



TRIZ AND TPM METHODOLOGIES APPLIED TO MAINTENANCE PROBLEMS

METODOLOGIAS TRIZ E TPM NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MANUTENÇÃO

Ana B. S. O. Cruz¹✉, Mauro M. Oliveira¹

Centro Universitário Paraíso, Juazeiro do Norte, Ceará/CE, Brasil

¹✉ anabeatrizoliveira@aluno.fapce.edu.br

Recebido: 29 janeiro 2021 / Aceito: 13 abril 2021 / Publicado: 28 junho 2021

ABSTRACT.

Over the years, different ways and tools have emerged to better manage maintenance. Autonomous maintenance (MA) is one of the main pillars of Total Productive Maintenance (TPM) and brings the employee a sense of zeal for the equipment. There are several methodologies for solving problems. The Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) seeks to find innovative solutions to problems that usually exist, in this context, within industries. It is expected to correct a problem with a rotating shoe sole injection machine. Therefore, it was possible to identify the problem in the equipment by means of TRIZ and find a viable solution for its resolution using some of the main concepts of the TPM, thus ensuring an increase in the machine's productivity. This research has a quantitative and qualitative approach of an applied nature. As for objects, this research can be classified as exploratory, as it unfolds through problems related to industrial maintenance, TPM and the use of the TRIZ methodology as an intermediary for solving problems. As for the procedures adopted, a bibliographic research and a case study were carried out, addressing the use of these techniques to exemplify the use of such tools.

Keywords: Competitiveness, Viability, Obsolescence, Problem Solving, Injection Molding.

RESUMO.

Com o passar dos anos, começaram a surgir diferentes maneiras e ferramentas para melhor realizar o gerenciamento da manutenção. A manutenção autônoma (MA), é um dos pilares principais da Manutenção Produtiva Total (MPT) e traz ao colaborador o senso de zelo pelos equipamentos. Existem várias metodologias para a resolução dos problemas. A Teoria da Resolução inventiva de Problemas (TRIZ) busca encontrar soluções inovadoras para problemas que costumam existir, nesse contexto, dentro das indústrias. É esperado corrigir um problema de uma máquina injetora rotativa de solas de calçados. Logo, foi possível fazer a identificação do problema no equipamento por meio da TRIZ e encontrar uma solução viável para a resolução do mesmo utilizando alguns dos principais conceitos da MPT, garantindo então o aumento da produtividade da máquina. Esta pesquisa possui uma abordagem quanti-qualitativa de natureza aplicada. Quanto aos objetos, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois se desenvolve através de problemas voltados para a manutenção industrial, MPT e a utilização da metodologia TRIZ como intermediária para a solução de problemas. Quanto aos procedimentos adotados, realizou-se uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso, abordando a utilização dessas técnicas a fim de exemplificar a utilização de tais ferramentas.

Palavras-chave: Competitividade, Viabilidade, Obsolescência, Resolução de problemas, Injetoras.



1 INTRODUÇÃO

Desde meados do século XVIII, com a primeira Revolução Industrial, as organizações vêm sofrendo constantes mudanças dentro de seus sistemas de produção. O trabalho que até então era integralmente artesanal e desenvolvido apenas para próprio consumo dos artesãos, começou a se tornar automatizado e coletivo (CAVALCANTE; DA SILVA, 2011).

A mão de obra, que foi imprescindível por séculos, aos poucos foi sendo substituída pelas máquinas. No início esses equipamentos ainda necessitavam ser operadas por pessoas, mas com passar tempo estão se tornando progressivamente mais autônomas. Com o surgimento de diferentes tipos de inovação foi necessária a adaptação das máquinas para a realização das tarefas automaticamente, o trabalho manual foi gradualmente sendo substituído dentro das organizações e tornou-se relevante apenas em alguns setores como o de manutenção (CAVALCANTE; DA SILVA, 2011).

Para que a manutenção seja de fato benéfica, as empresas devem englobar todos os aspectos que envolvam a produtividade da máquina, fazendo com que a melhoria não afete outras etapas do sistema produtivo e garantindo o funcionamento do equipamento para que não haja perdas com paradas não planejadas (KARDEC; NASCIF, 2009).

Dentre os diferentes tipos de manutenção destaca-se a manutenção autônoma. Esse tipo de manutenção desperta no colaborador um “cuidado” e um “zelo” pelos equipamentos que operam (NAKASATO, 1999). A manutenção autônoma pode ser considerada como qualquer tipo de intervenção feita pelo operador dentro do setor da produção e, que tem como um de seus objetivos alcançar uma maior eficiência da máquina através de uma melhor gestão da manutenção e do domínio de novas tecnologias (SUZUKI, 1994). A diminuição no ciclo de vida tecnológico das máquinas necessita de uma solução que alcance as expectativas e que seja totalmente eficaz para a realidade em questão (XENOS, 1998).

A Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ) é uma das inúmeras metodologias utilizadas para a resolução de problemas. Ela está voltada para a obtenção de novas soluções para adversidades já existentes ou não. Soluções essas que são baseadas no estudo das causas e efeitos de um problema, para que se tenha uma solução possível e viável (MOLINA, 2013). A metodologia TRIZ atua diretamente na promoção de uma mão de obra especializada, pois ela é capaz de fortalecer o trabalho coletivo e proporcionar uma maior facilidade na tomada de decisões (DE CARVALHO, 2007).



Portanto o objetivo desse trabalho é apresentar uma ferramenta desenvolvida em uma planilha eletrônica a partir da Matriz de contradições, que é capaz de identificar um conjunto de soluções para um problema de manutenção, a partir dos parâmetros de engenharia que a constituem. Para exemplificar a funcionalidade da ferramenta, será apresentado um breve estudo de caso em uma máquina injetora rotativa de uma fábrica de calçados.

2 MÉTODO

Esta pesquisa possui uma abordagem quanti-qualitativa de natureza aplicada. Quanto aos objetos esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois se desenvolve através de problemas orientados para a manutenção industrial, MPT e a utilização da metodologia TRIZ como intermediária para a solução de problemas.

Quanto aos procedimentos adotados, realizou-se uma pesquisa bibliográfica bem como um estudo de caso abordando a utilização dessas técnicas a fim de exemplificar a utilização de tais ferramentas. A metodologia de forma indutiva busca agrupar, em um único trabalho, citações pontuais que justificam a questão em estudo. O estudo foi conduzido numa empresa que atua no ramo de calçados na região metropolitana do Cariri que possui atualmente o total de 7 máquinas rotativas que realizam a atividade de injeção. Cada máquina possui a capacidade de injetar 24 matrizes em aproximadamente 40 minutos ao fim do seu ciclo. Esse setor trabalha 2 turnos com jornada de 12h, com troca de funcionários a cada 8h e possui uma produção empurrada. Produção empurrada é aquela no qual a produção é baseada em previsões de demanda (TUBINO, 2007).

Inicialmente aplicou-se a metodologia TRIZ na máquina de número 4 (Anexo A) por possuir maior produção no setor das injetoras. A Teoria da Resolução Inventiva de Problemas, popularmente conhecida como TRIZ, foi desenvolvida por Genrich Altshuller em 1946, e possui diversas aplicações em problemas de alcance das ciências e engenharias (NAVAS, 2013). A metodologia TRIZ ainda está na sua fase de maturação, pois durante o período que começou a ser desenvolvida, em 1946, a União Soviética se recuperava do grande impacto causado pela segunda guerra mundial, que consequentemente retardou seu progresso (MOLINA, 2013). Tal metodologia pode ser entendida como uma filosofia, já que busca solucionar um problema que já existe dentro das perspectivas que se conhece. Mas, à medida que se nutre conhecimentos sobre a determinada temática, mais rápida será feita a identificação de uma solução ideal (DEMARQUE, 2005).

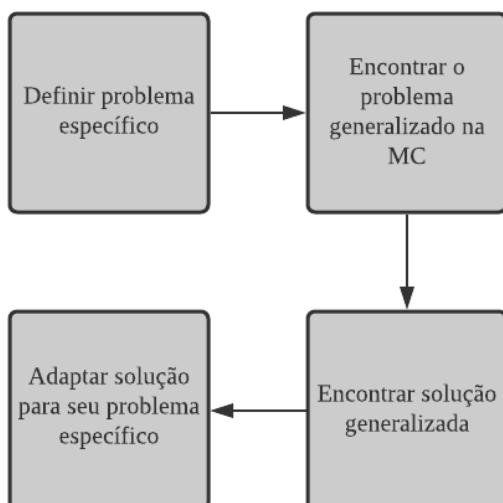


Aplicou-se um questionário da situação de inovação – QSI com o responsável pelo setor de manutenção, que respondeu perguntas referentes às condições tecnológicas da máquina. A princípio, as perguntas foram direcionadas ao responsável pela manutenção das injetoras, tendo em vista que ele era o único que até então tinha conhecimento sobre a máquina e sobre seu histórico de quebras e que ainda não era documentado. Esse questionário pode ser visto no Apêndice B.

Com as respostas desse questionário, juntamente com o acompanhamento dos procedimentos então adotados a partir do checklist e com a observação da produção durante esse período, foi possível entender com mais detalhes todas especificações e parâmetros do processo referentes ao objeto de estudo, e consequentemente, pôde-se fazer uma melhor aplicação da metodologia TRIZ na resolução de problemas.

O passo a passo da metodologia TRIZ é resumido no fluxograma da Figura 1. Deve-se inicialmente definir um problema específico do objeto de estudo, em seguida é necessário generalizar esse problema na Matriz de Contradições – MC. Usando a matriz encontra-se a solução generalizada, e por fim, adapta-se essa solução ao problema específico da máquina analisada.

FIGURA 1 – Passos básicos para solução de problemas



FONTE: Autoria própria (2020)



Em função da descoberta do(s) problema(s) específico(s), utilizou-se como técnica para a resolução desse(s) problema(s), os princípios da Manutenção Produtiva Total - MPT, que em princípio atua na redução das paradas não-planejadas que causam perda de tempo e prejuízos financeiros para as empresas.

Para a realização do estudo, foram utilizados alguns pilares da metodologia MPT, tendo em vista que para sua total aplicação, o estudo levaria anos para ser concluído. Um dos pilares utilizados foi o contato direto com a alta gerência da empresa, já que seria necessário para uma melhor disponibilidade de recursos a fim de garantir melhor complexidade nos resultados finais.

Tendo em vista que as máquinas sofrem com a deterioração no decorrer do seu funcionamento, é necessário que sejam tomadas medidas para que todo seu ciclo de vida útil seja aproveitado de forma correta.

A vida útil de uma máquina pode ser facilmente entendida pois passa por três fases características. A mortalidade infantil, onde ela vai começar a ser utilizada e pode apresentar menor desempenho devido falhas técnicas, como algum problema em suas instalações, ou mesmo peças com falha por não haver grandes conhecimentos acerca do manuseio da máquina (FOGLIATTO, 2009).

A segunda fase pode ser identificada como o período útil da máquina, já que irá desempenhar plena função requerida, sem apresentar grandes índices de falhas. E, essas falhas quando vem a acontecer, podem ser corrigidas durante esse processo, uma vez que, acontecem de maneira aleatória. E, por fim a fase de mortalidade, que indica que a máquina já registrou a obsolescência e precisa ser removida ou gerenciada para que passe por inspeções e volte a realizar atividades com um desempenho significativo.

3 RESULTADOS

A máquina escolhida como objeto de estudo, foi a injetora HengGang (M4), pois dentre todas as máquinas presentes no setor, ela é a que possui maior atividade. No apêndice B, é mostrada uma tabela com informações referentes ao processo que foram encontradas a partir do questionário de situação de inovação para que então fossem utilizadas na matriz de contradições.

No Quadro 1, podemos observar um mapa de funcionamento da injetora durante cinco semanas, apontando quais dias do mês de setembro houve a produção durante os dois turnos,



para o domínio da situação da máquina, sabendo que se entende por ‘sim’ os dias que houve o funcionamento da máquina e ‘não’ para os dias que a mesma não funcionou. Para facilitar o entendimento do leitor, já que a quinta semana apresenta apenas dois dias, foi feita a inclusão desses dias dentro do período da quarta semana.

QUADRO 1 – Dias de operação da máquina

DIURNO							NOTURNO						
TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG
01/set	02/set	03/set	04/set	05/set	06/set	07/set	NÃO						
SIM	SIM	NÃO											
TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG
08/set	09/set	10/set	11/set	12/set	13/set	14/set	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO
NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG
15/set	16/set	17/set	18/set	19/set	20/set	21/set	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG
22/set	23/set	24/set	25/set	26/set	27/set	28/set	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM
TER	QUA						TER	QUA					
29/set	30/set						NÃO	NÃO					
SIM	SIM						NÃO	NÃO					

FONTE: Autoria própria (2020)

A partir dessa coleta, foi possível fazer um levantamento diário da produção de solas de calçados assim como suas falhas durante as duas primeiras semanas de setembro.

Acompanhou-se a quantidade de falhas nas peças para entender o comportamento da máquina, como mostra a Tabela 1.

TABELA 1 – Produção de solas nas duas primeiras semanas do mês de setembro

	31/ago	01/set	02/set	03/set	04/set	05/set	06/set
PRODUÇÃO		340	728				
PERDA		0	92				
HORAS		2	4				
	07/set	08/set	09/set	10/set	11/set	12/set	13/set
PRODUÇÃO				598	1834	1996	
PERDA				30	168	73	
HORAS				4	11	11	

FONTE: Autoria própria (2020)

Durante essas duas semanas, percebeu-se que o total produzido nos dois turnos de funcionamento da máquina foi de 5.044 pares de calçados, mas com 342 pares defeituosos, o que resulta em 4.702 pares de solas em conformidade.



Com as respostas do questionário (QSI) e a entendimento do procedimento da máquina, identificou-se que o maior problema da injetora era é o alto índice de falhas nas matrizes rotativas, acarretando em paradas que atrapalham o processo. Esse tipo de problema normalmente é resolvido por uma pessoa do setor de manutenção, já que os operadores não possuem habilidade para intervir nesse tipo de problema.

Num segundo momento, esse problema específico foi convertido num problema generalizado através da Matriz de Contradições - MC. Nessa fase, foi possível consultar a matriz adaptada em uma planilha eletrônica para encontrar o parâmetro de engenharia que se deseja melhorar, assim como a sua contradição, ou seja, o que pode ser prejudicado caso seja implantada uma melhoria.

Como parâmetro de engenharia, utilizou-se a mantinabilidade (34), já que, o que se deseja melhorar são as condições de funcionamento da máquina. Em contrapartida, tem-se a contradição de produtividade (39), que não deverá ser afetada no fim.

O terceiro passo da implementação da metodologia TRIZ consistiu na busca por soluções generalizadas, que são baseadas nos estudos feitos por *Autshuller* outrora. Essas soluções também são conhecidas como princípios inventivos, que são o agrupamento de 40 ideias que, em teoria, conseguem encontrar qualquer problema para sua respectiva correção.

No apêndice C, será possível visualizar que no cruzamento do parâmetro 34 e a contradição 39, encontram-se os princípios 1, 32 e 10.

- Princípio inventivo 1 – Segmentação ou fragmentação;
- Princípio inventivo 32 – Mudança de cor;
- Princípio inventivo 10 – Ação prévia.

Com os outros passos já estabelecidos, determinou-se qual a solução específica para o problema específico definido no primeiro passo. Foi possível identificar, conforme o problema, quais das situações se adequavam à realidade encontrada. Então, é possível descartar a segmentação ou fragmentação, pois remete a divisão de um objeto em partes independentes para que se torne menos complexo, e como o objeto de estudo é uma máquina, não há como fazer divisão de partes. Também foi possível descartar a mudança de cor, já que não será necessária a utilização de diferentes cores para solução do problema.

Por fim, tem-se a ação prévia, que é de fato a melhor solução para o problema em questão. Mas como usar a ação prévia para correção do problema de mantinabilidade da máquina? A resposta para essa pergunta retórica está na Manutenção Produtiva Total – MPT.



A MPT apresenta como um dos seus pilares a manutenção autônoma. Portanto, foi desenvolvido um checklist, que consta em Apêndice D, com ações que devem ser compreendidas pelos operadores durante o processo de operação das máquinas, tendo em vista que também irá auxiliar na capacitação dos mesmos.

Existem seis grandes perdas, segundo a MPT: parada por quebra ou falha; mudança de linha; pequenas paradas por ociosidade; diminuição da velocidade da máquina; defeitos durante o processo; queda de rendimento (TAKAHASHI; OSADA, 1990).

Considerando as perdas essenciais e os pilares da MPT, foi então solucionado o problema da máquina no curto prazo, uma vez que, essa ferramenta não possui facilidade de implantação, pois leva algum tempo para que sejam cumpridos todos os seus requisitos.

O projeto foi apresentado para os gestores dos setores de produção e manutenção, e, após avaliação dos responsáveis e explanação do contexto do MPT, ficou definido como se daria o caminho para implementação para resolução do problema encontrado pela MPT.

Como a máquina se encontrava parada, um dia antes foi feita uma pequena reunião durante aproximadamente 20 minutos com os operadores das máquinas antes de iniciarem suas respectivas jornadas de trabalho para explicar como aconteceria o estudo e quais seriam as suas tarefas para a realização. Foram explicados os passos básicos da MPT e qual a função de cada um perante a operação da máquina, servindo então como um treinamento para que tenham autonomia na sua atividade e para que possam transmitir o conhecimento para outros futuros profissionais.

A máquina 4, escolhida como estudo de caso, possuía uma produção média mensal de aproximadamente 160 pares por hora, sendo aquela com melhor resultado. Contudo, ainda apresentava baixa disponibilidade, pois apresentava muitas paradas por quebras bem como muitos produtos defeituosos.

Com a utilização da manutenção autônoma, um dos pilares do MPT, foi possível aumentar a produção diária dessa máquina, assim como reduzir o índice de perdas dos pares de solas, garantindo o melhor aproveitamento das matérias-primas contidas na máquina.

Mas, para total eficácia dessa implantação é importante lembrar que é necessário que haja um planejamento prévio para que se obtenha sucesso na implantação dessa metodologia.

O checklist (Apêndice D) foi aplicado para que cada operador identificasse se havia conformidade com todos os requisitos solicitados e para que a máquina operasse de forma correta. Durante o dia que a máquina ficou parada, foi sugerida uma limpeza total na máquina, para que ela obtivesse maior nível de confiabilidade. E logo após, também foi



sugerido que fossem feitas inspeções regulares, para a identificação de alguma falha potencial. Depois da identificação, caso não fosse possível corrigir o problema, eles registrariam no checklist.

Analizando o checklist e observando o processo de injeção, foi possível definir um Procedimento Operacional Padrão – POP (Apêndice A), para o manuseio correto da M4. Isso permitiu que os operadores entendessem o passo a passo de maneira visual do funcionamento do equipamento e, a partir dele foi possível obter um padrão para operar a máquina, aplicando medidas de tomada de decisões quando houvessem falhas.

Após aplicação desse procedimento, viu-se uma melhoria na operação do equipamento uma vez que a produtividade da máquina aumentou. Isso foi devido à redução de paradas não planejadas, e aumento da produção pela diminuição de peças defeituosas. Na Tabela 2 é possível visualizar esses dados.

TABELA 2 - Produção de solas nas três últimas semanas do mês de setembro

	14/set	15/set	16/set	17/set	18/set	19/set	20/set
PRODUÇÃO	1661		1672	1221	1945		
PERDA	90		88	70	20		
HORAS	10		11	8	11		
	21/set	22/set	23/set	24/set	25/set	26/set	27/set
PRODUÇÃO						2028	
PERDA						103	
HORAS						11	
	28/set	29/set	30/set				
PRODUÇÃO		1813	1605				
PERDA		60	50				
HORAS		10	9				

FONTE: Autoria própria (2020)

4 DISCUSSÃO

É possível notar que a produção durante as três últimas semanas foi de 11.945 pares de solas, com o total de 241 pares com defeito, resultando em 11.704 pares que seguiram para as outras etapas do processo. Ou seja, a máquina obteve uma melhoria significativa nessa amostragem realizada durante um mês, apenas aplicando alguns princípios do MPT.

A Tabela 3, mostra em números, como foi o desempenho da máquina 4 durante o período em estudo, apontando o comparativo entre as semanas onde foi aplicada a



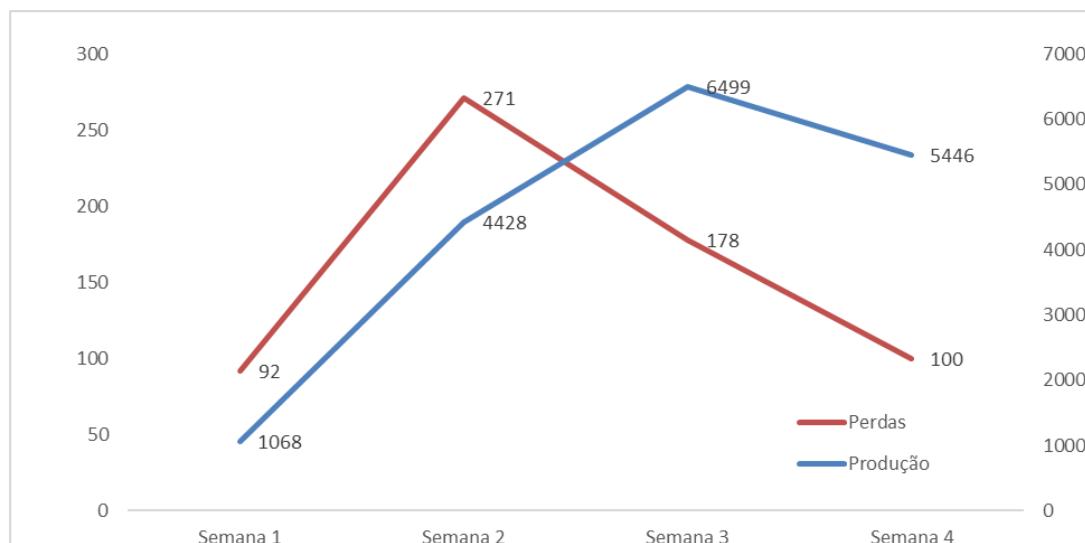
metodologia. Já a Figura 2, apresenta de forma visual o comportamento da máquina em relação à sua produção e suas perdas.

TABELA 3 – Produção durante as quatro semanas

Produção	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	1068	4428	6499	5446
(%)	19%	81%	54%	46%
Perdas	92	271	178	100
	(%)	25%	75%	64%

FONTE: Autoria própria (2020)

FIGURA 2 – Produção e perdas durante o mês de setembro

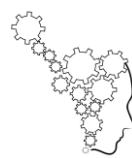


FONTE: Autoria própria (2020)

É possível aplicar conceitos e soluções simples que acrescentam na obtenção de resultados positivos dentro de uma produção. No estudo de caso foi possível perceber a viabilidade de aplicação da MPT, aumentando a produtividade do equipamento (NOGUEIRA et al., 2012).

A MPT pode ser tomada como uma filosofia dentro de uma organização e não como uma metodologia em si, já que pode reunir várias outras ferramentas para resolução de problemas, dependendo do caráter e da necessidade da tomada de decisões (MARCORIN; LIMA, 2003).

A metodologia TRIZ como uma ferramenta, pode ser utilizada em diferentes ramos de atividades, apresentando as mais variadas sugestões para resolução de problemas, sempre



buscando a melhoria constante dos processos, para garantir maior qualidade ao consumidor final (FERNANDES, 2013).

5 CONCLUSÃO

Para a realização do estudo, foram utilizados alguns pilares da metodologia MPT, tendo em vista que para sua total aplicação, o estudo levaria anos para ser concluído. Um dos pilares utilizados foi o contato direto com a alta gerência da empresa, já que seria necessário para uma melhor disponibilidade de recursos a fim de garantir melhor complexidade nos resultados finais. O gráfico apresentado anteriormente, na figura 4, indica que de fato é possível conseguir melhorias a partir da MPT, utilizando a metodologia TRIZ como intermediária para o diagnóstico de um problema. A produção e as perdas durante o mês de setembro da máquina injetora rotativa que foram representadas, mostram de forma clara que a produção de pares de solas teve um aumento significativo da primeira semana até a última.

Ao fim da primeira e segunda semana de produção, foram registrados 363 pares de solas defeituosas em um montante de 5.496 peças. Ou seja, é possível perceber que durante esse período o índice de peças que apresentaram não conformidade foi de 6,6%.

Após a implementação de alguns dos pilares da TPM, ao fim da terceira semana de produção, houve um registro de 6.499 pares produzidos, com o total de 178 pares defeituosos, que em porcentagem equivale a 2,73% de falhas no total de peças registradas pela máquina.

Portanto, o total de pares de solas que apresentaram conformidade foi de 6.321. Resultado que não foi discrepante para a quarta semana, que apresentou uma queda na produção, com a quantidade de 5.446 pares. É possível notar que já houve uma queda na confecção, porém também com queda no total de peças que apresentaram inconformidades que foi de 100 pares, que representa aproximadamente 1,84%.

Durante a terceira semana foi produzido mais do que a soma das duas primeiras no período de setembro, enquanto na primeira e segunda foram produzidos 5.496 pares, na terceira semana o total foi de 6.499, o que mostra claramente a eficácia da utilização dos pilares da metodologia MPT.

Ainda é possível fazer um comparativo entre as semanas de observação. Tendo ao fim da segunda semana um total de 5.133 pares de solas fabricados sem peças defeituosas e no fim da quarta semana 11.667 pares, houve um aumento de 6.534 solas.



Durante o desenvolvimento do trabalho em todo o período de observação e implantação dos pilares, ocorreram outras falhas paralelas ao processo, mas que prontamente foram registradas no checklist e também no POP, para que sejam utilizadas como parâmetros nas semanas seguintes e futuramente para a aplicação de uma manutenção preventiva.

Então, é notável que nas duas últimas semanas, a produção se manteve em alta, porém já apresentou uma queda na produção, mas ainda garantindo um alto índice de produtividade, fazendo a utilização correta e sem prejuízos de todos os seus recursos.

Utilizando duas formas distintas, mas que mesmo assim se complementam mostra que na gestão da manutenção sempre é possível encontrar uma solução, seja ela de simples aplicação ou complexa, mas que possibilita a melhoria de processos garantindo melhor qualidade ao consumidor final.

Conclui-se que é possível utilizar a metodologia TRIZ para a identificação de problemas voltados para a manutenção, assim como a viabilidade da MPT perante problemas que envolvem a mantinabilidade das máquinas. E a partir de dados coletados, transformar todas essas informações em documentos para que se possa futuramente implantar a manutenção preventiva em todo o setor de injeção.

REFERÊNCIAS

- ALTSCHULLER, Genrich Saulovich **Innovation Algorithm**. (1a ed. russa, 1969). Worcester: Technical Innovation Center, 1999
- BEN MOUSSA, Fatima Zahra et al. Reviewing the use of the theory of inventive problem solving (TRIZ) in green supply chain problems. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2677–2692, 2017.
- CARRIJO, José Ricardo Scareli. Adaptações Do Modelo De Referência Do Total Productive Maintenance Para Empresas Brasileiras. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina** p. 181, 2008.
- CASTRO, Hugo Filipe Afonso. **Aplicação da Metodologia TRIZ em Embalagem para Logística**. p. 124, 2015.



CAVALCANTE, Zedequias Vieira; DA SILVA, Mauro Luis Siqueira. A Importância da Revolução Industrial no mundo da tecnologia. **VII Encontro Nacional de Produção Científica**, p. 2–3, 2011.

DE CARVALHO, Marcos Aurélio. Metodologia Ideatriz Para A Ideação De Novos Produtos. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina**, p. 232, 2007.

DEMARQUE, Eduardo. Triz Teoria para a Resolução de Problemas Inventivos Aplicada ao Planeamento de Processos na Indústria Automotiva. 2005.

FERNANDES, João Nuno Sá. Aplicação da Metodologia TRIZ em empresas Industriais. **Universidade Nova de Lisboa**, p. 82, mar. 2013.

FOGLIATTO, Flávio Sanson. **Confiabilidade e Manutenção industrial**. São Paulo: GEN LTC, 2009, p. 420.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira.; SILVEIRA, Aline Morais da. **Manutenção Industrial**. única ed. São Paulo: SAGAH EDUCAÇÃO S.A, 2018.

GUIMARÃES, Dione Tavares dos Santos. Metodologia TRIZ Aplicada ao Estudo de Melhoria da Gestão das Atividades Metrológicas na Saúde. **Universidade Nova de Lisboa**, p. 187, mar. 2016.

KARDEC, Alan.; NASCIF, Julio. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KARDEC, Alan.; RIBEIRO, Haroldo. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Qualitymark, 2002.

LAFRAIA, José Ricardo Barusso. **Manual da Confiabilidade, mantenabilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MARCORIN, Wilson Roberto; LIMA, Carlos Roberto Camello. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. **REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA**, p. 35–42, dez. 2003.

MARQUES, José Ferreira. Aplicação da Metodologia TRIZ e da Manutenção Autônoma em



Atividades de Manutenção Industrial. **Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial**, p. 95, 2014.

MOLINA, J. D. Metodologia TRIZ Aplicada ao Desenvolvimento do Conforto Acústico em Aeronaves Comerciais. **Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica** p. 85, 2013.

MORO, Norberto. Introdução à Gestão da manutenção. **CEFET**. p. 33, 2007

NAKAZATO, KOICHI. *Manual de Implementação do TPM*. JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance. 1999. 180p. 37.

NAVAS, Helena. Uma metodologia para a resolução de problemas. **Guia de Empresas Certificadas**, p. 28–32, 2013.

NAVAS, Helena. Fundamentos do TRIZ. Parte IX. **Algoritmo de Resolução inventiva de Problemas**. January, 2015.

NOGUEIRA, Cássio Ferreira. et al. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance. **Exacta**, n. ISSN: 1984-3151, p. 23, 2012.

PIMENTEL, Andrey Ricardo. **Considerações sobre TRIZ e sua aplicação no desenvolvimento de software**. p. 15, 2013.

POMBO, Inês Maria Caetano. Metodologias TRIZ e Lean numa Indústria de Unidades de Tratamento de Ar e de Ventilação. **Universidade Nova de Lisboa**, p. 129, mar. 2015.

SUZUKI, Tokutaro. **TPM in process industries**, 1^a edição. Portland: Productivity Press, 1 maio 1994, p.391

TAKAHASHI, Yoshikazu.; OSADA, Takashi. **Manutenção Produtiva Total: Total Productive Maintenance**. Japão: Asian Productivity Orzanization, 1990.

XENOS, Harilaus. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 2^a edição. São Paulo: Falconi, 1 janeiro 2014, p. 312.