

ANÁLISE DOS RESULTADOS DA IMPLANTAÇÃO DO TPM EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA¹

Alexandre Alvarenga Palmeira²
José Glenio Medeiros de Barros³
Rita de Cássia da Silveira Marconcini Bittar⁴
Maria da Glória Diniz de Almeida⁵
Cyro Alves Borges Junior⁶

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência do processo produtivo com a aplicação do sistema de gestão conhecido como TPM em uma indústria automobilística. A sigla TPM, vem do inglês e significa *Total Productive Maintenance* ou, em português, Manutenção Produtiva Total. Utilizando-se um conjunto de indicadores para o acompanhamento dos equipamentos e processos na área de carroceria, foi possível evidenciar, num período de dois anos, os ganhos da área com a implantação do TPM. Os resultados demonstraram o quanto a introdução do TPM na empresa beneficiou as células de produção onde foi aplicado. Pôde-se concluir que a aplicação do TPM trouxe melhor eficiência na utilização dos equipamentos e como consequência do processo de produção, razão pela qual vem sendo estendida a outras áreas de produção da empresa estudada.

Palavras-chave: Análise da eficiência, TPM, Indústria automotiva.

¹ 60º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 25 a 28 de julho de 2005, Belo Horizonte – MG.

² Professor da Universidade Oswaldo Aranha e da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal Fluminense. alexandre.palmeira@foa.org.br

³ Professor da Universidade de Taubaté e da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. glenio@uerj.br

⁴ Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Campinas. rita@fat.uerj.br

⁵ Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. gloria.almeida@br.michelin.com

⁶ Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. cyroborges@terra.com.br

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em função do processo de globalização da economia, o ambiente de competitividade nas empresas aumentou de maneira significativa nos últimos anos. Um dos setores mais influenciados por este processo foi a indústria automobilística. Nesta área, a bem pouco tempo, havia apenas quatro montadoras de automóveis, hoje existem dezessete montadoras. A instalação de novas indústrias e a abertura do mercado brasileiro para a importação de veículos nos levou a um elevado nível de concorrência no setor.

Uma das conseqüências deste processo foi a busca por melhores níveis de competitividade, traduzido pela necessidade permanente de melhoria da qualidade de serviços e produtos, bem como o aumento da produtividade dos processos produtivos e a redução de custos, entre outros fatores.

A necessidade crescente das empresas em satisfazer e tornar fiel seus clientes, numa economia de competição cada vez mais acirrada, ambiente turbulento e um futuro pouco previsível; as leva a definir suas estratégias competitivas como forma de orientar suas ações e a aplicação de recursos com o objetivo de aumentar suas possibilidades de sobrevivência e crescimento.

Um elemento comum às possíveis estratégias competitivas que as empresas possam adotar é a busca por maior eficiência. Pode-se mesmo dizer que onde há atividade de produção, de bens ou de serviços, a eficiência deve estar presente.

Segundo Moreira (1991), a eficiência é a relação entre "resultado" e "esforço despendido". A relação será tanto melhor quanto maior o resultado e quanto menor o esforço utilizado na obtenção daquele. Em outras palavras, busca-se melhorar a eficiência por meio de um melhor resultado associado a uma alocação racional de recursos que permita obtê-lo.

Para se abordar a questão da eficiência no sentido exposto, Gaither e Frazier (2002) sugerem a necessidades de se planejar, medir, controlar e melhorar os níveis de eficiência como elemento indispensável para que se possa obter melhores resultados na organização. Cada uma destas necessidades será atendida a partir do uso de metodologias específicas, cuja escolha dependerá do tipo e tamanho da empresa, da área de estudo considerada, do sistema de gestão utilizado, etc. Neste contexto, o setor de manutenção das empresas tem sido visto como uma fronteira estratégica a ser explorada na busca pela melhoria da eficiência e produtividade na organização.

Durante muito tempo as indústrias em geral utilizaram um sistema conhecido como manutenção corretiva. Tal sistema, considerado por Nakasato (1994) ineficiente, gerava perdas e desperdícios de toda a natureza, acarretando significativos prejuízos financeiros para as empresas. A partir de uma análise mais detalhada do problema, passou-se a dar mais ênfase para a manutenção do tipo preventiva. Com enfoque nesse tipo de manutenção, foi desenvolvido o conceito de Manutenção Produtiva Total, conhecido pela sigla TPM (*Total Productive Maintenance*), que inclui programas de manutenção preventiva e preditiva.

Conforme descrito por Nakajima (1989), o TPM favorece a implementação de uma cultura corporativa de melhoria da eficiência dos sistemas produtivos por meio da prevenção de todos os tipos de perdas. Isto, buscando sempre a eliminação de acidentes, de defeitos dos produtos e de falhas dos processos, durante todo o ciclo de vida dos equipamentos. Tal estratégia deve envolver todos os departamentos da

empresa e requer o total comprometimento, desde a alta administração até o nível operacional.

Criada no Japão, em 1971, como uma evolução dos conceitos de manutenção preventiva levados para este País pelos americanos após a Segunda Guerra Mundial, o TPM, segundo Nakajima (1989), Palmeira e Tenório (2002), foi implementado de forma pioneira na *Nippon Denso*, na época uma empresa japonesa de auto peças fornecedora da *Toyota Motor Company*. Com o apoio do *Japanese Institute of Plant Engineering* (JIPE), que mais tarde se tornaria o *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM), órgão detentor da patente, o TPM foi reconhecido como metodologia eficaz e disseminado ao redor do mundo.

1.1 Objetivo do Trabalho

Analisar a eficiência produtiva obtida com a implantação do TPM no setor de carroceria de uma empresa automobilística em relação ao sistema anteriormente utilizado pela mesma empresa.

1.2 Relevância do Tema

O estudo pretendeu contribuir para a compreensão das interferências que podem atuar direta ou indiretamente no funcionamento operacional da área de carroceria, obtendo-se resultados favoráveis à melhoria da eficiência com a eliminação ou redução de desperdícios.

O TPM, associado a outras ferramentas, constitui-se num importante sistema de gerenciamento, que visa a eliminação de gargalos em toda a cadeia produtiva, além de promover o aprimoramento das pessoas, dos processos e a preservação dos meios produtivos. Trata-se de uma filosofia de trabalho que exige a mudança de atitude das pessoas, pois mesmo após a otimização dos processos e equipamentos, por meio do TPM, sabe-se que ainda é possível obter novas melhorias. Não é por acaso que o foco central do TPM é a melhoria contínua.

Entre outros benefícios, medir a eficácia do sistema TPM, por meio do aumento da eficiência dos equipamentos utilizados, permite também identificar e eliminar perdas com a conseqüente melhoria da produtividade, da qualidade e a redução de custos.

Com o estudo do TPM, aplicado na Área de Carroceria, foi possível também estabelecer critérios e parâmetros de evolução para avaliar a eficiência do Programa por toda a empresa, embora este não seja objeto do presente trabalho.

1.3 Contexto Industrial

A Área da Carroceria é o local onde as peças estampadas são unidas umas as outras por processos mecânicos (grafagem) ou elétricos (soldagem), na formação de sub-conjuntos, tais como: portas, tampas, plataformas, etc. Estes, posteriormente, serão unidos entre si para formar a carroceria em chapa.

O TPM foi adotado para melhorar a eficiência e qualidade na produção de carros. Uma fábrica de carros é composta basicamente de quatro grandes áreas, quais sejam: estamparia, carroceria, pintura e montagem final. O trabalho analisou os resultados relativos a eficiência de máquinas e operadores, antes e após a introdução do TPM apenas na Área de Carroceria.

2 PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA

Para a análise dos resultados da implantação do TPM na empresa algumas etapas foram cumpridas, quais sejam:

2.1 Coleta e Tratamento dos Dados

Para a verificação do desempenho dos processos e dos equipamentos utilizados nas células de produção da Área de Carroceria, procedeu-se inicialmente a coleta de dados. Esta coleta, visando a análise e acompanhamento dos equipamentos da Área, foi feita nos pontos considerados gargalos de produção da Carroceria. Isto porque a melhoria de desempenho dos equipamentos em atividade nos gargalos de produção faria com que as células desta Área pudessem produzir com desempenho superior.

Os dados coletados foram tabulados e organizados em planilhas eletrônicas de sorte a favorecer os tratamentos estatísticos na aplicação dos indicadores apresentados a seguir.

2.2 Utilização de Indicadores de Acompanhamento

O indicador utilizado para medir os ganhos de eficiência obtidos com os equipamentos é conhecido como OEE (Operação Efetiva do Equipamento). Este indicador foi aplicado para calcular as perdas dos equipamentos e mapear suas deficiências por meio de 3 (três) outros indicadores específicos: (i) Índice de Tempo Operacional (ITO), que mede o tempo de disponibilidade das máquinas, (ii) Índice de Desempenho Operacional (IDO), que mede o desempenho operacional das máquinas e o (iii) Índice de Produtos Aprovados em cada máquina (IPA).

O ITO ou Índice de Tempo Operacional mede a proporção entre a operação efetiva em relação ao tempo de carga (tempo necessário para operar o equipamento), ou de uma forma resumida, é o tempo em que o equipamento esteve pronto para produzir.

Para o cálculo deste indicador é necessária a contabilização de quatro grandes perdas, como segue: paradas programadas, ajustes de produção, falhas no equipamento e falhas no processo.

O IDO ou Índice de Desempenho Operacional é composto pelo índice de velocidade operacional e pelo índice efetivo.

O índice de velocidade operacional refere-se à diferença de velocidade, ou seja, é a proporção da velocidade efetiva em relação à capacidade original do equipamento. Em outras palavras, o índice de desempenho operacional serve para verificar se o equipamento está operando realmente com a velocidade determinada (velocidade teórica / tempo de ciclo). Caso o equipamento esteja operando com a queda de velocidade, detecta-se a intensidade desta perda.

Para o cálculo deste indicador é necessário o levantamento das perdas que influenciam diretamente o desempenho dos equipamentos, ou seja, quando os equipamentos apresentam condições operacionais e não produzem por motivos inerentes ao processo (descarga impossível, falta de alimentação de linhas anteriores) e/ou por motivos administrativos (falta e/ou remanejamento do efetivo, falta de materiais, etc). Estas paradas podem ser divididas em dois grupos: (1) perda regular (*mix* e operação em vazio) e (2) perda irregular (relacionado a velocidade de operação)

O IPA ou Índice de Produtos Aprovados refere-se à proporção da quantidade efetiva de produtos aprovados em relação à quantidade total produzida (matéria-prima, material, etc.)

Dentre as peças defeituosas, além das descartadas, devem ser incluídas também as peças com retrabalho (peças restauradas). Para isso é necessário o levantamento de todo o retrabalho e refugo de cada área.

Este índice, assim como os dois anteriores, é utilizado para verificar a eficiência global dos equipamentos (OEE), pois mesmo que o Índice de Tempo Operacional (ITO) seja ideal e a performance esteja alta no Índice de Desempenho Operacional (IDO), sua eficiência será comprometida caso haja grande quantidade de produtos retrabalhados e/ou refugados.

Já o OEE ou Operação Efetiva do Equipamento é um índice percentual obtido pela multiplicação dos outros três índices apresentados anteriormente. Desta forma, as perdas do equipamento podem ser calculadas sob diversos aspectos. Assim, pode-se efetuar a medição da condição operacional englobando todos esses indicadores de maneira a determinar o nível de aproveitamento do equipamento.

2.3 Identificação e Definição das Variáveis Utilizadas

Para o cálculo destes indicadores foram definidas as seguintes variáveis:

- Tempo real de trabalho
- Tempo de parada programada
- Tempo de carga
- Tempo de perda por parada
- Tempo operacional
- Quantidade produzida
- Índice de produtos aprovados
- Tempo de ciclo (ciclo teórico de fabricação)
- Ciclo real de fabricação

Seguindo as fontes fornecidas pela empresa estudada, define-se, a seguir, as principais variáveis utilizadas nos cálculos dos indicadores.

- Tempo de Carga = Tempo total disponível do equipamento para produção, sem perdas, no mês.
- Tempo de Parada = Tempo total que o equipamento ficou inativo devido às perdas.
- Tempo de Ciclo = Tempo de operação (fornecido geralmente pela Engenharia Industrial) da produção de peças pelo equipamento gargalo sem perdas.
- Tempo Real = Tempo real utilizado para a produção de peças no equipamento gargalo (tempo de ciclo acrescido das perdas).
- Tempo Disponível = Tempo em que o equipamento ficou realmente disponível para operação e produção (tempo de carga - tempo de parada).
- Produzido = Total de peças produzidas no mês.
- Refugo = Total de peças refugadas durante o mês.
- Retrabalho = Quantidade de produtos retrabalhados.

2.4 Cálculo dos Indicadores

Para o cálculo dos indicadores utilizou-se as seguintes equações:

$$ITO = \frac{(TCg - TP) \times 100}{TCg}$$

Sendo:

ITO = Índice de Tempo Operacional

TCg = Tempo de Carga

TP = Tempo de Parada

$$IDO = \frac{TCi \times P \times 100}{TD}$$

Sendo:

IDO = Índice de Desempenho Operacional

TCi = Tempo de Ciclo

P = Produzido

TD = Tempo Disponível

$$IPA = \frac{P - QD \times 100}{P}$$

Sendo:

IPA = Índice de Produtos Aprovados

P = Produzido

QD = Quantidade de Defeitos

$$OEE = ITO \times IDO \times IPA$$

Sendo:

OEE = Operação Efetiva do Equipamento

ITO = Índice de Tempo Operacional

IDO = Índice de Desempenho Operacional

IPA = Índice de Produtos Aprovados

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em consonância com a metodologia proposta no item anterior, os indicadores foram então utilizados para efeito de verificação do desempenho de máquinas e equipamentos com a adoção do Programa TPM na empresa. Estabeleceu-se então um período de 2 anos (2001-2002) para se analisar os efeitos do TPM sobre alguns dos mais importantes indicadores adotados pela empresa. Levando-se em conta que o início do Programa se deu em maio de 2000 e que a influência sobre a empresa e, particularmente sobre a Área de Carroceria se deu apenas a partir de 2002 (em função do período inicial de implantação), pode-se comparar os resultados do ano anterior 2001, onde os efeitos do TPM ainda não se faziam presentes, com os

3.4 Análise do OEE

O OEE (Operação Efetiva do Equipamento) teve evolução significativa de 2001 para 2002 em função, principalmente, da melhora do ITO, já que como foi descrito o ITO é parte integrante do OEE = ITO x IDO x IPA. Os resultados globais estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Evolução (%) do Índice de Operação Efetiva do Equipamento

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média
2001	55	46	60	63	59	55	56	56	58	47	56	58	55,8
2002	99	99	99	99	98	97	98	98	99	99	99	99	64,9
Δ %	67	67	65	68	68	64	67	56	59	64	68	66	16,3

4. CONCLUSÃO

As atividades do Programa TPM, ainda em desenvolvimento na empresa, vêm envolvendo colaboradores desde maio de 2000 quando o processo de implantação se iniciou. Neste processo, cada um desenvolve suas atividades por meio de métodos e metas previamente planejadas e com base no desdobramento das diretrizes da empresa. Assim, cada um sabe claramente o seu papel e o nível de contribuição a ser dado, de forma a atingir os objetivos globais da organização.

Neste contexto, uma das etapas mais importantes do processo de implantação do TPM seria naturalmente a verificação de sua eficácia em relação aos objetivos estabelecidos pela companhia. Para isto, tomou-se a Área de Carroceria como piloto da verificação a ser realizada.

Por meio da análise e avaliação dos resultados obtidos, a partir dos indicadores corporativos utilizados, pode-se então concluir que a implantação do TPM já apresenta resultados positivos, mesmo ainda não estando totalmente implantado por toda a empresa.

As melhorias observadas foram da ordem de 16% em média, considerando o indicador de eficiência global dos equipamentos OEE (Operação Efetiva do Equipamento). Por outro lado, os ganhos obtidos pelo indicador IPA (Índice de Produtos Aprovados), apesar de modestos, cerca de 0,6%, foram suficientes para serem identificados por auditorias da qualidade do sistema da empresa chamado Audit¹ e aplicado na Área de Carroceria da companhia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MOREIRA, D.A. **Medida da Produtividade na Empresa Moderna**. São Paulo: Editora Pioneira, 1991.
2. GAITHER, N. e FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
3. NAKASATO, K. **Segundo Curso de Formação de Instrutores de TPM**. XV Evento Internacional de TPM. I.M.C Internacional Sistemas Educativos. 1994.
4. NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

¹ Audit: é o sistema da gestão da qualidade que atribui e mede os padrões de qualidade do produto fabricado conforme determinação das normas pré-estabelecidas pela empresa.

5. PALMEIRA, J. N.; TENÓRIO, F. G. **Flexibilização organizacional**: aplicação de um modelo de produtividade total. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002.

ANALYSIS OF TPM IMPLANTATION RESULTS IN AN AUTOMOTIVE INDUSTRY¹

Alexandre Alvarenga Palmeira²
José Glenio Medeiros de Barros³
Rita de Cássia da Silveira Marconcini Bittar⁴
Maria da Glória Diniz de Almeida⁵
Cyro Alves Borges Jr.⁶

Abstract

The objective of this work was analyze the productive process efficiency with application the TPM in a plant of car. The development of activities shows only equipment those are utilities in the body assembly area. With the efficiency indicators was identify and quantify the own in the organization will TPM implementation. The results show how much this system in the plant was benefit for the production cell in the place it was used. The conclusion is that with TPM application. The equipment own more efficiency and for consequence the production process, than it attendant the plant necessity.

Key-words: Analyze the efficiency; TPM; Automotive industry.

² Professor da Universidade Oswaldo Aranha e da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal Fluminense. alexandre.palmeira@foa.org.br

³ Professor da Universidade de Taubaté e da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. glenio@uerj.br

⁴ Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Campinas. rita@fat.uerj.br

⁵ Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. gloria.almeida@br.michelin.com

⁶ Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. cyroborges@terra.com.br