Sistema de Troca Rápida de Ferramentas, o Heijunka, o Fluxo Contínuo de Produção, entre tantos outros alicerces deste sistema, todos com a meta fundamental de redução do desperdício, seja ele de tempo ou monetário.

3.2 Manutenção Produtiva Total

3.2.1 Origem da Manutenção Produtiva Total

A TPM teve início no Japão com a empresa Nippon Denso KK, integrante do grupo Toyota, e que em 1971 recebeu um prêmio PM pelo desempenho e condução deste programa. No Brasil surgiu pela primeira vez em 1986 (KARDEC, NASCIF, 2012, p.213).

Segundo Kardec e Nascif (2012, p.213) considera-se que “a TPM deriva da Manutenção Preventiva, concebida originalmente nos Estados Unidos”. Segundo Kardec, Nascif (2012) sabe-se também que a TPM surgiu da evolução do processo de manutenção que seguiu a seguinte linha histórica:

- Manutenção Preventiva (1950) – conceito de que intervenções adequadas evitariam falhas, melhorariam o desempenho e a vida útil do equipamento;
- Manutenção com Introdução a Melhorias (1957) – Aumento da facilidade de atuação da manutenção e confiabilidade dos equipamentos;
- Prevenção de Manutenção (1960) – Incorporação durante a ainda a fase de projetos desenvolvimento de máquinas e equipamentos a não necessidade de manutenção;

3.2.2 Características do TPM

A Manutenção Produtiva Total está entre os métodos mais eficazes para transformar uma operação com gerenciamento voltado para o equipamento, afim de minimizar as perdas por quebra e consequentes paralizações do processo produtivo. Este método possui como uma de suas principais características a participação de todos os funcionários da empresa, buscando encontrar os problemas em sua raiz para eliminá-los.

Takashi Osada (1993, p.21) define que para uma empresa trabalhar com o TPM, é preciso atender a 5 requisitos básicos “Os requisitos para esse tipo de MP são: (1) criar equipamentos com o maior rendimento global possível; (2) definir uma MP total que leve em conta todo o tempo de vida do equipamento; (3) manter a motivação através de atividades de pequenos grupos independentes; (4) abordar o planejamento, a utilização e manutenção do equipamento e (5) contar com a participação de toda a empresa, dos altos executivos aos operários”.

De acordo com Kardec e Nascif (2012, p.215) “a TPM objetiva a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos”. Para que as modificações nas máquina e equipamentos sejam dotadas de automação, é preciso capacitar as pessoas que a operam. Quando temos este conjunto Homem + Máquina atingimos o objetivo que é a melhoria no resultado global final.

Os operadores passam a executar tarefas mais simples, que antes eram executadas pelo pessoal de manutenção, como: lubrificação, limpeza, ajustes de gaxetas, medição de vibração e temperatura, troca de lâmpadas, sintonia em controladores, limpeza e troca de filtros (...) (KARDEC, NASCIF, 2012, p.215).

OPERADORES	Execução de atividades de manutenção de forma espontânea (lubrificação, regulagens...)
MANTENEDORES	Execução de tarefas na área da mecatrônica
ENGENHEIROS	Planejamento, projeto e desenvolvimento de equipamentos que não exijam manutenção.

Figura 3.1 – Perfil dos empregados em uma empresa que utiliza TPM

Fonte: KARDEC, NASCIF (2012, p.215)

Utilizando a sistemática de grupos de trabalho conhecidos como CCQ – Círculos de Controle de Qualidade ou ZD – Defeito Zero, foram disseminados os seguintes conceitos, base da TPM:

- Cada um deve exercer o Autocontrole;
- A minha máquina deve ser protegida por mim;
- Homem, máquina e empresa devem estar integrados;
- A manutenção dos meios de produção deve ser preocupação de todos (KARDEC, NASCIF, 2012, p.215).

3.2.3 As 6 grandes perdas no processo

Na visão do TPM tem-se que o processo pode sofrer com perdas caso o maquinário não atenda a todas expectativas de produtividade, qualidade, disponibilidade e confiabilidade. Está mostrado no quadro a seguir quais são estas 6 grandes perdas, suas causas e influências dentro do processo:

As 6 Grandes Perdas	Causa da Perda	Influência
1. Quebras 2. Mudança de Linha	Paralisação	Tempo de Operação
3. Operação em Vazio e Pequenas Paradas 4. Velocidade Reduzida em Relação à Nominal	Queda de Velocidade	Tempo Efetivo de Operação
5. Defeitos de Produção 6. Queda de Rendimento	Defeitos	Tempo Efetivo de Produção

Figura 3.2 - As 6 grandes perdas na visão TPM

Fonte: KARDEC, NASCIF (2012, p.216)

Segundo Kardec e Nascif (2012) as perdas podem ser definidas da seguinte forma:

- **Perdas por Quebras:** são aquelas causadas por falha no equipamento ou geração de produtos defeituosos. Dentre todas estas perdas é a mais impactante;
- **Perdas por mudança de linha:** tempo necessário para ajuste de setup de linha;
- **Perdas por operações em vazio e pequenas paradas:** são interrupções momentâneas ao processo e que exigem do operador intervenção imediata;
- **Perdas por queda de velocidade de produção:** são caracterizadas como falhas no equipamento ou no processo que impedem que o mesmo trabalhe em regime nominal;
- **Perdas por produtos defeituosos:** são aquelas que demandam retrabalho ou descarte do produto não conforme;
- **Perdas por queda no rendimento:** são as perdas causadas pelo não aproveitamento total do equipamento, gerado por defeitos no processo ou falta de insumos.

3.2.4 Os pilares de sustentação do TPM

A figura 3 representa a casa do TPM, onde oito pilares sustentam e dão apoio a ferramenta. Cada pilar representa uma pequena parte da sustentação da casa, e juntos garantem que o TPM tenha base para ser implementado e sustentado.

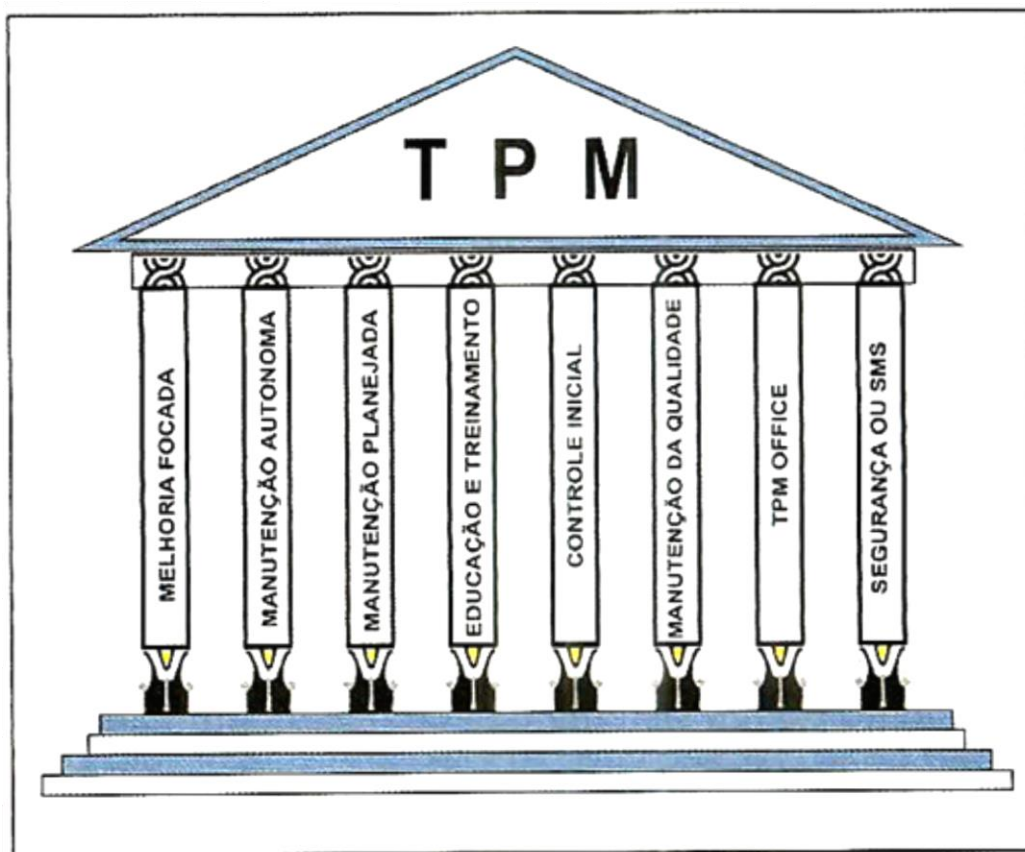


Figura 3.2 - Os oito pilares do TPM

Fonte: Kardec. Nascif (2012, p.219)

Kardec e Nascif (2012) definem cada um dos oito pilares do TPM. São eles:

- **Melhoria Focada:** reduzir o número de problemas afim de aumentar o desempenho do equipamento, sua vida útil, disponibilidade, velocidade e confiabilidade;
- **Manutenção Autônoma:** gerenciamento e controle dos equipamentos são realizados pelos próprios operadores, baseado no cumprimento de padrões pré-estabelecidos;
- **Manutenção Planejada:** implica realizar as manutenções conforme a real necessidade do equipamento e ter pessoal treinado para execução adequada.
- **Educação e Treinamento:** Ampliação do conhecimento e capacitação dos funcionários;

- **Controle Inicial:** estabelecer o gerenciamento do equipamento e buscar a eliminação de falhas em sua causa raiz.
- **Manutenção da Qualidade:** buscar a filosofia de quebra zero dos equipamentos;
- **TPM Office:** ampliação do sistema de TPM para além do ambiente fabril, buscando também a implantação de um programa de TPM nas áreas administrativas, visando aumento de eficiência;
- **Segurança:** estabelecer um sistema que se preocupe com a saúde e segurança de seus colaboradores, além da preocupação com o meio ambiente.

3.2.5 As fases para implantação do TPM

A implantação estruturada do TPM segue quatro fases pré-determinadas, e um total de 12 etapas para que seja possível a implantação, considerando ainda os elementos básicos de cada uma das etapas, demonstrado assim no quadro a seguir:

FASE	ETAPAS	ELEMENTOS BÁSICOS
Preparação	1 - Comprometimento da alta administração.	Divulgação do TPM em todas as áreas da empresa / Divulgação através de jornais internos.
	2 - Divulgação e Treinamento Inicial.	Seminário interno dirigido a gerentes de nível superior e intermediário/ Treinamento de operadores.
	3 - Definições do órgão ou Comitê responsável pela Implantação	Estruturação e definição das pessoas do Comitê de Implantação.
	4 - Definições da Política de Metas	Escolha das metas e objetivos a serem alcançados.
	5 - Elaboraões do Plano Diretor de Implantação	Detalhamento do plano de implantação em todos os níveis.
Introdução	6 - Outras atividades relacionadas com a introdução	Convite a fornecedores, clientes e empresas contratadas.
Implementação	7 - Melhorias em Máquinas e equipamentos.	Definição de áreas e/ou equipamentos e estruturação das equipes de trabalho.
	8 - Estruturação da Manutenção Autônoma.	Implantação da Manutenção Autônoma, por etapas, de acordo com programa / Auditoria de cada peça.

	9 - Estruturação do setor de Manutenção e Condução da Manutenção Preditiva.	Condução da Manutenção Preditiva / Administração Plano MP / Sobressalentes, Ferramentas, Desenhos, etc.
	10 - Desenvolvimento e Capacitação do Pessoal.	Treinamento de pessoal de operação para desenvolvimento de novas habilidades relativas à Manutenção / Treinamento de pessoal de Manutenção para análise, diagnóstico, etc. / Formação de Líderes.
	11 - Estrutura para Controle e Gestão dos Equipamentos em uma Fase inicial.	Treinamento de pessoal de operação para desenvolvimento de novas habilidades relativas à Manutenção / Treinamento de pessoal de Manutenção para análise, diagnóstico, etc. / Formação de Líderes.
Consolidação	12 - Realização do TPM e seu aperfeiçoamento.	Candidatura ao Prêmio PM / Busca de objetivos mais ambiciosos.

Quadro 3.1 - Fases, etapas e requisitos mínimos para implantação da MPT

Fonte: Adaptação de Kardec, Nascif (2012, p.221)

3.2.6 Quebra Zero

Considerando o defeito por quebra de equipamentos o principal vilão do bom funcionamento de uma fábrica e também na geração de desperdícios, na cultura TPM mostra-se fundamental a busca pela quebra zero do maquinário fabril.

Segundo Kardec e Nascif (2012) há uma diferença entre a máquina parar por quebra durante o período que estava programada para operar e uma simples parada justificada, seja para manutenção ou falta de pedido.

Algumas medidas são fundamentais para a obtenção e conquista definitiva da quebra zero:

- Estruturação das Condições Básicas para a Operação;
- Obediência às Condições de Uso;
- Regeneração do Envelhecimento;
- Sanar os pontos falhos decorrentes de Projeto;
- Incrementar Capacidade Técnica (KARDEC, NASCIF, 2012, p.218)

3.2.7 O programa de 5S

Segundo Takahashi e Osada (1993) uma forma de enxergar o tamanho da motivação de seus operários é analisar qual é a situação em que os respectivos maquinários se encontram, mostrando o quão cuidadoso e aplicado é determinado colaborador.

Significado dos 5S's (5 palavras começadas por "S")	Definição	Exemplos	Objetivos
Organização (Seiri)	Distinguir o necessário do desnecessário e eliminar o desnecessários	• Reduzir o estoque disponível _____ • Usar o espaço de forma eficiente _____ • Reduzir os incidentes de perda ou falta de itens _____	Reduzir os custos
Arrumação (Seiton)	Determinar o layout e a arrumação para que todos os itens possam ser encontrados imediatamente quando necessários	• Acabar com os vazamentos de óleo, água etc. _____ • Eliminar as perdas provocadas pela procura de itens necessários _____ • Eliminar as condições instáveis _____	Melhorar a eficiência
Limpeza (Seiso)	Eliminar sujeira, poeira e materiais estranhos; manter o ambiente limpo	• Manter e melhorar as funções do equipamento _____ • Limpar e inspecionar as áreas-chave do equipamento _____ • Melhorar o ambiente de trabalho _____	Melhorar a qualidade dos produtos
Limpeza pessoal (Seiketsu)	Manter o ambiente limpo para conservar a saúde e evitar a poluição	• Eliminar as causas de acidentes _____	Reduzir o número de avarias
Disciplina (Shitsuke)	Treinar as pessoas para implementar decisões	• Reduzir os incidentes provocados por descuido _____ • Enfrentar as situações utilizando as regras _____ • Adotar melhores relações humanas _____	Garantir a segurança e a prevenção da poluição
			Elevar o moral

Figura 3.4 - Significado dos 5S

Fonte: Takahashi, Osada (1993, p.127)

O programa de 5S é base fundamental para a implementação da Manutenção Produtiva Total que é dependente desta ferramenta para que o operador tenha a possibilidade de realizar a gestão visual como técnica para sinalizar os problemas encontrados. De acordo com Takahashi e Osada (1993, p.122) “se os painéis de console da operação estiverem sujos ou o chão da fábrica desorganizado e as máquinas cheias de graxa e poeiras, sem demonstrar o menor sinal de manutenção recente é impossível manter a qualidade da produção e a durabilidade do equipamento”.

3.3 Troca Rápida de Ferramenta

3.3.1 Origem

Conforme Shingo (2000) a metodologia TRF nasceu em 1950 quando Shigeo Shingo dirigiu três experiências de estudo de eficiência em indústrias do segmento automotivo. Acreditava-se na época que a única forma possível para aumento de produtividade e redução do gargalo seria a aquisição de novas máquinas. Shingo então realizou estudos e investigou possíveis opções para tais problemas, culminando na metodologia hoje conhecida como Troca Rápida de Ferramentas.

A literatura ainda diz que não há um método único para cada tipo de máquina específico, mas sim um método genérico onde suas etapas principais se enquadram na aplicação de qualquer maquinário ou ambiente produtivo.

3.3.2 Conceito

Primeiramente é preciso entender qual o conceito de setup para que possamos entender como e onde realizar as melhorias necessárias. Segundo Kannenberg (1994) o tempo de setup é compreendido como a somatória do período que se inicia no momento em que se para a produção de um determinado item, até o momento em que a máquina é reiniciada e produz peças dentro dos padrões de qualidade.

O SMED, sigla de Single Minute Exchange of Dies ou TRF é hoje uma das principais ferramentas que buscam a redução do tempo de setup para uma maior flexibilização da produção e redução dos estoques intermediários e de produtos acabados. A ideia central do TRF é a redução dos tempos de setup para valores inferiores a 10 minutos.

Em muitas situações, alcançar o dígito único não será possível devido à necessidade de um alto investimento. Entretanto, aplicando o conceito e as ferramentas do SMED, será possível reduzir drasticamente o tempo de duração do changeover (processo de troca de ferramenta) na maioria dos casos. (Kanzawa, 2006, p. 31).

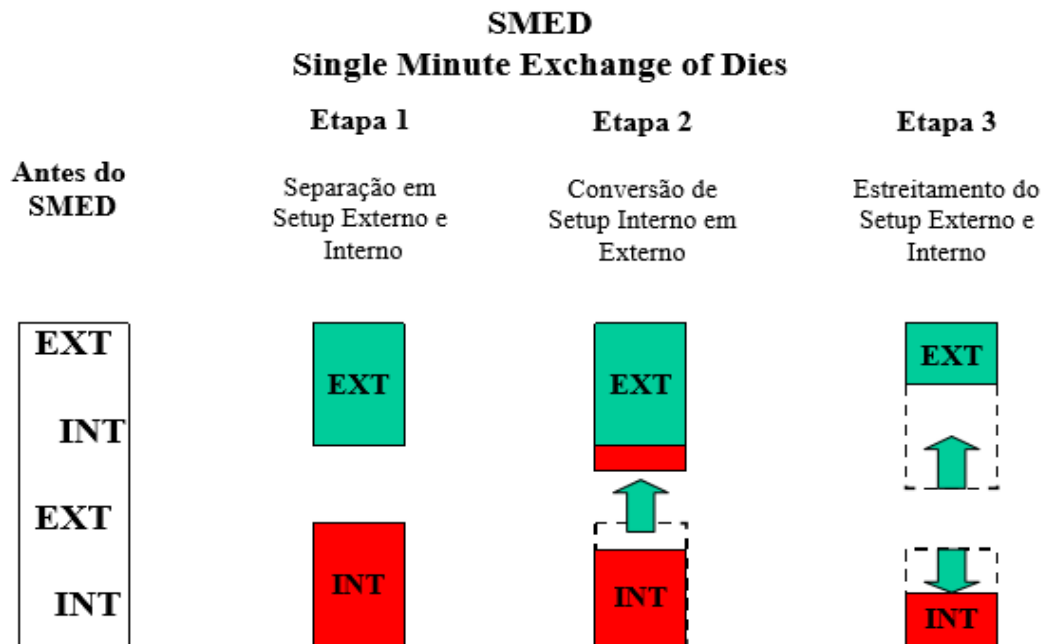


Figura 3.1 - Conceito de SMED

Fonte: Kanzawa, Cesar Takeshi (2006, p.32)

A figura acima é uma esquematização do conceito de SMED, onde é realizada a separação do setup interno e externo, parte do setup interno é transformada em externo, e por fim ambos os setups tem seu tempo reduzido.

3.3.3 Estudo do Processo de setup atual

De acordo com Moura (1996) os setups atuais podem estar tomando horas, talvez até dias e sem dúvida não serão eliminados de um momento para outro, é necessário estudo por parte da equipe para levantamento das informações e posterior análise baseada em novas metodologias.

Segundo Souza (2009) no estágio preliminar ao de implantação da Troca Rápida de Ferramentas não há ainda diferenciação entre setup interno e externo, levando aos mais variados tipos de perdas, como por exemplo:

- Ferramentas que serão montadas ou utilizadas na máquina durante o processo de setup não estão no local antes do momento da parada;
- Identificação de peças com defeito são realizadas somente durante o processo de setup, tais como parafusos espanados, porcas, falta de arruelas, necessidade de gabaritos, etc.;
- Transporte da matéria prima e dos produtos acabados ocorrem somente após a parada da máquina.

Diante deste cenário, autores dos mais variados livros e teses sobre redução do tempo de setup defendem 3 etapas para a implantação de um modelo de setup mais eficiente e com menos desperdícios, são elas: Separação entre setup interno e externo, Conversão de setup interno em externo e por fim melhorias no processo de setup interno e externo.

3.3.4 Redução do Tempo de Setup

Para possibilitar a redução do tempo de setup de máquinas, é fundamental entender um conceito básico sobre setup, cujo diversas literaturas destacam como sendo os principais pontos de análise e melhoria. Segundo Shingo (2000) este conceito diz respeito a separação de atividades entre o setup interno, que apenas são possíveis de ocorrer com a máquina parada, de setup externo, que acontecem de forma a preparar todo o ferramental e peças necessárias para realização do setup durante o processo de produção, antes de sua paralização.

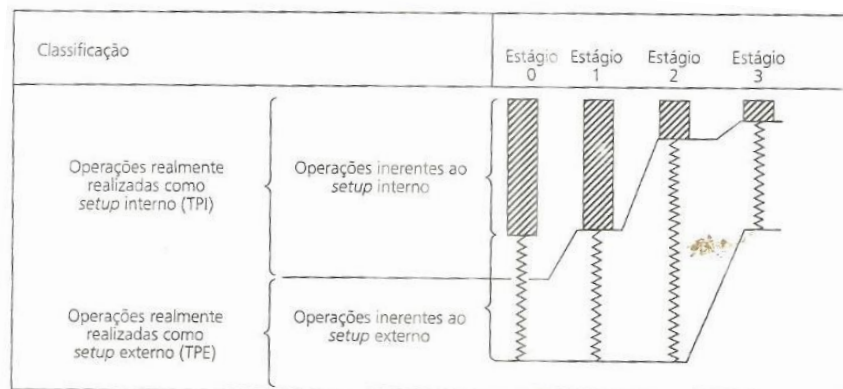


Figura 3.2 - Estágios conceituais para a melhoria de setup

Fonte: Shingo, Shigeo (2000, p.49)

A classificação do tipo de setup compreende uma das 3 etapas para implantação da troca rápida de ferramentas. Outra etapa compreendida nesta metodologia é a conversão de setup interno em externo, onde busca-se reduzir ao máximo o tempo de máquina parada, incapaz de produzir. Por fim ainda temos a etapa de melhoria dos processos de setup interno e externo.

3.3.5 Setup interno e externo

Conforme Shingo (2000) a primeira fase para implantação de um sistema de troca rápida de ferramentas é a separação entre as atividades internas, que precisam ocorrer com o equipamento parado, e as atividades externas, que podem ser realizadas anteriormente a parada do equipamento. Ainda segundo este autor a utilização das técnicas corretas para a melhoria do setup podem implicar em redução do tempo de setup que variam entre 30% e 50%, dependendo do caso. Shingo (2000, p.50) afirma que “controlar a separação entre setup interno e externo é o passaporte para atingir a TRF”.

Segundo Shingo (2000) algumas técnicas auxiliam na identificação e aperfeiçoamento do setup externo, tais como:

- Utilização de um checklist que contenha informações relevantes ao processo de setup, como: ferramentas, componentes necessários, insumos, etc.;
- Realizar checagem prévia da condição das ferramentas e peças que passarão pelo processo de setup;
- Melhoria no transporte de ferramentas, componentes e insumos.

3.3.6 Conversão de Setup interno em externo

Esta etapa compreende a análise do setup interno para enxergar possíveis atividades que possam ser caracterizadas como setup externo. Segundo Shingo (2000, p.50) “converter setup interno em externo envolve duas noções muito importantes:

- Reexaminar as operações para verificar se algum passo foi erroneamente dado como interno;
- Encontrar meios para converter estes passos para setup externo”.

Shingo (2000) ainda cita outros pontos importantes a serem implantados em busca de redução do tempo de setup, destacando-se:

- Preparação antecipada da máquina no que diz respeito a condições de pressão, temperatura, velocidade, etc. Exemplo: aquecimento externo de uma matriz no processo de extrusão de forma que quando o processo se iniciar a máquina encontra-se em condições de fabricar peças com qualidade;
- Criação de guias para facilitar o posicionamento de peças e ferramentas durante o setup. Exemplo: guia com dois pinos para encaixe de uma matriz de granulação, facilitando a centralização da mesma no equipamento.

3.3.7 Melhorias no processo de setup interno e externo

Esta é a última fase do processo de redução do tempo de setup, onde melhorias serão implementadas e sua maioria dependerão de recursos financeiros para acontecer. Nesta fase avalia-se cada operação interna e externa afim de encontrar possíveis atividades que desperdicem tempo e que possam evoluir diante de um investimento.

Shingo (2000) cita algumas técnicas que podem ser utilizadas dependendo do processo de fabricação:

- Implantar operações em paralelo quando possíveis. Muitos setups ocorrem em mais de um ponto na máquina então é preciso alinhar e balancear estas atividades de forma a acontecerem em paralelo;
- Utilizar métodos de fixação que facilite o trabalho e economize tempo. Exemplo: substituir um método de fixação através de parafusos por fixação magnética ou trava rápida.
- Realizar melhorias no que diz respeito a necessidade de ajustes no processo após a finalização do setup, em busca do processo ideal de produção.

3.3.8 Etapas para a implantação da TRF

Shingo (2000) propôs o processo de redução do tempo de troca de ferramentas constituído de quatro estágios: Estratégico, Preparatório, Operacional e de Consolidação.

3.3.8.1 Estágio estratégico

O primeiro passo para a implantação da TRF passa pelo convencimento da gerência de que a ferramenta trará benefícios à empresa, já que este nível hierárquico é quem detém um alto grau de influência em mudanças operacionais e também possui o poder financeiro para investimento.

Como segundo passo deste estágio temos a definição de metas, que abrange as informações da situação atual e o percentual de melhoria à que se pretende chegar. Na fase de definir a equipe de implantação os participantes devem ser escolhidos de acordo com as características necessária para cada função neste processo, tais como conhecimento do processo, liderança e nível hierárquico. Mostra-se necessário a função de um coordenador para o projeto, afim de monitorar os indicadores e as ações de implementação.

Ainda neste estágio é preciso reforçar os conhecimentos da equipe na ferramenta através de treinamentos, e também definir em conjunto qual será a estratégia de implantação, podendo variar de acordo com o ambiente e cultura da empresa.

3.3.8.2 Estágio preparatório

Neste estágio espera-se a definição de dois pontos importantes para o processo de implantação do TRF. O primeiro é a escolha do produto que sofrerá as alterações, onde geralmente é definido através de critérios como volume e percentual de participação nos lucros da empresa. Em segundo, temos a definição do processo/máquina a ser implantado, cujo critério financeiro e restrições de produção podem ser utilizados.

3.3.8.3 Estágio operacional

No estágio operacional o primeiro passo para a implantação é a análise atual da operação, onde será possível identificar quais são as atividades, qual o tempo que cada uma delas leva e quem as realiza. Nesta etapa a folha de observação, ferramenta para registrar estas atividades, poderá ser útil. Analisado o processo, agora é preciso identificar quais atividades são inerentes ao setup interno e externo, posteriormente convertendo o máximo de atividades internas, quando a máquina está parada, em atividades externas, quando a máquina está ainda em operação e os preparativos para o setup estão sendo realizados. É importante ressaltar que nem toda atividade de setup interno é passível de conversão em setup externo, por isso além de analisar sob essa ótica, para as atividades que não possuem este recurso, é possível executá-las de forma paralela, ocupando o menor tempo possível de máquina parada.

Após todo o estudo do processo e melhorias implementadas, é necessário que a operação e os outros responsáveis pelo setup pratiquem o novo modelo, de forma a ganhar o conhecimento e agilidade em cada uma das atividades. Um padrão provisório pode ser utilizado para registrar as atividades, sua sequência, o tempo estimado para realização e o responsável pela execução.

Por fim, ainda é preciso eliminar os ajustes de processo após o setup. Estudos indicam que cerca de 50% a 70% do tempo de setup interno são consumidos devido a necessidade de ajustes para o início da operação. Em muitas situações a eliminação não será possível, porém poderá ser minimizada através de ferramentas que agilizem o processo, tais como gabaritos, pontos de referência fixo para padronização de atividades, entre outros.

3.3.8.4 Estágio consolidação

Estágio finalizador, a consolidação é aquela em que se analisa todos os esforços utilizados para a implementação da TRF e seus respectivos ganhos financeiro e de tempo. Diante de tal análise toma-se a decisão de expansão ou não do processo, e caso positivo, define-se quais serão as próximas máquinas e processos a serem impactados.

4 MÉTODOS

4.1 Implantação do TPM em uma indústria do ramo plástico

Durante a leitura de livros que tratam do assunto, diversos autores defendem que a Manutenção Produtiva Total tem e sempre terá papel importante dentro de uma organização que busca a redução de custos, eliminação de desperdícios e fluxo contínuo de seus processos.

A empresa em questão tem a implantação desta ferramenta ainda em andamento no total de sua área fabril, por isso dedicaremos este estudo a uma célula produtiva onde todas as ferramentas Lean julgadas essenciais para o processo tiveram seu processo de implantação finalizado, incluindo o TPM e TRF em máquinas e moldes. Nesta célula produtiva existem 23 máquinas e 39 colaboradores divididos igualmente em 3 turnos de trabalho diários.

4.1.1 TPM - Fase de Preparação e Introdução

O processo para implantação do TPM iniciou-se no ano de 2015 no mês de abril, quando uma equipe de melhoria contínua foi criada e designada para a implantação de ferramentas Lean no ambiente fabril. A equipe conta com 7 colaboradores, sendo 4 Assistentes, 2 Engenheiros e 1 Coordenador. O motivo da criação da equipe e consequente implantação de melhorias, se deu devido a necessidade de melhoria no processo, de modo a potencializar os resultados, reduzir quebra de máquinas, reduzir os custos de manutenção e principalmente capacitar os operadores nos equipamentos e ferramentas implantadas.

Visto que o foco do TPM é justamente atender aos requisitos desejados pela empresa o processo de implantação iniciou-se em uma célula piloto, com o objetivo de ser finalizado em 6 meses para este processo ser repetido em outras células produtivas. Havia 3 metas principais a serem cumpridas neste período:

- Treinar todos os 39 colaboradores pertencentes a célula;
- Implantar o TPM nas 23 máquinas em funcionamento;
- Reduzir o número de quebras e o período entre quebras (MTBF e MTTR);
- Aumento do OEE;
- Melhorar o 5S's da área;

Diante deste cenário e baseado em estudos junto a outras empresas que já possuem a ferramenta, a forma escolhida para a implantação foi a execução de Kaizens quinzenais, onde os responsáveis pelas máquinas eram treinados, uma base de 5S era aplicada, a resolução de pendências era executada, o levantamento de informações da situação atual era realizado e por fim era criado um padrão provisório mostrando a forma como o equipamento deveria ser mantido.

4.1.2 TPM - Fase de Implantação

Conforme salientado anteriormente, a forma adotada para implantação das ferramentas e treinamento de pessoas foi a metodologia *kaizen*. Estes eventos possuem uma estrutura que visa não só a restauração das condições nominais dos equipamentos e a implementação de melhorias, mas também a mudança de cultura de seus operadores para uma visão voltada para o equipamento e suas condições de uso.

Durante os 15 dias, na primeira semana ocorre o planejamento do evento, onde serão levantados os materiais necessários, nome dos colaboradores da produção que participarão, nome dos colaboradores da manutenção que participarão, dados históricos das máquinas e criação do plano de execução. Na segunda semana ocorre justamente a execução do que foi planejado e com o auxílio dos participantes, o Líder do kaizen delega as funções para cada colaborador executar. O objetivo principal nesta semana é a restauração das condições nominais do equipamento (mecânica e elétrica), restauração da pintura do maquinário e do seu entorno, e por fim é feita a coleta dos dados ao final da semana para apresenta-los aos líderes do processo durante o encerramento de kaizen.

Melhorias



Figura 4.1 - Exemplo de atividades realizadas dentro de um kaizen

Fonte: Autoria própria

O maior segredo do TPM e de qualquer ferramenta Lean é a manutenção dos padrões após a sua implantação. Ainda durante a quinzena do kaizen um modelo de padrão provisório é criado para auxiliar os operadores na inspeção e identificação de defeitos no equipamento. Este padrão provisório contém os dados necessários para garantir a continuação do trabalho implementado na semana de kaizen, tais como: atividade a ser realizada, periodicidade, método de inspeção, ferramentas necessárias e providência a ser tomada no caso de anomalias. Este trabalho de inspeção do colaborador em seu maquinário é comumente conhecido em diversas literaturas como Manutenção Autônoma.

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - TPM											TPM		Manutenção Produtiva Total	
Padrão Provisório de Limpeza e Inspeção														
Equipamento/Modelo : Injetora 901											ELABORAÇÃO			
INJEÇÃO		SUPORTE TÉCNICO			MULTIPLICADOR TPM			Elvis / Vitor						
		Elvis / Douglas			Vitor			DATA ELABORAÇÃO						
					COORDENADOR TPM			agosto-15						
					Julio Carvalho			DATA REVISÃO						
FOTOS		Local de Limpeza e Inspeção		Norma de Limpeza e Inspeção	Método (como fazer?)	Ferramentas necessárias	Providências Para Anomalias	Máquina parada?	Periodicidade				Responsáveis	
		Nº	ITEM						Tempo Tarefa	Diário	Semanal	Mensal		
														S
	1	Silo de Alimentação	Verificar se a tomada esta conectada na caixa de ligação do abastecedor	Visual	Não Aplicável	Se há problemas, etiquetar e emitir nota PM p/ manutenção			1 Min.	1x			Operador	
	2	Silo de Alimentação	Verificar se há vazamentos nas mangueiras pneumáticas e de vácuo do Silo de Alimentação	Visual	Não Aplicável	Se há problemas, etiquetar e emitir nota PM p/ manutenção			1 Min.	1x			Operador	
	3	Unidade de Injeção	Verificar se há vazamentos nas mangueiras e cilindros hidráulicos da unidade de injeção pelo acrílico	Visual	Não Aplicável	Se há problemas, etiquetar e emitir nota PM p/ manutenção			1 Min.	1x			Operador	
	4	Unidade de Injeção	Verificar o Nível do óleo do Tanque Hidráulico da Injetora	Visual	Não Aplicável	Se há problemas, etiquetar e emitir nota PM p/ manutenção			1 Min.	1x			Operador	

Figura 4.2 - Exemplo de padrão provisório a ser implementado em máquina para execução da rotina de inspeção da operação.

Fonte: Autoria própria

Outra ferramenta importante para a manutenção dos padrões são as etiquetas de TPM, onde sempre que o operador durante a execução do padrão provisório encontrar anomalias na máquina que não podem ser resolvidas de imediato, abre uma etiqueta pendurando uma via no local da anomalia e a outra via no quadro de gestão de TPM do setor.

The image shows two TPM labels side-by-side. The left label is red and titled 'Manutenção Autônoma' with a red 'TPM' logo. It has a section for 'MANUTENÇÃO' and a 'Prioridade' (Priority) section with options 'Alta', 'Média', and 'Baixa'. The right label is blue and titled 'Manutenção Autônoma' with a blue 'TPM' logo. It has a section for 'OPERAÇÃO' and a 'Prioridade' section with options 'Alta', 'Média', and 'Baixa'. Both labels have fields for 'Equipamento', 'Ordem de Serviço', 'Encontrada por', 'Data', 'Executada por', 'Data', and a 'LOCALIZAÇÃO DA ANOMALIA' section. At the bottom of each label, it says 'COLOQUE ESTA VISA NO EQUIPAMENTO'.

Figura 4.3 - Exemplo de etiqueta de TPM

Fonte: Autoria própria

Conforme mostrado na figura 4.3, há 2 tipos de etiquetas a serem abertas de acordo com a anomalia existente. A etiqueta vermelha representa os defeitos que não são possíveis de ser resolvidos pelo pessoal de operação ou manutenção autônoma, enquanto a etiqueta azul representa pequenos reparos que podem ser feitos por operadores.

4.1.3 TPM - Fase de Consolidação

Atualmente o TPM em máquinas está instalado em 100% da célula produtiva, e tem seu monitoramento diário realizado pela operação, supervisão e manutenção. Para consolidar o trabalho implantado e garantir que o mesmo não se perca com o tempo, além do trabalho de acompanhamento, auditorias de TPM são realizadas mensalmente em cada máquina e uma pontuação é gerada, de forma a criar um histórico de notas que deve ser preferencialmente progressiva em busca da meta final.

A auditoria de TPM implantada na empresa tem como principal foco os pilares de Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Melhoria Específica, passando por 4 fases, onde cada fase representa o nível de TPM em que se encontra o equipamento. Quanto maior a fase, maior o nível de dificuldade e rigidez durante o processo de auditoria. Cada pilar auditado segue um passo a passo para o aperfeiçoamento, onde conforme os passos vão subindo, o nível de solidez do trabalho também se eleva. Veja abaixo as etapas para a evolução de cada pilar avaliado nas 4 fases do TPM:

- Manutenção Autônoma
 1. Limpeza e Inspeção;

2. Eliminar fontes de sujeira e locais de difícil acesso;
 3. Padrão provisório;
 4. Inspeção geral dos equipamentos;
 5. Inspeção geral do processo;
 6. Sistematizar a manutenção autônoma;
 7. Auto-Gestão.
- Manutenção Planejada
 1. Avaliar o equipamento e compreender a situação atual;
 2. Restaurar o equipamento e corrigir as anormalidades;
 3. Criar um sistema de gestão da informação;
 4. Criar um sistema de manutenção periódica;
 5. Criar um sistema de manutenção preditiva;
 6. Avaliar o sistema de Manutenção Planejada.
 - Melhoria Específica
 1. Seleção do equipamento;
 2. Organização da Equipe de TPM;
 3. Levantamento das perdas atuais;
 4. Definição das metas e dos prazos de implementação das melhorias;
 5. Desdobramento do plano de melhoria;
 6. Identificação, avaliação e análise da causa dos problemas;
 7. Implementação da melhoria;
 8. Confirmação dos efeitos;
 9. Tomada de providências para evitar recorrências;
 10. Replicação horizontal.

A figura 4.4 exemplifica cada fase do TPM e sua respectiva necessidade de evolução dentro dos 3 pilares auditados. Para cada uma das fases uma auditoria nova é utilizada, de forma a abranger as fases anteriores a auditada e contemplar ao mesmo tempo a necessidade de evolução da própria fase. No processo de auditoria cada pilar é auditado separadamente.

TPM - Manutenção Produtiva Total - Fases de Implantação

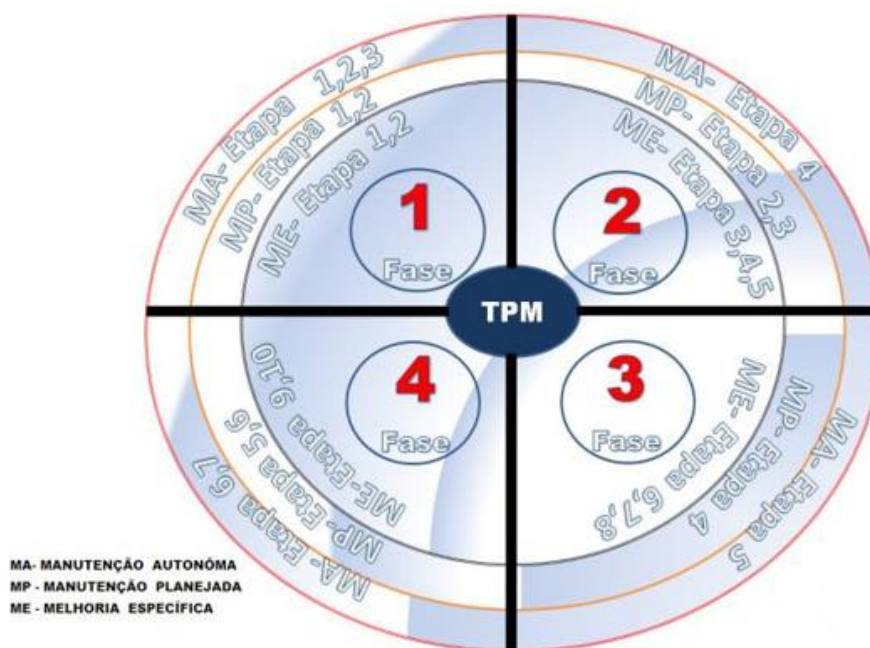


Figura 4.4 - Fases do TPM e respectivas etapas de evolução por pilar.

Fonte: Autoria própria

A nota mínima exigida para certificação ou manutenção da fase correspondente do TPM é de 80 pontos, onde cada ponto de verificação do diagnóstico tem um peso que deverá ser multiplicado pela situação atual encontrada que varia de 2 a 10. A figura 4.5 exemplifica uma situação de um determinado equipamento que está sendo auditado na fase 1, no pilar de manutenção planejada e que não obteve nota mínima para certificação.

TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL								
Auditoria para Certificação da Fase 01 - Pilar Manutenção Planejada								
MINI-FÁBRICA: EQUIPAMENTO: AUDITOR: DATA DA AUDITORIA:			COORDENADOR: MULTIPLICADOR:					
Itens de atividades	Pontos importantes do diagnóstico	Peso	2 Ruim	4 Fraco	6 Regular	8 Bom	10 Excelente	Nota
Etapa 01 - Avaliação do equipamento e levantamento da situação atual	As ordens de serviço são abertas para todas as atividades?	1,5		X				6
	Existe registro com todos os dados do Equipamento?	1,5				X		12
	Os índices que afetam a confiabilidade do Equipamento são conhecidos? (MC, MP, OEE, MTBF, MTTR, NR, de OS...)	2			X			12
	Os custos de manutenção são conhecidos?	1,5			X			9
	Existe plano para restauração de deterioração do Equipamento? (Etiquetas)	2				X		16
	Existe quadro Gestão à Vista na manutenção com as principais quebras/ falhas?	1,5			X			9
Total de pontos		10						64,0

Figura 4.5 - Exemplo de auditoria da fase 1 do TPM, pilar de manutenção planejada.

Fonte: Autoria própria

4.2 Implantação da Troca Rápida de Ferramentas em uma indústria do ramo plástico

Em busca de melhorias no sistema de troca de ferramentas de uma célula produtiva de máquinas injetoras, a empresa em questão optou por implantar o TRF como solução. Ferramenta criada em meados da década de 50, cujo objetivo principal é a redução do tempo de setup para valores abaixo de 2 dígitos.

Para a maioria dos casos devido à complexidade das trocas e necessidade de atendimento a NR12, não foi possível alcançar o dígito único no tempo de troca, porém ganhos significativos foram captados e a empresa optou então por prosseguir na implantação da ferramenta para mais máquinas, moldes e posteriormente outras células produtivas.

4.2.1 TRF – Estágio Estratégico

Com a criação de um grupo de melhoria contínua dentro da empresa em 2015, o projeto de Troca Rápida de Ferramenta tornou-se uma realidade graças ao conhecimento e disponibilidade destes novos colaboradores para análise do processo atual em diversos aspectos, sendo um dos principais o tempo de setup das máquinas.

Após o mapeamento da oportunidade e necessidade de implantação realizada pela gerência do centro operacional, uma equipe composta por 1 coordenador, 4 assistentes lean e 1 engenheiro de processos foi definida para realizar tal tarefa. Foram 4 semanas de treinamentos com especialistas da área oferecido por uma consultoria externa que antecedeu o início das atividades de análise, melhoria e implementação.

A meta a ser cumprida pela equipe era de redução de no mínimo 50% dos tempos atuais de troca, meta essa que já garantiria tanto ganhos financeiros como de flexibilidade para a produção de itens. Vários são os indicadores afetados pelo trabalho, dentre os principais estão o tempo médio de setup e improdutividade.

4.2.2 TRF – Estágio Preparatório

Nesta fase ficou definido qual o processo e os respectivos produtos que seriam impactados diante da nova cultura para setup. O processo escolhido foi o de injeção plástica devido à grande quantidade de setups ao longo do mês, falta de horas máquina, complexidade do setup e necessidade de redução do tempo de trocas de ferramentas.

Os principais produtos impactados foram a Caixa de Gordura, peça composta por 8 outros itens injetados, Caixa Sifonada e Joelho soldável. Os motivos que levaram a está escolha foram em sequência, necessidade de maior produção mensal do item para evitar investimentos futuros em busca de suprir a demanda atual, equalização do tempo de fabricação entre os componentes de montagem e por fim redução de improdutividade.

4.2.3 TRF – Estágio Operacional

Mediante ao problema já conhecido, técnicas e ferramentas já consolidadas de TRF foram utilizadas para análise da situação atual e posterior mapeamento das melhorias a serem implantadas. Como exemplo de ferramentas utilizadas podemos citar:

- **Diagrama de Espaguete:** ferramenta utilizada para mapear todo o percurso percorrido pelos operadores e trocadores envolvidos no processo de setup em número de passos;

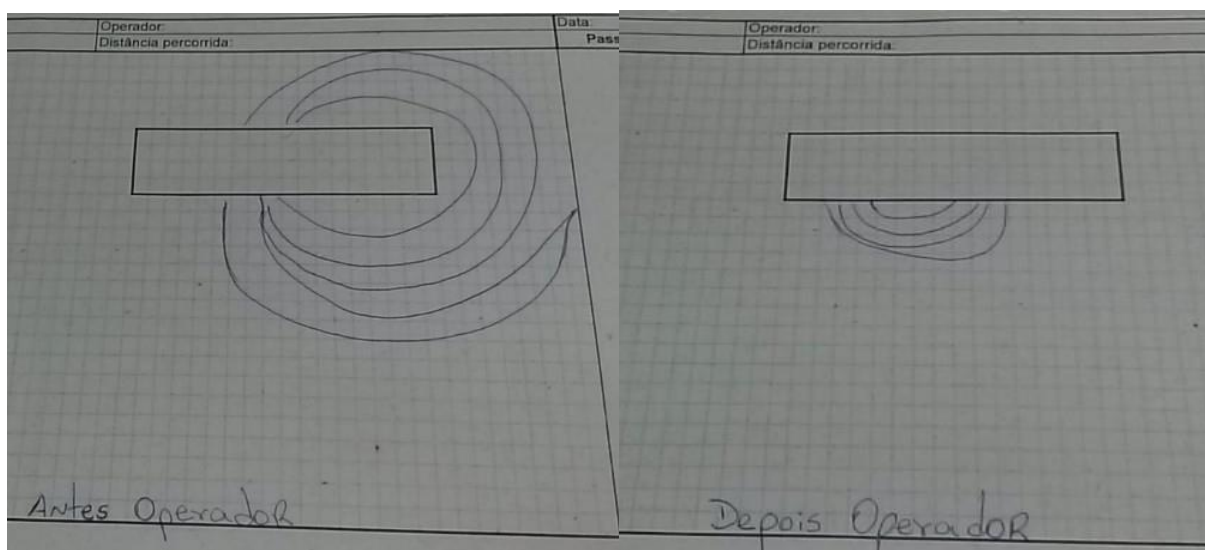


Figura 4.6 – Diagrama de espaguete (antes x depois)

Fonte: Autoria própria

- **Folha de Observação:** ferramenta utilizada para anotar todas as tarefas executadas dentro do setup e seus respectivos tempos de duração;

Folha de Observação							
MÁQUINA:	Extrusora 128	MATERIAL RETIRADO:		Prolongador	FERRAMENTA RETIRADA:		
Operador:	Trocador	MATERIAL COLOCADO:		Cesto	FERRAMENTA COLOCADA:		
PASSO N°	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	TEMPOS		DURAÇÃO	INTERNO (I)/ EXTERNO (E)	OBSERVAÇÕES	FERRAMENTAS MANUAIS
		INÍCIO	FIM				
1	Verificar a hora que ocorrerá a troca				e		
2	Separar as caixas de ferramenta e levar até a máquina				e		
	Posicionar a ponte perto do molde				e		
	Passar Desmoldante			00:01:00	e		
	Fechar a porta			00:00:10	i		
	Fechar o molde			00:00:20	i		
	Soltar as mangueiras			00:02:00	i		
	Soltar os fixos			00:04:00	i		
	Retirar o molde			00:02:00	i		
5	Levar o molde até o pallet			00:01:00	i		
6	Levar o molde novo até a máquina			00:01:00	i		
7	Colocar os fixos			00:05:00	i	00:28:00	
8	Colocar as mangueiras			00:02:30	i		
9	Fazer altura de molde			00:06:00	i		
10	Testar os machos			00:03:00	i		

Figura 4.7 – Folha de observação utilizada durante processo de análise do setup

Fonte: Autoria própria

- **Gravação do setup:** atividade realizada para gravar o processo de setup em câmera, para posteriormente em grupo analisar e sugerir melhorias;

Após a captação dos dados da situação atual, melhorias no processo são sugeridas, tais como: eliminação de atividades que não agregam valor, utilização de novas ferramentas para potencializar a redução de tempo, redução do número de componentes que necessariamente participam do setup, análise das atividades de setup interno e externo, conversão de atividades de setup interno em externo, melhoria dos setups interno e externo, dentre outros.

Após o processo de análise, sugestões e definição das melhorias, duas ferramentas são essenciais para a padronização e execução dos novos procedimentos:

- **Fluxograma para preparação e troca de moldes:** é preciso conhecer o procedimento como todo desde quando o molde sai da máquina até o momento em que ele retorna. Além disso é necessário saber também quais ações tomar em cada etapa do processo.
- **Check list para setup externo:** este procedimento facilita a compreensão de todas as peças necessárias ao setup externo de forma a prevenir possíveis atrasos e deslocamentos indesejados originados por falta de peças ou ferramentas no momento do setup interno, quando o equipamento já está parado.

Como última etapa é necessário o treinamento e execução das tarefas propostas, afim de especializar os participantes do processo de setup no novo método e suas respectivas mudanças.

4.2.4 TRF – Estágio Consolidação

Sabe-se que para que o TRF seja implantado e consolidado, além de treinamento operacional e aplicação de melhorias no processo de troca, é preciso que haja uma área específica para a preparação do setup externo, onde os trocadores de moldes fazem toda a separação das ferramentas e peças necessárias mediante a um check list.

Visando este conceito uma nova área de preparação de moldes foi desenhada na empresa em busca de facilidade e agilidade no fluxo de entrada e saída de moldes, armazenamento e organização de peças.



Figura 4.8 – Área de ferramentaria após melhorias de fluxo e armazenamento

Fonte: Autoria própria



Figura 4.9 – Armazenamento de peças comuns entre moldes

Fonte: Autoria própria

Desta forma, após as primeiras implantações e coleta de resultados, a empresa verificou significativas melhoras em seu processo e optou por ampliar a aplicação do TRF para mais máquinas, moldes e processos.

5 RESULTADOS

Sabe-se que o TPM em máquinas ganha forma e amadurece suas ferramentas e forma de trabalho diariamente, em busca de melhores resultados e o atingimento de metas desafiadoras estipuladas pela gerência. O processo de implantação do TPM na célula produtiva teve o seu *kick off* em agosto de 2015 com a realização do primeiro kaizen em máquinas após a criação da equipe de melhoria contínua na fábrica. Seguindo cronograma de execução acordado com os líderes do projeto, em dezembro de 2015 chegou-se a marca de 100% da célula com TPM implantado em seus equipamentos e todos os colaboradores dos 3 turnos treinados.

5.1 TPM - Cenário pré-implantação

O cenário pré-implantação do TPM na célula produtiva não era dos melhores com relação ao setor de manutenção, deparando-se com dificuldades como:

- Quantidade excessiva de quebras de maquinário e ordens de serviço em aberto;
- Faltava planejamento de manutenções preventivas, preditivas e inspeções, o que fatalmente colaboraria para a prevenção de diversos defeitos;
- Pagamento de altas taxas por tempo de improdutividade do maquinário;
- Alto índice de manutenções corretivas, o que agravava ainda mais a situação financeira do setor, pois a quebra de uma só peça poderia desencadear a quebra de diversas outras, encarecendo o custo de reparo.

Em resumo, o setor de manutenção estava despreparado, sem treinamento e capacitação no que diz respeito a gestão, gastando mais do que o orçamento permitia. Os operadores sabiam apenas o básico necessário ao seu cargo e processo produtivo, pois não eram participativos no diagnóstico e na manutenção de seus equipamentos, orientados apenas a abrir ordens de serviço. Diante deste cenário optou-se pela mudança proporcionada pelo TPM devido ao preenchimento de todas estas lacunas em uma só ferramenta.

5.2 TPM atualmente

5.2.1 MTBF e MTTR

Importantes indicadores de como a manutenção está sendo conduzida nos equipamentos, o MTBF e MTTR da célula em estudo são abordados abaixo com seus respectivos resultados e análise.

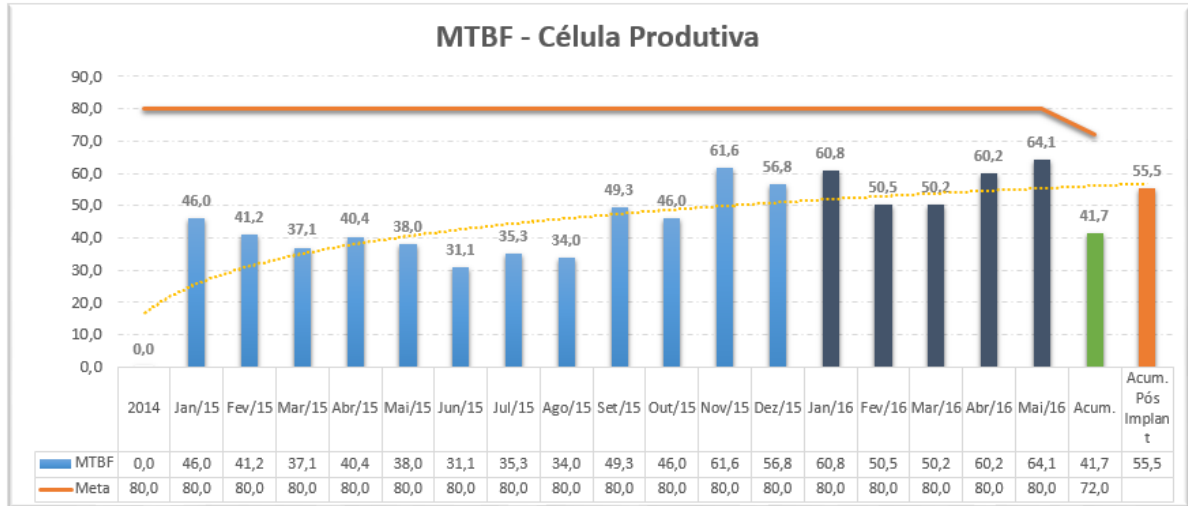


Figura 5.1 - Gráfico de MTBF comparativo da situação pré e pós implantação

Fonte: Autoria própria

Nota-se na figura 10 que a partir do mês de setembro de 2015 houve uma tendência de crescimento entre o tempo médio entre falhas (MTBF), elevando o indicador acumulado de 41,7 horas entre falhas para 55,5 horas após a implantação da ferramenta. A meta estipulada está ainda muito acima do realizado, porém é justamente o que se pretende quando se estipula uma meta “desafiadora”, onde o processo terá que no mínimo dobrar a sua performance para atingi-la.

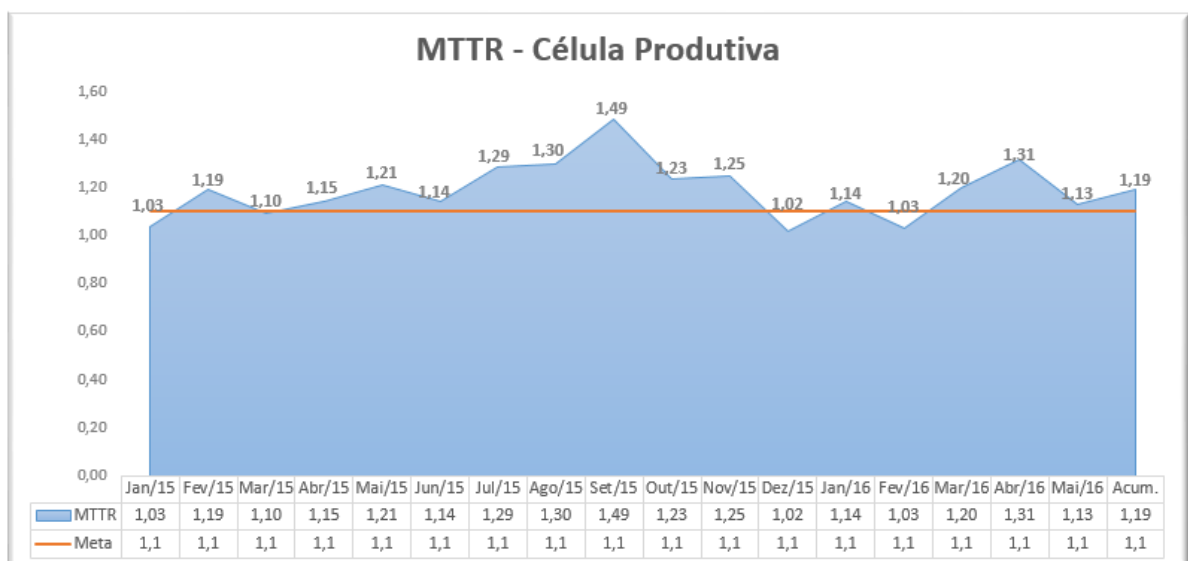


Figura 5.2 - Gráfico de MTTR comparando a situação pré e pós implantação

Fonte: Autoria própria

Já na figura 11, temos a representação do tempo médio de reparo das ocorrências. Este indicador possui uma meta de 1,1 hora para resolução do problema, de forma a evitar ao máximo que o equipamento se mantenha parado por manutenção. Ao mesmo tempo é preciso dosá-lo, uma vez que uma manutenção rápida não significa eficiente, e problemas futuros podem acontecer. Após novembro de 2015 o valor de MTTR médio caiu de 1,21 horas de reparo por problema para 1,14 horas. Entende-se que o período entre agosto de 2015 onde iniciou-se a implantação e novembro de 2015 foi um período de adaptação, onde primeiramente os problemas antes não detectados pelos operadores, agora são sinalizados e resolvidos de forma permanente pelo manutentores.

5.2.2 OEE

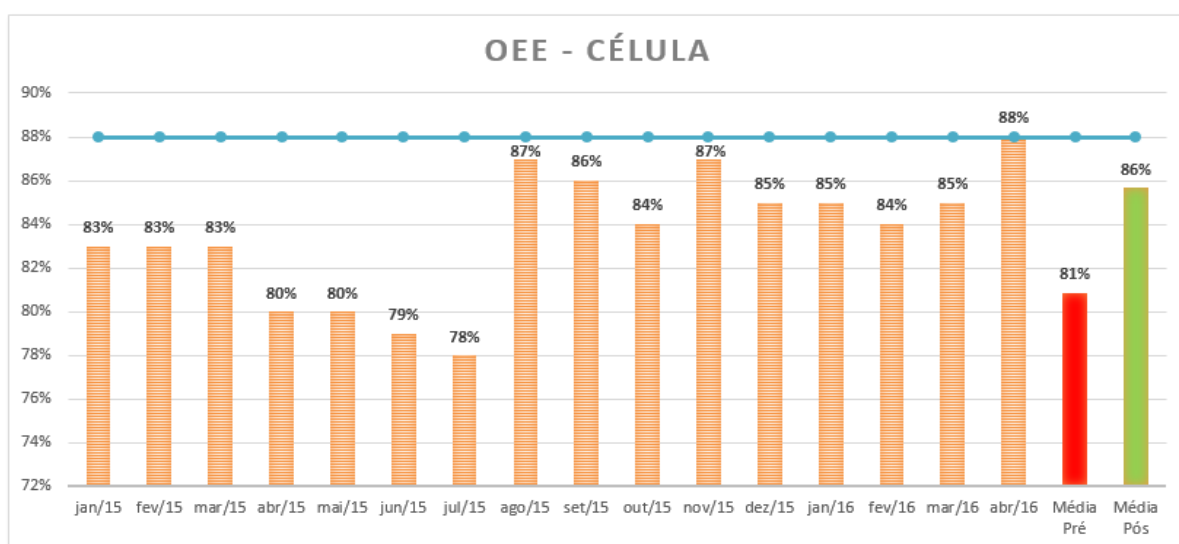


Figura 5.3 - OEE da célula produtiva considerando o OEE médio das 21 máquinas

Fonte: Autoria própria

Outro indicador considerado fundamental para o controle e monitoramento das ações de TPM e seus efeitos é o OEE, onde considera-se 3 fatores chave para criação: disponibilidade, performance e qualidade. Na figura 12 tem-se a representação deste indicador para a célula estudada e os resultados consolidados antes e depois da implantação. Nota-se que em agosto de 2015, quando o projeto se inicia houve já um grande avanço devido a mudança de postura tanto por parte da manutenção, quanto pela produção, evidenciando de forma mais clara os problemas, usando técnicas como 5 porquês para encontrar as causas raízes dos problemas e consequentemente atuar de forma mais assertiva e definitiva.

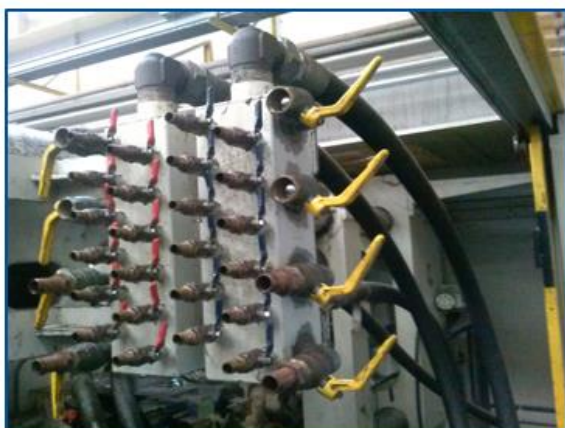
Se compararmos a performance média do OEE antes da implantação e após a implantação notamos um acréscimo de 5 pontos percentuais, demonstrando melhoria na eficiência, controle e qualidade dos processos. A meta a ser atingida até dezembro de 2016 é de 88%, o que demandará enorme esforço de todas as partes envolvidas para ser alcançado e o mais importante, ser mantido neste patamar.

5.2.3 5S

Como base fundamental para a implantação e manutenção do TPM, o 5S da célula também passou por diversas alterações para atender aos padrões exigidos pela Manutenção Produtiva Total. Durante os kaizens de TPM o 5S era realizado como consequência para eliminação da sujeira e identificação dos pontos de vazamentos.

Melhorias

Antes



Depois



Figura 5.4 - Exemplo de melhoria de 5S realizada na célula para facilitar a identificação das mangueiras na troca de moldes.

Fonte: Autoria própria

A figura 13 mostra que o 5S não é somente baseado na limpeza, mas também na facilitação da gestão de visual, de forma a minimizar erros e demonstrar de forma mais clara o que deve ser o foco no processo. Nesta figura o lado vermelho exemplifica as conexões de saída de água do molde, enquanto o lado azul simboliza a entrada de água no molde. Uma única mangueira invertida neste caso pode danificar o equipamento, o molde e ainda gerar refugos.

POP 5S - PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO & PROCEDIMENTO DE LIMPEZA DO LOCAL DE TRABALHO					
OBJETIVO: ESTE PROCEDIMENTO VISA ORIENTAR PARA A SUSTENTAÇÃO DO PROGRAMA 5S. CONTÉM TAMBÉM INSTRUÇÕES PARA A MANUTENÇÃO DA LIMPEZA DO LOCAL DE TRABALHO DE MODO A CRIAR UM AMBIENTE LIMPO, HIGIENIZADO E SAUDÁVEL QUE OBEDEÇA AOS PADRÕES AMBIENTAIS.					
APLICÁVEL À : PREPARAÇÃO DE MOLDES					
POP 5S - FOTO PADRÃO (Manter a área conforme fotografia)		PROCEDIMENTO DE LIMPEZA			
		O QUE	QUEM	COMO	COM QUE RECURSO
		Executar a Limpeza e Conservação do Manômetro	Preparadores de Molde	Com um Pano Umidecido de Desengraxante, e outro Pano Seco, passar sobre o Manômetro.	Pano e Desengraxante
		Executar a Limpeza das Mangueiras de Ar, e Verificar se não há Vazamentos.	Preparadores de Molde	Com um Pano Umidecido de Desengraxante, e outro Pano Seco, passar sobre as Mangueiras, e com as Mãos Apalpar as Mangueiras para verificar se não há Vazamentos.	Pano, Desengraxante e Talo
					3X SEMANAL
					3X SEMANAL

Figura 5.5 - Exemplo de procedimento operacional padrão para cumprimento dos requisitos de 5S

Fonte: Autoria própria

Para garantir que todo o processo de 5S seja aplicado corretamente pelo operador de máquinas ou manutenção autônoma, um Procedimento operacional padrão é implementado em cada equipamento, salientando quais os pontos que devem ser monitorados, como deve ser feito, quem deve fazer, com qual recurso e por fim com qual periodicidade. Desta forma espera-se um maior comprometimento e conhecimento do operador perante ao equipamento, tornando possível a identificação de problemas no maquinário.



Figura 5.6 - Auditoria de 5S aplicada a uma máquina da célula produtiva.

Fonte: Autoria própria

Ainda pensando em garantir a eficiência e cumprimento do procedimento operacional padrão, uma auditoria de 5S é realizada mensalmente de forma a avaliar os principais pilares da ferramenta para a empresa, sendo eles:

- Utilização
- Ordenação
- Limpeza

A nota dada para cada pilar pode variar de no mínimo 0 e no máximo 5, dependendo do nível de atendimento aos requisitos. A auditoria é composta por um questionário que visa os principais pontos de cada pilar, conduzida por um líder de TPM, o coordenador da área e o operador responsável. Para certificação da área auditada em 5S é preciso ser atingida e mantida ao longo do tempo a nota mínima de 2,0 pontos considerando a média dos 3 pilares.

5.3 TRF – Troca Rápida de Ferramentas

5.3.1 Cenário pré-implantação

O cenário anterior a implantação da TRF, no que diz respeito a troca de moldes, era instável, concentrado na mão de poucas pessoas que tinham o poder de decisão de quando, onde e como fazer cada setup. Dentre as principais falhas que podemos destacar estão:

- Falta de organização no processo de setup;
- Falta de separação entre setup interno e externo, muitas vezes iniciando as atividades quando o maquinário já estava improdutivo;
- Ferramentas precárias e coletivas;
- Altos índices de tempo de troca de ferramentas, na maioria das vezes superior a 2 horas;
- Falta de didática de apontamento no sistema SAP para registro do tempo de setup;
- Não havia local reservado para a preparação de moldes;
- Falta de capacitação e de entendimento do processo como um todo;

Diante desta situação a TRF começou a se desenvolver em meados do final de 2015, atingindo o grau de maturidade necessário somente em junho de 2016, quando os preparativos para a implantação já estavam finalizados, dentre eles estrutura física, compra de ferramentas e treinamento operacional.

5.3.2 Cenário atual

Visando corrigir os erros citados anteriormente, a empresa investiu na estruturação de uma área específica para preparação de moldes, adquiriu ferramentas novas e modernas e capacitou seus trocadores de moldes.

No processo atual podemos notar significativas mudanças com relação ao processo anterior, podendo ser destacado:

- Organização da área de troca e armazenamento de moldes (figuras 4.8 e 4.9);
- Metodologia implantada de TRF e análise dos principais moldes e máquinas que deveriam reduzir seu tempo de troca. O processo de setup foi dividido em setup interno e externo eliminando diversas atividades que não agregavam valor ao processo e ocupavam tempos desnecessários do maquinário parado e da mão de obra que executava;
- Transformação de atividades de setup interno em externo e investimentos para modernização de moldes (figura 5.8);
- Cada trocador de moldes hoje possui uma caixa de ferramentas individual e com todo o aparato necessário ao processo de troca;
- Redução do índice de troca de ferramentas em aproximadamente 50% do tempo;
- Criação de didática de apontamento de setup no sistema SAP, respeitando o procedimento determinado na metodologia TRF que define o tempo de setup como sendo o tempo entre a produção da última peça boa, a troca de molde e a primeira peça boa após a troca;
- Treinamento e especialização dos trocadores no que diz respeito à nova metodologia e conhecimentos mecânicos, pneumáticos e hidráulicos;

Com a implantação de melhorias no processo de troca de moldes o tempo de setup médio da célula caiu em média 50%, como citado anteriormente. Abaixo segue um exemplo de redução em um molde de grande porte, cujo tempo médio de troca no passado era de 2 horas, e atualmente reduziu para 55 minutos. Nota-se também que nas 3 trocas mapeadas desta ferramenta o tempo de setup reduziu em todas elas, mostrando o aperfeiçoamento no processo e a familiarização do trocador junto à ferramenta (Fase de consolidação):

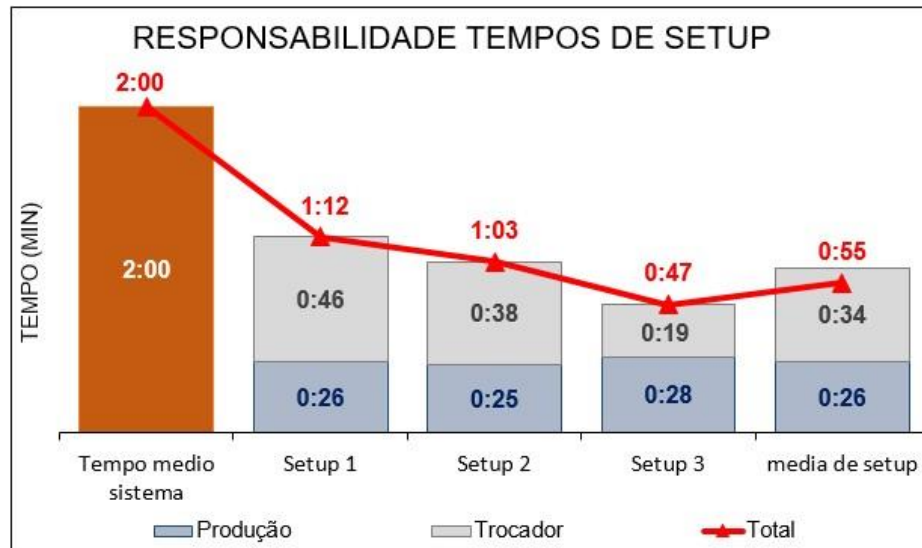


Figura 5.7 – Gráfico de análise do tempo de setup (antes x depois)

Fonte: Autoria própria

Para alcançar o objetivo de redução do tempo de troca de ferramentas, além da padronização do processo de setup externo e interno, conversão de setup interno em externo e melhoria de ambos, outras melhorias físicas foram realizadas de forma a facilitar e agilizar o dia a dia dos trocadores. No exemplo abaixo a engenharia do molde foi modificada de forma a reduzir o número de mangueiras a serem conectadas entre máquina e molde, reduzindo o tempo de troca.



Figura 5.8 – Melhoria aplicada ao molde para redução do número de mangueiras

Fonte: Autoria própria

Procedimentos de trabalho padrão foram criados visando o mínimo tempo de parada do equipamento aguardando troca, um dos principais fatores que influenciavam no tempo alto de setup.

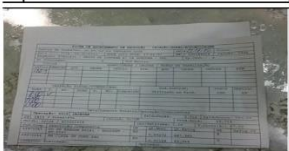
PROCEDIMENTO DE TRABALHO PADRÃO		Nº PTP	
Atividade:	Troca de Molde Setup Externo	Duração:	
Sector/Área:	Injeção	Equipamento:	Injetora 913
Executante:	Operador da Célula		
Periodicidade:	Quando for solicitado a troca		
SEQUÊNCIA DA OPERAÇÃO			
1ª	Desligar o abastecedor antes de parar a máquina para esgotar o material do silo	2ª	Terminar de limpar o silo de alimentação
			
3ª	Trocar o abastecedor com o material adequado que irá entrar	4ª	Ajustar o robo
			
5ª	Buscar a ficha de apontamento do produto que irá entrar	6ª	
			
MEDIDAS DE CONTROLE			
ADMINISTRATIVA		EPC	
<i>Inserir caso necessário</i>		<i>Inserir caso necessário</i>	
		EPI	
		Óculos de segurança	
		Calçado de segurança c/ biqueira de aço	
		Protetor auricular tipo plugue	
Base técnica utilizada:			
Responsável do SESMT:		ITAMAR	
FERRAMENTAS/ MATERIAIS NECESSÁRIOS			
INFORMAÇÕES GERAIS			
<i>Inserir informações complementares caso haja necessidade</i>			
DATA	REVISÃO	ÁREA RESPONSÁVEL	RESPONSÁVEL
11/11/2015			Vitor Oliveira

Figura 5.9 – Procedimento de trabalho padrão anterior a parada de máquina

Fonte: Autoria própria

6 CONCLUSÕES

O trabalho de utilização tanto da Manutenção Produtiva Total – TPM, como da Troca Rápida de Ferramentas foram desenvolvidas inicialmente em uma célula piloto no parque fabril, de forma a mensurar seus ganhos e oportunidades de melhoria. Com duração de aproximadamente 6 meses e uma equipe composta por 11 pessoas que lideraram o projeto a implantação foi finalizada em dezembro de 2015.

Para o TPM os principais objetivos para a célula eram:

- Aumento do tempo médio entre falhas – MTBF, cuja melhora foi de 33% no valor acumulado;

- Redução do tempo de manutenção – MTTR, com valor 6% menor no acumulado;
- Melhora no desempenho do OEE geral da célula, que alcançou aumento de 5%, principalmente devido ao aumento da disponibilidade de máquinas e melhora na qualidade dos produtos;

Como melhorias qualitativas houve a padronização do processo com a criação de procedimentos operacionais padrão e também a melhora do 5S da célula, facilitando a visualização do processo, padronização dos locais de armazenamento, treinamento e como resultado final houve a criação de um ambiente melhor para se trabalhar.

Já para o TRF o principal objetivo no uso desta ferramenta foi a redução do tempo de setup no processo de injeção plástica, cujos valores após a implantação são em média 50% menores se comparado ao procedimento anterior. Com um tempo de setup menor, as máquinas ganharam em flexibilidade de produção, por possuírem maior tempo em produção e menos tempo paradas para setup.

Como melhorias qualitativas tivemos:

- Padronização das mangueiras de entrada e saída de moldes;
- Pintura de partes fixas e móveis;
- Aperfeiçoamento e redução de mangueiras para o momento de setup;
- Criação de estoque intermediário de peças de reposição;
- Criação de rotina de inspeção periódica, realizada com maior frequência pelo operador e com menor frequência pelo ferramenteiro;
- Implantação do pilar de Manutenção Autônoma em moldes de alta produtividade;
- Treinamento da operação no que se refere a funcionamento e manutenção de moldes;

O resultado positivo na implantação das duas ferramentas se deu devido ao comprometimento de todos os níveis de hierarquia da empresa, desde a direção até a operação, com engajamento e recursos. Entende-se que a participação da alta cúpula da empresa se faz necessária para mostrar que todos os envolvidos realmente se importam com os resultados que foram e serão alcançados, servindo de exemplo para o pessoal operacional e técnico.

Como maior dificuldade encontrada para a implantação temos a quebra da cultura atual do “sempre fizemos desta forma” para o “podemos evoluir e tornar nossos processos mais positivos e consistentes”. Não é fácil quebrar com uma cultura implantada a 42 anos dentro de

uma empresa cujos principais disseminadores atuam no processo e em sua grande maioria em níveis operacionais sênior. Diante desta situação a melhor forma para quebrar este paradigma é fazer acontecer e envolver-se fortemente no processo de implantação, mostrando a todos semanalmente os ganhos envolvidos, de forma a convencer as pessoas gradualmente.

Outro ponto de dificuldade encontrado e que deve ser salientado foi a falta de recursos financeiros durante o período de crise em 2015, onde a criatividade e a inovação foram fatores fundamentais para que os trabalhos continuassem. O fato de mostrar que os trabalhos não dependem única e exclusivamente de recursos financeiros nos ajudou a visualizar que a mudança cultural e a atitude de mudança são fatores chave para o sucesso na implantação destas ferramentas.

REFERÊNCIAS

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

KANZAWA, Cesar Takeshi. **Aplicação do Single Minute Exchange of Dies em uma Indústria Farmacêutica**. São Paulo, 2006.

KANNENBERG, G. **Proposta de Sistemática para implantação de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre, 1994.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. São Paulo: Bookman, 2005.

MOURA, R. A.; BANZATO, E. **Redução do Tempo de Setup: Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas**. São Paulo: IMAM, 1996

NAKAJIMA, S. **La Maintenance Productive Totale (TPM)**. Traduzido do japonês por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez, Afnor, Paris, France, 1989.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Cambridge, MA: Productivity Press, 1985.

SHINGO, SHIGEO. **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SOUZA, R. V. B. **Método para aplicação de técnicas para redução de tempos de setup como meio para aumento de produtividade em indústrias gráficas**. São Carlos, 2009

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.