

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Raissa Lisboa de Almeida Leme

raissa_almeida@hotmail.com

João Eduardo Azevedo Ramos da Silva

jesilva@ufscar.br



A Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma metodologia que visa a qualidade do ambiente de trabalho através da combinação de atividades homem-equipamento. Para medir a evolução da metodologia, empresas têm utilizado o indicador de eficiência OEE (Overall Equipment Effectiveness). O objetivo deste estudo é analisar a implementação de um modelo de gestão baseado na metodologia da TPM em uma empresa do setor químico do interior do Estado de São Paulo. A pesquisa foi realizada por meio de entrevistas com questionários semi-estruturados e dividida em três tópicos: a identificação do modelo de gestão, o uso do indicador OEE e os benefícios e barreiras do modelo de gestão. O indicador OEE foi monitorado por um período de 28 meses, referente à 12 meses antes da implementação do modelo para se obter uma base de comparação e 16 meses seguintes referentes ao estágio inicial de implantação do modelo de gestão. As entrevistas e o histórico do indicador possibilitaram identificar benefícios para a manufatura, tais como organização da

área, redução do tempo de parada de máquina não-programada e identificação e solução dos problemas de forma eficaz, percebidos através do aumento gradativo do indicador OEE e pelos depoimentos registrados nas entrevistas realizadas. Foram percebidas barreiras com relação à necessidade de investimento no equipamento para que o modelo progredisse para o quarto passo da Manutenção Autônoma e a ineficiência de alguns documentos ligados com as áreas de suporte. Através dos depoimentos pode-se perceber que o modelo de gestão adotado é eficaz e permite sua replicação a outros equipamentos.

Palavras-chave: TPM, OEE, Modelo de Gestão, Gestão da Manutenção

1. Introdução

As práticas de manutenção interferem diretamente na produção, uma vez que a disponibilidade dos equipamentos está vinculada ao planejamento das linhas produtivas e ao atendimento da demanda. Uma metodologia de uso frequente na gestão da manutenção é a TPM (Manutenção Produtiva Total) que possui como objetivo o aumento da disponibilidade dos equipamentos sem a necessidade de grande capital investido, sendo esta metodologia dividida em pilares para que sua implementação seja feita de forma estruturada.

Com o crescente aumento de empresas que adotam a TPM, indicadores de desempenho têm sido utilizados para os controles de manutenção e produção. O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) tem se tornado um dos indicadores mais utilizados para a medição do desempenho dos equipamentos, classificando as principais perdas de produtividade da manufatura em três categorias: disponibilidade, desempenho e qualidade.

Para explorar as práticas de gestão da manutenção, este trabalho avalia a implementação da TPM em uma empresa do setor químico localizada no interior do estado de São Paulo. O trabalho compara a metodologia conceitual do TPM apresentado pela literatura com o modelo de gestão da manutenção adotado pela empresa.

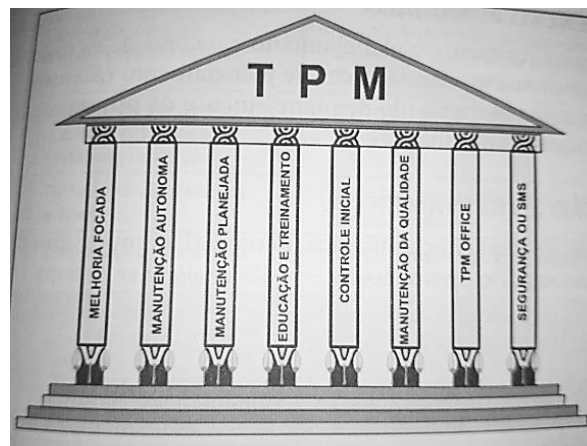
2. Fundamentação teórica

A TPM (Manutenção Produtiva Total) surgiu em 1970 no Japão, quando o mercado começou a ficar cada vez mais exigente e as empresas precisaram encontrar meios para sobreviver, modificando a sistemática de trabalho com a eliminação de paradas por quebras ou intervenções e desperdícios. (KARDEC; NASCIF, 2013). Nakajima apud Garg e Gupta (2012) descreve o TPM como uma abordagem nova para o conceito de manutenção, que busca a otimização dos equipamentos, a eliminação de paradas e a promoção da manutenção autônoma com atividades diárias envolvendo todos.

Shirose (1992) apud Oliveira e Paraboni (2011) ressalta a importância dos operadores com relação à execução de pequenas atividades de manutenção, de modo a prevenir falhas. Com isso, as atividades de baixa complexidade como lubrificação, limpeza, inspeção de vazamentos e vibrações passam a ser conduzidas pelos operadores dos próprios equipamentos e a equipe de manutenção pode ser alocada para a realização de tarefas de maior complexidade (KARDEC; NASCIF, 2013; OLIVEIRA; PARABONI, 2011).

A TPM possui oito pilares de sustentação, sendo os pilares Melhoria Focada, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Educação e Treinamento, Controle Inicial, Manutenção da qualidade, TPM *office* e Segurança (ou SMS – Segurança, Saúde e Meio Ambiente) representados na figura 1.

Figura 1 - Os pilares do TPM



Fonte: KARDEC; NASCIF (2013)

O pilar da Melhoria Focada busca o desenvolvimento do negócio, procurando reduzir os problemas para melhorar o desempenho (KARDEC; NASCIF, 2013). Tondato (2004) diz que este pilar está relacionado com a maximização da eficiência do equipamento buscando a eliminação sistêmica das perdas.

A Manutenção Autônoma é um dos pilares da TPM no qual os operadores são treinados e capacitados para realizar intervenções nas máquinas que antes eram realizadas pela equipe de manutenção. Takahashi e Osada (1993) apud Lima e Marcorin (2003) destacam que a

Manutenção Autônoma amplia a vida útil das máquinas com atividades simples como limpeza, lubrificação e inspeção, eliminando pequenas paradas e diminuindo tempos de paradas para manutenção, através do envolvimento diário do operador.

A implementação do programa de Manutenção Autônoma nas empresas ocorre através de sete passos, sendo os três primeiros associados às atividades de recuperação ou manutenibilidade dos equipamentos nas condições ideais, através da limpeza geral, medidas de eliminação de fontes de sujeira e de locais de difícil acesso e instituição de Rotas de CIL (*cleaning, inspection and lubrication*) (AUTONOMOUS MAINTENANCE, 1997).

A Manutenção Planejada inclui três métodos de manutenção: preventiva, preditiva e corretiva. Busca-se neste pilar a redução das falhas para se conquistar a meta de Quebra-Zero (TONDATO, 2004). Kardec e Nascif (2013, p. 218) enfatizam que “a máquina não pode parar durante o período em que foi programada para operar”, caracterizando assim o conceito de Quebra-Zero.

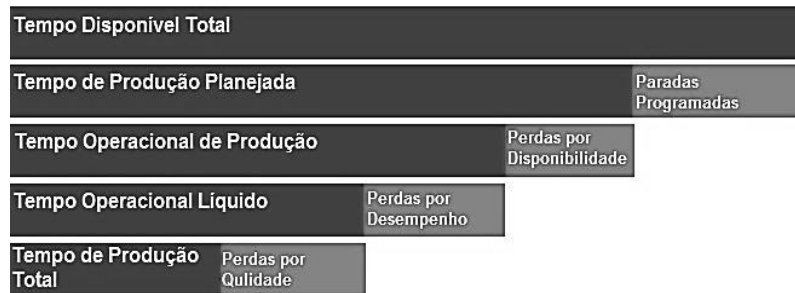
O pilar da Educação e Treinamento visa a capacitação técnica dos operadores e equipe de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2013). Tondato (2004) afirma que uma ferramenta importante é a Lição de Único Ponto (LUP), que visa a transmissão de conhecimento da fábrica através de um documento escrito em uma única folha, abrangendo desde atividades para segurança até resolução de problemas e melhorias.

O OEE, do inglês *Overall Equipment Effectiveness*, de acordo com Hansen (2006) apud Oliveira e Paraboni (2011) mede o quão eficazmente as fábricas conduzem os seus processos quando são programadas para operar. Deste modo, utiliza-se como tempo base o tempo que a máquina foi programada para produzir.

Na figura 2 observam-se as perdas associadas ao tempo disponível para produção, uma vez que para o cálculo do OEE considera-se como tempo ideal o tempo de produção planejada, retirando-se as paradas programadas, como as paradas para manutenção preventiva. As demais paradas são consideradas perdas dentro das três categorias: disponibilidade,

desempenho e qualidade.

Figura 2 – Fatores de perda do OEE



Fonte: Adaptado de Vorne (2010)

Para computar a Disponibilidade dos equipamentos são consideradas todas as paradas não-programadas e pequenas paradas durante o tempo de produção. Deste modo, entende-se como tempo disponível o “tempo operacional de produção”, sendo as perdas associadas a esta categoria as paradas por quebras de máquina (*downtime*), tempo de *setup* e pequenos ajustes, ineficiência para iniciar a produção (*startup*) e troca de ferramentas durante a produção. A disponibilidade do equipamento é obtida pela equação 1 (OEE, 1990; KARDEC E NASCIF, 2013).

$$Disponibilidade = \frac{\text{tempo de produção planejada} - \text{perdas por disponibilidade}}{\text{tempo de produção planejada}} \quad (eq. 1)$$

O Desempenho das máquinas é medido pela relação entre a velocidade real de funcionamento do equipamento com a velocidade ideal. Na figura 2 entende-se como desempenho o “tempo operacional líquido”, uma vez que este mede a quantidade produzida em comparação à quantidade ideal. As perdas associadas a esta categoria são relacionadas à redução da velocidade de produção, além de pequenas paradas que interrompem o fluxo de produção sem que o equipamento necessariamente falhe (OEE, 1990; KARDEC; NASCIF, 2013). O cálculo desta categoria encontra-se na equação 2.

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{tempo operacional de produção} - \text{perdas por desempenho}}{\text{tempo operacional de produção}} \quad (\text{eq. 2})$$

Na categoria relacionada à Qualidade, estão associados os produtos conformes e não conformes. Para calcular essa categoria, utiliza-se a equação 3, sendo na figura 2, a qualidade tratada como “tempo de produção total”, uma vez que este tempo considera apenas o tempo que de fato agregou valor para a produção. (OEE..., 1990; KARDEC E NASCIF, 2013).

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{tempo operacional líquido} - \text{perdas por qualidade}}{\text{tempo operacional líquido}} \quad (\text{eq. 3})$$

Deste modo, para o cálculo do indicador OEE utiliza-se as três categorias de perda como apresentado na equação 4.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade} \quad (\text{eq. 4})$$

A figura 3 resume os benefícios do OEE identificados por diversos autores.

Figura 3 – Benefícios dos indicadores de desempenho

Autor/Data	Benefícios
Chisté, M. (2012)	-Possibilidade de ações para solução de problemas (avaliação das perdas) -Otimização de recursos industriais (atendimento à demanda sem necessidade de adquirir novo equipamento) -Maior integração entre diversas áreas da empresa.
Gasperin, C.; Palomino, R. C. (2006)	-Quantificar impactos das paradas de máquina -Analisar os limites de capacidade da linha -Indicar melhorias específicas para aumento do desempenho do equipamento
Lanza, G. et al. (2013)	-Descrever produtividade e benefícios econômicos -Elaborar outros indicadores de desempenho, tendo como base o OEE. -Analisar em qual categoria (disponibilidade, desempenho e qualidade)
Oliveira, R. P. De; Paraboni, P. B. (2011).	precisa atuar. -Quantificar pontos críticos e priorizá-los -Elaborar planos de ação para melhoria específica de problemas observados tendo como objetivo a minimização de investimentos -Aumentar capacidade de produção com aprimoramento de processos
Purvanasvaran, P.; Tay, C. C.; Teoh, Y. S. (2012)	-Considerar as perdas ocultas dos equipamentos em termos de utilização do mesmo -Utilizar dados de desempenho para tomada de decisões guiadas ao aumento do lucro -Tomar como base o critério de desempenho e a filosofia <i>Lean</i> para inserção do <i>Takt-Time</i> no cálculo do OEE

Fonte: Elaboração Própria

Coelho (2008) observou a implementação gradual dos pilares da TPM em uma indústria automobilística em Portugal. No pilar de Manutenção Autônoma a empresa seguia os sete passos de implementação e utilizava etiquetas de identificação de anomalias identificadas nas rotas de CIL. No pilar de Educação e Treinamento, eram utilizadas LUP, além de treinamentos relacionados à manutenção de equipamentos e à análise de matéria-prima.

Desai et al (2013) também descrevem a implementação dos 8 pilares da TPM em uma indústria automobilística na Índia. Uma das ferramentas utilizadas como diretriz no processo foi o 5S. Com relação à Manutenção Autônoma, os operadores foram treinados para realizar

atividades de limpeza e inspeção no equipamento, reduzindo assim o tempo gasto na manutenção preventiva.

Garg e Gupta (2012) também acompanharam a implementação da TPM em uma indústria automobilística na Índia. No pilar de Educação e Treinamento os operadores foram treinados a respeito de melhorias para se atingir zero defeitos e quebra zero.

Kumar, Kumar e Shama (2006) observaram a implantação da TPM em uma empresa de montagem de peças para motores, escolhida em função dos custos de manutenção terem aumentado de 20 a 30% e reparos emergenciais terem ocorrido com frequência três vezes superior ao normal. A empresa utilizou ferramentas de qualidade como histograma, análise de Pareto, gráficos de controle, diagrama de Ishikawa, ciclo PDCA e análise dos 5 porquês para a priorização dos problemas.

Tondato (2004) relatou a implementação da TPM em uma indústria gráfica, uma vez que a empresa necessitava aumentar a produtividade das impressoras, diminuir os custos com manutenção corretiva e os índices de refugo. No pilar da Melhoria Focada, foram levantadas as perdas através de análise de Pareto e foram realizadas melhorias através do ciclo PDCA. Com relação à Educação e Treinamento, foram passados para os operadores treinamentos relacionados à lubrificação, inspeção, limpeza e restauração mecânica e uma ferramenta muito utilizada foi a LUP.

Na indústria automobilística estudada por Coelho (2008), o progresso da linha era mensurado por meio do OEE, que aumentou em um período de um ano, revelando um impacto positivo da implementação da TPM. O autor aponta como vantagens da TPM a melhoria do ambiente de trabalho, tornando a área produtiva um lugar organizado, limpo e padronizado.

Desai et al (2013) reportam que a linha estudada apresentou aumento no OEE de 63% para 79% após a implementação, com grande aumento na categoria de Desempenho, através da diminuição das pequenas paradas e aumento da velocidade de produção. Garg e Gupta (2012) destacam a importância do comprometimento de todos no sentido de tornar o TPM um

programa permanente.

Os dados de OEE coletados por Kumar, Kumar e Sharma (2006) foram monitorados antes e após a implementação da TPM, mostrando que o OEE passou de 39% para 69%, tendo um crescimento de 17% na Disponibilidade, 8% no Desempenho e aproximadamente 20% na Qualidade. Tondato (2004) mostra que o OEE da empresa avaliada em seu estudo teve seu valor duplicado após dois anos de implementação do TPM, indicando a redução do desperdício de material em 36,6%.

3. Metodologia

Para a presente pesquisa foi utilizado o estudo de caso único e exploratório que foca uma linha produtiva em uma empresa do setor químico localizada no interior do estado de São Paulo. O estudo possui caráter exploratório por buscar a relação entre a metodologia teórica da TPM e a metodologia utilizada pela empresa e assim, estabelecer hipóteses para os valores mensurados do indicador de desempenho OEE.

Realizou-se entrevistas através de questionários semi-estruturados para cada um dos níveis hierárquicos da empresa, abrangendo desde operadores da manufatura até gestores de produção. Os entrevistados e suas atribuições do cargo encontram-se na figura 4.

Figura 4 – Caracterização dos entrevistados

Nível	Tempo de Entrevista	Cargo	Atribuições do cargo
Suporte	10min a 15min	Gestor de Processo	Responsável pela tomada de decisão do negócio, ou seja, responsável pela cadeia produtiva de um determinado produto.
		Mecânico responsável	Responsável pelo plano de manutenção do equipamento.
Administrativo	15min a 40min	Coordenador <i>Lean</i>	Responsável pela adaptação do modelo do TPM e implementação nas linhas de produção.
		Gestor de Produção	Responsável pela tomada de decisão dentro da área produtiva, ou seja, responsável pela linha de produção.
		Engenheiros de Produção	Respondem diretamente aos gestores de produção sobre o desempenho e perdas da manufatura, realizam a manutenção da metodologia do TPM nas linhas de produção.
Operacional	5min a 15min	Coordenadores de produção	Coordenam as ordens de produção e os planos de ação dos gerentes, atuam como líderes e possuem grande autonomia dentro do chão de fábrica.
		Facilitadores <i>Lean</i>	Trabalham no chão de fábrica para auxiliar os operários de manufatura com possíveis problemas quanto ao processo e equipamentos, respondem diretamente aos coordenadores de produção. São responsáveis pelas atividades de manutenção do modelo adotado pela empresa, como por exemplo, os quadros de gestão visual.
		Operários da manufatura	Responsáveis por executar os planos de produção desenvolvidos pela gerencia.

Fonte: Elaboração própria

Os temas abordados nas entrevistas foram agrupados em três grandes tópicos, sendo eles o modelo de gestão e os quatro pilares utilizados (Melhoria Focada, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada e Educação e Treinamento); o indicador OEE; e os Benefícios e Barreiras encontradas. A pesquisa limita-se à análise de apenas um tipo de equipamento e ainda se destaca como limitação o fato do modelo de gestão ainda estar em implementação.

4. Resultados e discussões

No modelo de gestão adotado pela empresa, conforme as entrevistas do nível administrativo, foi reportada a adoção de 4 pilares, assim como no estudo de caso de Tondato (2004), sendo os dois primeiros (Melhoria Focada e Manutenção Autônoma) mais estruturados e com maior tempo de implementação e os outros dois em processo de implementação (Manutenção Planejada e Educação e Treinamento). Como base do modelo de gestão, o Coordenador *Lean* levanta como princípio para a TPM na empresa a adoção do 5S e a padronização dos processos e procedimentos.

O pilar da Melhoria Focada, de acordo com o nível administrativo, tem duas ferramentas principais: “RCA (Registro de Contramedida e Ação)” e “FSP (Formulário de Solução de Problemas)”. A primeira baseia-se no ciclo PDCA, assim como observado por Kumar, Kumar e Shama (2006), utilizada para problemas de baixa complexidade. A segunda requer a formação de um time multifuncional e engloba ferramentas de qualidade como Diagrama de Ishikawa, 5W e 1H e análise dos 5 porquês para tratar os problemas de média complexidade.

O Coordenador *Lean*, acredita que o pilar da Manutenção Autônoma traz a operação para o modelo. Ele enxerga como ferramentas principais as etiquetas de anomalia descritas por Tondato (2004) e a Rota de CIL do equipamento, no qual, de acordo com o nível administrativo como um todo, o equipamento estudado ainda se encontra nos três primeiros passos da implementação deste pilar.

Referente ao pilar da Manutenção Planejada, conforme o Coordenador *Lean*, ocorre uma reunião semanal denominada de “Reunião de Quebra-Zero” na qual busca-se classificar as quebras e definir ações a serem tomadas. As causas são analisadas até a raiz do problema através das ferramentas do pilar da Melhoria Focada. O equipamento possui um funcionário da manutenção responsável por liderar as “Reuniões de Quebra-Zero”, analisar as paradas de máquina e levantar a necessidade de treinamento dos operadores, o que se conecta com os

outros três pilares.

Com relação ao pilar de Educação e Treinamento, o Coordenador *Lean* aponta como principal ferramenta a Lição Ponto-a-Ponto (LPP) ou lição de um único ponto, já observada por Coelho (2008) e Tondato (2004). O Engenheiro de Produção da linha reportou que existe 240 LPP na linha, todas já treinadas. Entretanto, não há um plano sistematizado de classificação dos operadores ou método de treinamento, visto que este pilar é implantação mais recente.

Com relação ao nível operacional, o modelo de gestão adotado é compreendido através das ferramentas de cada um dos pilares ligadas à sua rotina diária. Os Facilitadores *Lean*, identificam o pilar da Melhoria Focada como o principal do modelo através das ferramentas “RCA” e “FSP”. Já os Coordenadores de Produção consideram o pilar da Manutenção Planejada como o mais importante para se diminuir as paradas de máquina. Estes também consideram o pilar da Educação e Treinamento essencial para o crescimento estruturado do modelo. Para os Operadores no geral, as Rotas de CIL e LPP são extremamente importantes para melhoria do equipamento pois tornam possível a transmissão do conhecimento e a inspeção diária de pontos críticos.

Pode-se observar, através das entrevistas realizadas, que o modelo de gestão adotado pela empresa ainda se encontra em fase inicial de implementação, mas os pilares de Melhoria Focada e Manutenção Autônoma já estão sólidos devido ao tempo de implementação destes.

Na figura 5 encontra-se a síntese da modelo de gestão implementado.

Figura 5 – Modelo de gestão

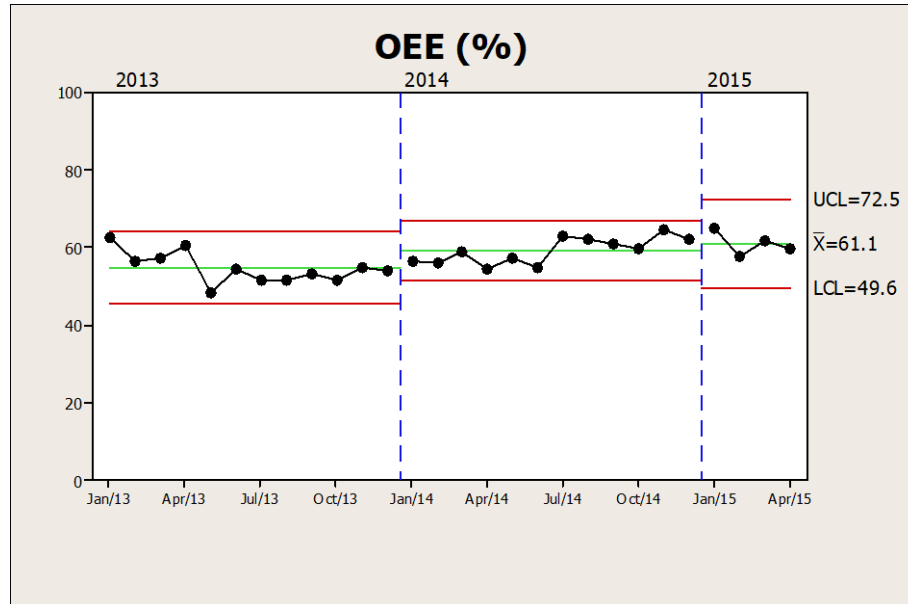
Pilar	Ano Implementação	Ferramentas utilizadas	Práticas de Gestão
Melhoria Focada	2014	-RCA (Registro de Contramedida e Ação) -FSP (Formulário de Solução de Problemas)	Resolução de problemas na raiz através das ferramentas determinadas.
Manutenção Autônoma	2014	-Etiquetas de Anomalia -Rota de CIL	Conscientização dos operadores com relação à importância da manutenção e transferências de atividades da manutenção para a operação.
Manutenção Planejada	2015	-Ferramentas do pilar da Melhoria Focada	Reunião de Quebra-Zero semanal para análise das quebras da linha.
Educação e Treinamento	2015	-LPP (Lição Ponto-a-Ponto)	Nivelamento do conhecimento da linha de produção entre todos os funcionários.

Fonte: Elaboração própria

A análise quantitativa baseou-se no indicador OEE como referência de progresso do modelo de gestão da empresa analisada. Foi adotado o tempo de 12 meses como *baseline* do equipamento antes do modelo ser implementado (2013). Há um histórico de 28 meses de coleta de dados, sendo os últimos 4 meses o período de implementação dos pilares de Manutenção Planejada e Educação e Treinamento.

O Apêndice A apresenta os valores quantitativos que formam o OEE, enquanto na figura 6, pode-se observar o comportamento do indicador ao longo do tempo.

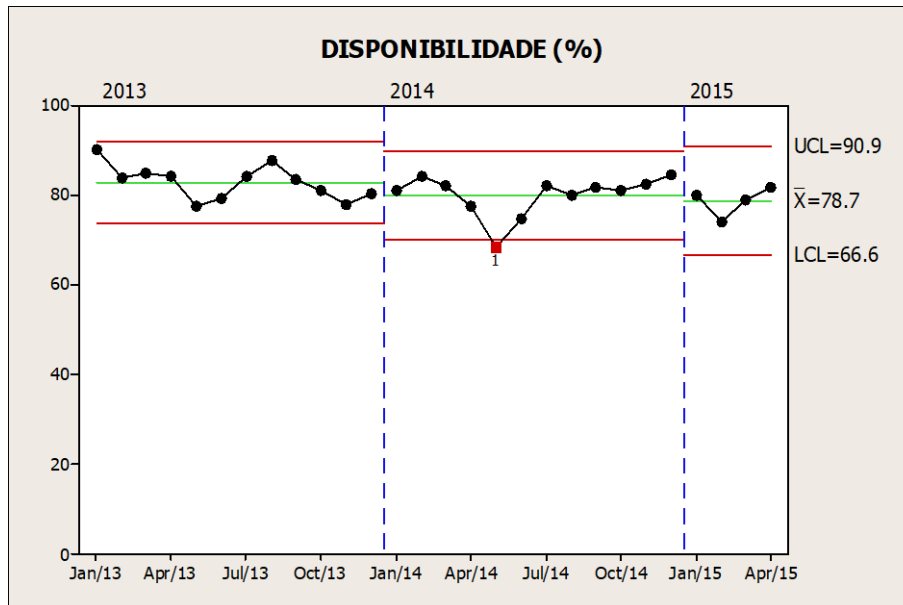
Figura 6 – Gráfico de indicador OEE



Fonte: Elaboração Própria

A figura 3 apresenta que o indicador de OEE aumenta em relação à sua média anual. No entanto, é necessária a análise das categorias separadamente para uma melhor compreensão do indicador. Na figura 7 apresenta-se a categoria de Disponibilidade.

Figura 7 – Categoria de Disponibilidade do OEE



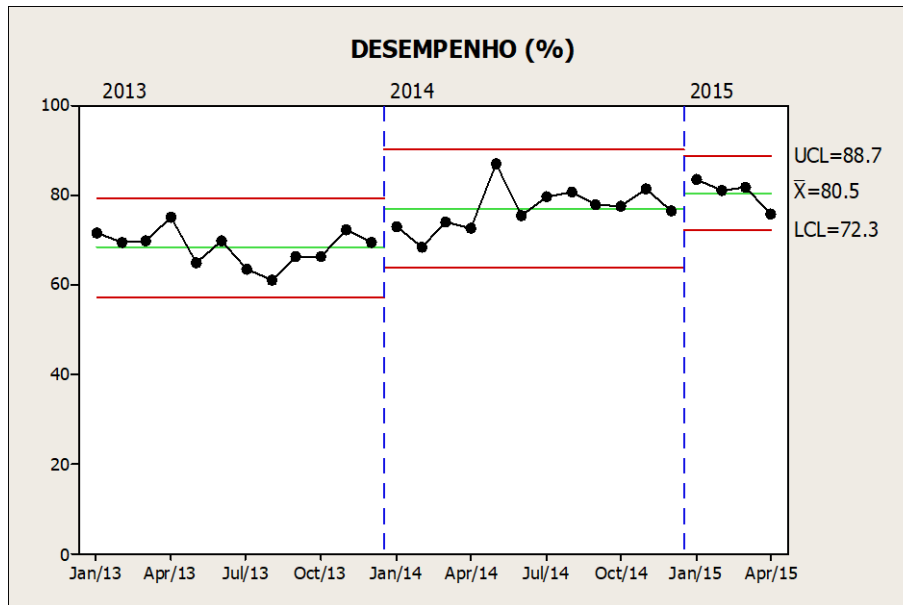
Fonte: Elaboração Própria

É possível perceber que esta categoria está decaindo ao longo do processo. O Engenheiro de Produção, responsável pelo indicador, reportou que, com a implementação da “Reunião de Quebra-Zero” em 2015, ainda há muitos problemas não tratados, o que fez com que em cada mês um problema grave do equipamento fosse atacado, gerando perda do tempo disponível do equipamento.

O Engenheiro de Produção ressalta que o equipamento analisado funcionava no sistema de 24 horas por 7 dias e, por questões de demanda, reduziu-se este tempo para 24 horas por 6 dias, o que gerou perda relacionada ao *startup* de máquina. O mecânico responsável pela área relata que a partir de outubro/2014 os *setups* de máquina passaram a ser feitos pela equipe de operação e não mais pela manutenção, o que gerou diminuição no tempo de *setup*.

Na figura 8, encontra-se a categoria de Desempenho.

Figura 8 – Categoria de Desempenho do OEE

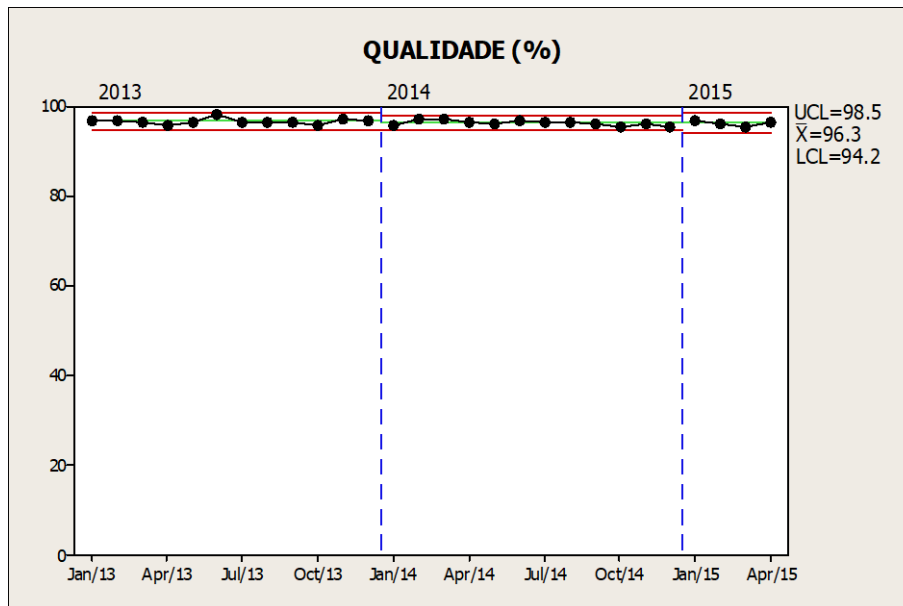


Fonte: Elaboração Própria

O Desempenho foi a categoria que mais contribuiu para o aumento do OEE. O Coordenador *Lean* aponta o Desempenho como principal categoria com oportunidades de melhoria, sendo a redução de velocidade a principal perda identificada. Para o Engenheiro de Produção, após a implementação do modelo, o equipamento está mais estável, fazendo com que a velocidade fosse aumentada pela confiabilidade no equipamento em não afetar a qualidade dos produtos. Assim como na linha estudada, Desai et al (2013) também observou uma grande melhora com relação à categoria de Desempenho com o aumento da velocidade de produção.

Na figura 9, encontra-se a categoria de Qualidade do indicador. Optou-se por manter os gráficos na mesma escala para não haver distorção quanto à compreensão da variabilidade dos indicadores.

Figura 9 – Categoria de Qualidade do OEE



Fonte: Elaboração Própria

Nesta categoria é possível observar a estabilidade do processo, uma vez que a Qualidade é uma das diretrizes base da empresa, influenciando até na categoria de Desempenho, uma vez que a velocidade da máquina é reduzida sempre que necessário priorizar a Qualidade.

O Gestor de Processos, responsável pela cadeia dos produtos, argumenta que o OEE do equipamento estudado não é um indicador eficaz quando monitorado isoladamente; no entanto, deve ser medido com outros indicadores sobre toda a cadeia do processo.

O Coordenador *Lean* e o Engenheiro de Produção reportam como benefício do modelo a integração das áreas para chegar apenas uma informação à operação. Como barreira, o Gerente de Produção aponta a limitação de investimentos. Para o equipamento analisado, algumas fontes de sujeira exigem alto investimento ou troca da tecnologia, fazendo com que o pilar da Manutenção Autônoma não possa avançar para o quarto passo da implementação.

No nível operacional, os benefícios apontados pelos Coordenadores de Produção e pelos Facilitadores *Lean* foram ligados à organização da área de trabalho; à confiabilidade do

equipamento; à padronização das funções e do processo produtivo; à percepção da qualidade do produto e à resolução de problemas na causa raiz. Os Coordenadores de produção ainda ressaltaram a facilidade de gerenciamento na área, uma vez que as informações fluem rápido para todos os níveis. Outro ponto levantado foi com relação à necessidade de se desenvolver o pilar da Educação e Treinamento com mais urgência do que os demais, para disseminar o entendimento do modelo como um todo.

Através das entrevistas, também foi possível verificar que, para os Operadores, ferramentas como Rota de CIL e LPP são importantes para o desenvolvimento do modelo de gestão, melhoria do equipamento e treinamento das pessoas que o operam. Os benefícios observados foram relacionados à limpeza, organização da área e suporte da manutenção. Com relação às barreiras, os operadores reportaram que há um *gap* com relação ao pleno entendimento do modelo, assim como há restrição de investimentos.

No nível de suporte, o gestor de processo conclui que através do modelo adotado consegue-se evitar paradas e isso permite que a cadeia do processo seja mais estável e consistente. Ele acredita que, pelo fato da implementação ser recente, preocupa-se muito com o equipamento, mas não se observam as consequências para os processos seguintes.

As entrevistas evidenciam que os envolvidos no processo sentem melhoria da linha, principalmente com relação à organização, limpeza, estabilidade e padronização da área e dos processos, assim como já observado por Coelho (2008). Uma das grandes barreiras reportadas é com relação à necessidade de alto investimento financeiro para a melhoria da linha, para assim dar continuidade à implementação dos pilares da Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada.

5. Considerações finais

No presente estudo, um modelo de gestão da manutenção baseado na metodologia da TPM foi caracterizado e analisado quanto a sua implementação em uma empresa química. O indicador

OEE foi utilizado como referência de medida quantitativa ao mesmo tempo em que foram coletadas as percepções das pessoas que lidam com o equipamento envolvido em diversos níveis e áreas de atuação.

As entrevistas permitiram uma compreensão do modelo de gestão adotado, bem como as ferramentas e como os quatro pilares do TPM foram implementados. Os quatro pilares foram escolhidos, assim como em Tondato (2004) e Coelho (2008), por serem considerados pilares básicos. Assim como Tondato (2004) e Garg e Gupta (2012) observaram em suas pesquisas, a empresa em questão ainda se encontra nos três primeiros passos da Manutenção Autônoma.

As entrevistas apontaram a necessidade de maiores investimentos para que o modelo passe para o quarto passo de implementação. Um dos pilares bem estruturados no modelo é o da Melhoria Focada que utiliza ferramentas de gestão da qualidade padronizadas e conhecidas por todos os envolvidos com o equipamento como exemplo gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa e ciclo PDCA, da mesma forma como apontado por Kumar, Kumar e Sharma (2006).

Quantitativamente, foi possível analisar o aumento do OEE, principalmente na categoria de Desempenho, através da redução da perda de velocidade de produção, permitindo atingir uma estabilidade. Qualitativamente, os envolvidos com o equipamento confirmam a melhoria da linha produtiva, principalmente com relação à organização e padronização, ainda que o indicador de OEE e a cadeia de produção não apresentem grandes alterações.

O modelo de gestão apresentado pela empresa possui apenas 16 meses de implementação, apresentando falhas pontuais, como por exemplo, a categoria de Disponibilidade que apresenta números mais baixos, pois os problemas estão sendo tratados na causa raiz.

Assim como Tondato (2004) e Kumar, Kumar e Sharma (2006) acompanharam a implementação do modelo por no mínimo dois anos de sua implementação, indica-se para trabalhos futuros a continuidade do estudo da linha de produção em questão para análise da maturidade e crescimento do modelo. Outro ponto a ser estudado é com relação à

implementação do apontamento automatizado de produção, para que se aumente a confiabilidade dos dados para cálculo do OEE.

REFERÊNCIAS

AUTONOMOUS MAINTENANCE. Estados Unidos da América: The Japan Institute of Plant Maintenance, 1997, 123 p.

CHISTÉ, M. A influência do IROG na gestão e melhoria contínua dos equipamentos e processos: Estudo de caso em uma célula de manufatura na empresa master sistemas automotivos LTDA. In: **Global Manager Acadêmica**, v. 1, n. 1, 2012.

COELHO, J. A. S. **Implementação da Total Productive Maintenance (TPM) numa Empresa de Produção**. 2008. 138 p. Tese de Mestrado – Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

DESAI, S.; GOHIL, A. M.; SHAH, D. B.; SINGH, R. Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. In: **Proceedings of 3rd Nirma University International Conference on Engineering**, Procedia Engineering, v.51, p. 592-599, 2013.

GARG, Dr. R. K.; GUPTA, A. K. OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study. In: **International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)**, v. 1, n.1, p. 115-124, out., 2012.

GASPERIN, C.; PALOMINO, R. C. Aplicação do índice de eficiência global dos equipamentos numa indústria metal-mecânica de pequeno porte. In: **XIII SIMPEP**, Bauru, SP, Brasil, nov., 2006.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção – Função Estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013. 440p.

KUMAR, P; KUMAR, D.; SHARMA, R. K. Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis. In: **Industrial Management & Data Systems**, v. 106, n. 2, p. 256-280, 2006.

LANZA, G.; LORENZ, C.; STOLL, J.; STRICKER, N. Measuring Global Production Effectiveness. In: **Procedia CIRP**, v. 7, p, 31-36, 2013.

LIMA, C. R. C.; MARCORIN, W. R. Análise dos custos de manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos. In: **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 11, n. 22, p. 35-42, 2003.

OEE for operators – Overall Equipment Effectiveness. Estados Unidos da América: The Productivity Development Team, 1990, 63 p.

OLIVEIRA, R. P.; PARABONI, P. B. Eficiência global dos equipamentos pela abordagem da gestão do posto de trabalho: um estudo de caso na indústria metal-mecânica. In: **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Inovação Tecnológica e Propriedade intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial**, Belo Horizonte, MG, Brasil, out., 2011.

PURVANASVARAN, P.; TAY, C. C.; TEOH, Y. S. Consideration of demand rate in overall equipment effectiveness (OEE) on equipment with constant process. In: **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 6, n. 2, 2012.

TONDATO, R. **Manutenção Produtiva Total: Estudo de Caso Indústria Gráfica**. 2004, 119 p. Tese de Mestrado Profissionalizante em Engenharia – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VORNE, **OEE Pocket Guide**. (2010). Disponível em <<http://www.oeec.com/tools/oeec-pocket-guide.pdf>>. Acesso em 27 de maio de 2015.

ANEXO

Figura 10 – Valores do indicador de OEE e suas categorias

Período	Disponibilidade	Desempenho	Qualidade	OEE
Jan/13	90.1	71.7	97.0	62.7
Feb/13	83.9	69.5	96.7	56.4
Mar/13	84.8	69.8	96.5	57.1
Apr/13	84.1	75.2	95.9	60.6
May/13	77.5	65.0	96.4	48.6
Jun/13	79.4	69.8	98.2	54.4
Jul/13	84.1	63.6	96.4	51.5
Aug/13	87.9	61.0	96.5	51.7
Sep/13	83.5	66.2	96.6	53.4
Oct/13	81.1	66.3	95.9	51.6
Nov/13	77.8	72.4	97.4	54.8
Dec/13	80.3	69.4	96.9	54.0
Jan/14	81.2	72.8	95.8	56.6
Feb/14	84.3	68.4	97.2	56.1
Mar/14	82.1	74.0	97.1	59.0
Apr/14	77.6	72.7	96.6	54.6
May/14	68.5	87.0	96.1	57.3
Jun/14	74.9	75.5	96.9	54.8
Jul/14	82.1	79.7	96.4	63.1
Aug/14	80.1	80.6	96.6	62.3
Sep/14	81.7	77.8	96.2	61.1
Oct/14	80.9	77.4	95.6	59.9
Nov/14	82.6	81.3	96.2	64.6
Dec/14	84.7	76.6	95.5	62.0
Jan/15	80.0	83.6	97.0	65.0
Feb/15	74.1	81.0	96.1	57.7
Mar/15	78.9	81.7	95.6	61.6
Apr/15	81.9	75.7	96.6	59.9

Fonte: Elaboração própria