

ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA TPM NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E SEUS GANHOS

Leandro Martins Alves¹

Francisco de Paula Oliveira²

Resumo: O presente artigo aborda a importância de uma boa gestão da manutenção e performance da manufatura e o correto aproveitamento dos recursos de uma empresa como forma de agregar maior valor aos bens e serviços produzidos, com preço acessível e boa qualidade. Diante do desafio de dobrar sua produção e faturamento entre os anos de 2006 e 2010, uma grande empresa alimentícia localizada no estado de Minas Gerais se viu obrigada a reestruturar seu sistema de manufatura e implantar novos controles e processos que pudessem garantir este crescimento, sem aumentar demasiadamente seus custos e não tornar seus produtos inacessíveis aos consumidores. Para que não fossem necessários altos investimentos para compra de equipamentos, provocando um aumento no custo dos produtos, a empresa decidiu iniciar a implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM) para atingir o aumento da eficiência operacional de seus equipamentos, resultando em uma produção maior, no mesmo período de tempo e com os mesmos custos fixos de fabricação. O aumento na eficiência permitiu o aumento de capacidade e alavancou o crescimento da empresa, gerando maior rentabilidade e garantindo investimentos que suportassem a continuidade do crescimento do negócio.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total; Performance; Rentabilidade.

ABSTRACT: This article discusses the importance of good maintenance management and performance of the manufacturing and the correct use of the resources of a company as a way to add greater value to goods and services produced, affordable and good quality. Faced with the challenge of doubling its production and sales between the years 2006 and 2010, a large food company in the state of Minas Gerais was forced to restructure its manufacturing system and implement new controls and processes that could ensure this growth without increasing too their costs and not make their products inaccessible to consumers. So they would not require significant investment for equipment, causing an increase in the cost of products, the company decided to start the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) to achieve increased operational efficiency of their equipment, resulting in increased production, at the same time and with the same fixed manufacturing costs. The increase in efficiency allowed the increased capacity and boosted the company's growth, generating greater profitability and guaranteeing investments that supported the continued growth of the business.

KEYWORDS: Total Productive Maintenance; Performance; Profitability.

¹ Graduando, PUC Minas – *campus* Poços de Caldas, curso de Administração, Av. Padre Francis Cletus Cox, nº1661, Jardim Country Club, 37701-355, Poços de Caldas, MG.

² Professor, Mestre em Administração, Docente da PUC Minas – *campus* Poços de Caldas, curso de Administração, Av. Padre Francis Cletus Cox, nº1661, Jardim Country Club, 37701-355, Poços de Caldas, MG, Brasil, f.oliveira@pucpcaldas.br.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, verificamos um enorme avanço tecnológico que possibilitou, junto ao processo de globalização, a troca de informações e práticas que ajudaram organizações em todo o mundo a melhorarem seus processos, produtos e serviços, tornando-se mais competitivas no mercado. Esta velocidade na obtenção e aplicação de novas metodologias, tendências e tecnologias tem dificultado a obtenção de vantagem competitiva. Empresas com profissionais qualificados, inteligência competitiva e um ambiente facilmente adaptável às mudanças têm maior facilidade em obter vantagem frente ao mercado no que diz respeito à geração de valor. A Toyota tem sido reconhecida há anos por suas ferramentas bem sucedidas de gestão de negócio, sendo *benchmark* mundial ao obter resultados muito acima da média nas mais diversas áreas, resultados estes ainda difíceis de serem atingidos mesmo com a divulgação desta metodologia de trabalho, sendo a própria Toyota multiplicadora destes conceitos aos clientes, parceiros e até concorrentes.

A empresa foco deste estudo sentiu a necessidade de gerar valor para obter maior vantagem competitiva, e percebeu que isto só seria possível por meio de inovação em seu processo de gestão de manufatura. Foi então pioneira dentro de seu grupo em âmbito mundial na implantação da metodologia de sucesso da Toyota em seu parque fabril, o TPM (*Total Productive Maintenance* - Manutenção Produtiva Total). Após anos de trabalho adaptando a metodologia desenvolvida para uma linha de montagem de veículos automotivos à indústria de processo, com a fabricação de alimentos lácteos. A empresa hoje serve como escola para outras unidades ao redor do mundo, servindo como “base” de treinamentos sobre a aplicação da metodologia que a levou do 24º ao 1º lugar no *ranking* mundial dentre as unidades do grupo em eficiência global da planta.

Em meados de 2006, a empresa iniciou um ambicioso plano de ampliação de seus negócios no Brasil, visando dobrar seu volume de produção e vendas de modo a sustentar seu crescimento e sua posição como líder no mercado de produtos lácteos frescos no Brasil. Com a alta competitividade do mercado, percebeu que seria inviável inchar seu ativo com a aquisição de novas máquinas, visto que os custos de depreciação proveniente destes investimentos e o alto custo do estoque de reposição para garantir eventuais reparos aos equipamentos teriam que ser repassados ao seu consumidor final. Analisando melhor seus KPI's (*Key Process Indicators* – Indicadores Chave do Processo) de eficiência e utilização operacional, percebeu que poderia obter mais capacidade de produção sem aumentar o número de equipamentos e, para tal, optou por iniciar a implantação da TPM no início de 2007.

É notável a evolução percebida nos mais diversos indicadores de operação da empresa após a

implantação da metodologia TPM, porém até então, não foi realizado um estudo que demonstrasse a evolução destes KPI's em paralelo com as ações realizadas e os resultados financeiros. Este comparativo é o principal objetivo deste artigo.

O objetivo principal deste artigo é apresentar as ações realizadas durante a implantação do TPM na empresa em questão, com foco no pilar Manutenção Autônoma e apresentar alguns resultados sobre o programa de manutenção e melhorias feitas nos equipamentos que ocasionou aumento da eficiência operacional. De maneira mais específica, esta pesquisa espera: Identificar as etapas de implantação da TPM; Apresentar a evolução financeira durante a implantação da metodologia; Apresentar a evolução dos indicadores de processo durante a implantação da metodologia; Comparar a evolução financeira com a evolução dos indicadores de processo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TPM

O conceito TPM (Total Productive Maintenance ou Manutenção Produtiva Total) teve início no Japão na década de 70, em uma das integrantes do Grupo Toyota, a Nippon Denso KK, mas chegou ao Brasil somente em 1986. Derivada da manutenção preventiva, original dos Estados Unidos, teve sua evolução conforme apresentam NASCIF e KARDEC (2009, p. 193 e 194):

Manutenção Preventiva em 1950: inicialmente adotada dentro do conceito de que intervenções adequadas evitariam falhas e apresentariam melhor desempenho e maior vida útil nas máquinas e equipamentos

Manutenção com introdução de melhorias em 1957: Criação de facilidades nas máquinas e nos equipamentos, objetivando facilitar as intervenções da Manutenção Preventiva e aumentar a confiabilidade.

Prevenção de Manutenção em 1960: Significa incorporar ao projeto das máquinas e equipamentos a não necessidade da manutenção. Aqui está a quebra de paradigma; a premissa básica para os projetistas é totalmente diferente das exigências vigentes.

TPM em 1970: Vários fatores econômico-sociais imprimem ao mercado exigências cada vez mais rigorosas, o que obriga as empresas a serem cada vez mais competitivas para sobreviver.

A inovação tecnológica nos anos 80 começou com a eletrônica. Apesar das reduções dos investimentos na fábrica, do número de funcionários e do consumo de energia provocado pela primeira crise de petróleo, o PNB do Japão cresceu extraordinariamente, devido à inovação de tecnologia da

fábrica e à instituição da produção com participação total, manutenção e tecnologias de controle de qualidade (TAKAHASHI e OSADA, 1993 – p. 2). A TPM objetiva eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos. Também prepara e desenvolve pessoas e organizações aptas para conduzir as fábricas do futuro, dotadas de automação. Se as pessoas forem desenvolvidas e treinadas, é possível promover as modificações nas máquinas e nos equipamentos. Os operadores passam a executar tarefas mais simples, que antes eram executadas pelo pessoal de manutenção tais como lubrificação, limpeza de gaxetas, medição de vibração e temperatura, troca de lâmpadas, sintonia em controladores, limpeza e troca de filtros, substituição de instrumentos, dentre outros, permanecendo a manutenção com as tarefas de maior complexidade. Em resumo, é verdadeiro afirmar que a pessoa que mais conhece o equipamento e tem condições de afirmar quando bem treinado, onde exatamente está o problema do equipamento é o operador. Este conhecimento e a autonomia fazem com que o rendimento da máquina e a eficiência da linha sejam muito maiores. (NASCIF e KARDEC 2009 p. 195)

NASCIF e KARDEC (2009) apresentam que, na filosofia TPM, existe outro conceito importante que é o de Quebra Zero, por ser a quebra o principal fator a prejudicar o rendimento operacional. Considerando que as máquinas são projetadas para trabalhar com Zero Defeito, passa a ser obrigatório o equacionamento das medidas e soluções para atingir esse objetivo. Importante ressaltar que quebra zero quer dizer máquina funcionando 100% do tempo em que estava programada para operar, o que não quer dizer que a máquina não pode parar. Para obtenção do quebra zero, é de suma importância:

- Garantir as condições básicas para operação tais como limpeza, lubrificação e ordem;
- Observar as condições de uso e operar os equipamentos dentro dos limites estabelecidos;
- Recuperar os equipamentos por envelhecimento para evitar possíveis quebras, eliminar e/ou minimizar as causas deste envelhecimento, restaurar periodicamente devolvendo as características originais do equipamento e ter o domínio das anomalias que provocam a degradação dos componentes internos;
- Corrigir os pontos falhos originados ainda no projeto e corrigi-los; refazer a previsão da vida média útil por meio de técnicas de diagnóstico;
- Treinamento e desenvolvimento das pessoas para que possam diagnosticar e atuar de acordo com a necessidade.

SHINGO (1996), mentor do Sistema Toyota de Produção, acredita que o zero defeitos possa ser

alcançado não como resultado de um “programa” milagroso e salvador, mas como resultado de uma abordagem científica que se desdobra em um processo de aprimoramento contínuo, sempre sintonizado com a eliminação de todo e qualquer desperdício.

A implantação da TPM requer observação dos 12 passos a seguir objetivando o sucesso na implementação do sistema. NAKAJIMA (1988) apresentou um passo-a-passo conforme apresentado a seguir:

- 1ª etapa - manifestação formal sobre a decisão de se implementar o TPM, ou seja, fazer com que todos os empregados sejam informados da mudança para a nova cultura do TPM.
- 2ª etapa - campanha de divulgação e treinamento para introdução da TPM
- 3ª etapa - estrutura para implantação da TPM
- 4ª etapa - criação da estrutura para implementação da TPM
- 5ª etapa - Desenhar um Plano Diretor para a Implementação da TPM
- 6ª etapa - Início da Implementação da TPM
- 7ª etapa - Estabelecimento do sistema para a melhoria da eficiência das máquinas
- 8ª etapa - Estabelecimento e Implantação da Manutenção Espontânea
- 9ª etapa - Estruturação da Manutenção Programada
- 10ª etapa - Treinamento para Melhoria do Nível de Capacitação da Operação e da Manutenção
- 11ª etapa - Estrutura para condução da gestão dos equipamentos na sua fase inicial
- 12ª etapa - Implementação Efetiva da TPM e Melhoria Contínua de seus Métodos

2.2 Os oito Pilares do TPM

A TPM se encontra apoiada sobre oito pilares (Figura 1) que estabelecem um sistema que visa atingir o máximo de eficiência produtiva.

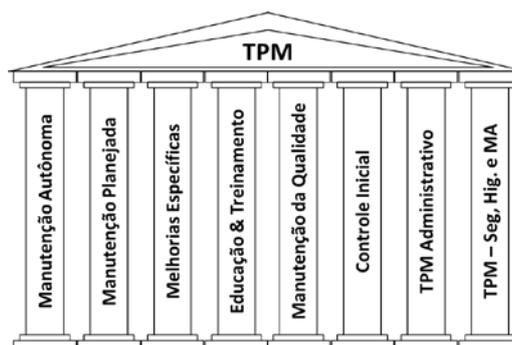


Figura 1: Os oito pilares do TPM.
Fonte: Produzida pelos autores.

Gestão & Conhecimento

Revista do Curso de Administração / PUC Minas – *campus* Poços de Caldas / ISSN 1808-6594

Edição 2014, Artigo 08, Data submissão: 15/12/2014, Data publicação: 29/12/2014

http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/artigos_v2014.html

Os pilares são melhor explicados a seguir:

- Manutenção Autônoma: consiste em autogerenciamento e controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões e conscientização da filosofia TPM. Visa autocapacitar a operação para intervenções e pequenos reparos no equipamento, habilitando-os a realizar pequenas tarefas de manutenção. O desenvolvimento deste pilar implica em mudanças nos papéis da operação e manutenção, o que exige também alterações nos equipamentos;
- Manutenção planejada: para NASCIF e KARDEC (2009), este pilar significa ter o controle e planejamento da manutenção, o que exige treinamento em técnicas de planejamento (software), utilização de um sistema mecanizado de planejamento da programação diária e do planejamento de paradas;
- Melhoria Enfocada: para NASCIF e KARDEC (2009), este pilar significa focar a melhoria global do negócio, procurando reduzir os problemas para melhorar o desempenho. Com o aumento da eficiência dos equipamentos, é possível obter a eliminação das perdas. Este pilar também é responsável por gerenciar as modificações sugeridas pelos operadores e mecânicos de manutenção, pois a manutenção, se não for devidamente estudada pode trazer danos e prejuízos;
- Educação e treinamento: implica ampliação da capacidade técnica, gerencial e comportamental do pessoal de manutenção e operação, pois impõe uma mudança cultural e de valores muito forte, gerando a necessidade de capacitar as pessoas em seus novos papéis. Este pilar tem como objetivo promover um sistema de desenvolvimento de todas as pessoas, tornando-as aptas para o completo desempenho de suas atividades;
- Manutenção da Qualidade: estabelecer um programa de zero defeito, eliminando todas as perdas relativas à qualidade do equipamento e que estejam afetando diretamente o produto;
- Controle inicial: exige o estabelecimento de um sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos e equipamentos. Também implica eliminar falhas no nascedouro e implantar sistemas de monitoramento;
- TPM Administrativo: tem como objetivo a criação de um programa de TPM nas áreas administrativas visando o aumento de sua eficiência, otimizando a geração de informações;
- TPM – Seg., Hig. E MA: visa o estabelecimento de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente com intuito de atingir “ZERO” acidentes e eliminar toda condição que afete a

segurança.

2.3 OEE (Overall Equipment Effectiveness)

A OEE (Overall Equipment Effectiveness- Eficiência Global do Equipamento) é um único Indicador de Performance (Key Performance Indicator – KPI), o qual provê uma visão holística da utilização das máquinas. Isso leva uma organização a examinar todos os aspectos do desempenho das máquinas no intuito de assegurar que estão obtendo o máximo benefício de um equipamento considerando as condições que existem em seu ambiente (NAKAJIMA, 1989).

Este indicador considerada como a evolução métrica do processo TPM, é mensurada a partir da estratificação das seis grandes perdas, e calculada por meio do produto dos índices de disponibilidade, performance e qualidade (NAKAJIMA, 1989).

2.4 As seis grandes perdas

TPM tem como uma de suas principais metas fazer com que os equipamentos tenham 100% de disponibilidade e visa também operar com a maior eficiência possível. O estudo das seis grandes perdas são essenciais, pois afetam diretamente nestes dois aspectos (NAKAJIMA, 1989):

- 1) Quebra;
- 2) Mudanças de linha (setup);
- 3) Pequenas paradas;
- 4) Velocidade reduzida em relação à nominal;
- 5) Defeitos e retrabalho;
- 6) Queda no rendimento.

Um equipamento só poderá obter uma boa eficiência se estiver disponível e em plena condição de uso, ou seja, quanto mais tempo disponível, mais o equipamento poderá produzir. Operando com os equipamentos em eficiência máxima e visando a “quebra zero”, a organização alcançará certamente melhores indicadores de produção e aumento na lucratividade. A multiplicação desses três fatores na forma Percentual determina o índice de Eficiência Global do Equipamento, apresentado na Figura 2.

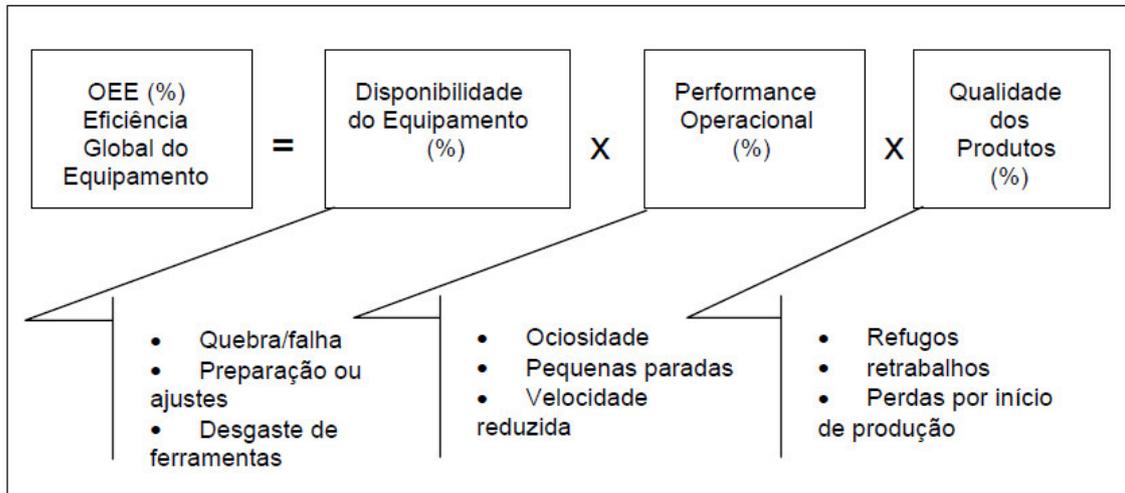


Figura 2: Fatores para determinação do OEE.

Fonte: Adaptado de Nakajima, 1989.

Os indicadores apresentados na figura acima podem ser obtidos por meio das fórmulas apresentadas a seguir:

- Índice de Disponibilidade: leva em consideração as Perdas por Paradas não Planejadas, as quais estão incluídos quaisquer eventos que parem uma produção planejada por um espaço de tempo considerável (geralmente muitos minutos – longo o suficiente para cadastrar este evento). Exemplos disso incluem falhas de equipamentos, falta de material e tempo de mudança de linha e/ou regulagem (Setup). O tempo de Setup está incluído no cálculo de OEE, pois é um tipo de parada de produção. Mesmo que seja impossível eliminar o tempo de Setup, na maioria dos casos pode ser reduzido. O tempo restante disponível é chamado de “Tempo Disponível”. O Índice de Disponibilidade pode ser calculado por meio da equação 1.

$$\text{Disp}(\%) = \frac{\text{Tempo Total Programado} - \text{Paradas Planejadas} - \text{Paradas Não Planejadas}}{\text{Tempo Total Programado}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Onde:

- Tempo Total Programado: tempo programado para o equipamento com base na demanda de produção associada ao equipamento;
- Paradas Planejadas: tempo programado para descanso, almoço, reuniões, treinamentos, manutenção planejada;
- Paradas não Planejadas: tempo gasto com paradas inesperadas, como por exemplo, manutenção corretiva, mudança de linha e/ou regulagens.

Gestão & Conhecimento

Revista do Curso de Administração / PUC Minas – campus Poços de Caldas / ISSN 1808-6594

Edição 2014, Artigo 08, Data submissão: 15/12/2014, Data publicação: 29/12/2014

http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/artigos_v2014.html

- Índice de Performance Operacional: leva em consideração a perda de velocidade, a qual inclui qualquer fator que pode fazer com que o processo de manufatura opere abaixo da sua velocidade máxima. Exemplos disso podem ser equipamentos desgastados, insumos de qualidade inferior, máquinas carregadas de maneira irregular, ineficiência do operador, pequenas paradas não registradas, etc. O Índice de Performance Operacional pode ser calculado conforme equação 2.

$$\text{Perf}(\%) = \frac{\text{Tempo teórico de ciclo} \times \text{Total de peças produzidas} \times 100}{\text{Tempo Total Programado} - \text{Paradas Planejadas} - \text{Paradas não planejadas}} \dots\dots\dots (2)$$

- Índice de Qualidade de Produto: leva em consideração a Perda da Qualidade, a qual se dá pelo número de peças produzidas que não atendem aos padrões mínimos de qualidade estabelecidos pela empresa (refugos) e também pelas peças que necessitarão retrabalho. O Índice de Qualidade de Produto pode ser calculado conforme equação 3.

$$\text{Qualidade}(\%) = \frac{\text{Total de peças produzidas} - (\text{Total de refugos} + \text{Retrabalho}) \times 100}{\text{Total de peças produzidas}} \dots\dots\dots (3)$$

Empresas que utilizam o OEE para medição da eficiência dos equipamentos, em geral se deparam inicialmente com valores entre 30% e 60% (NAKAJIMA, 1989). Segundo estudo que foi realizado em uma empresa manufatureira de autopeças em uma determinada célula de produção foi constatada uma disponibilidade de 84%, performance de 76% e qualidade de 97%, onde estes fatores multiplicados resultam em um fator de Eficiência Global de 62% (SHIRVANI, 2000).

Segundo NAKAJIMA (1989), se os índices de disponibilidade, performance e qualidade foram constituídos por dados confiáveis, um OEE de 85% ou maior, é considerado um excelente índice de eficiência global para a empresa. É importante ressaltar que muitas das vezes a impressão que se toma de um OEE não é correta. Por exemplo, podemos avaliar um equipamento cuja capacidade é de 10.000 peças/hora, e que o índice de disponibilidade é de 70%, o de performance é 70% e o de qualidade é de 70%. Desta forma, algumas pessoas podem ser influenciadas a pensar que este equipamento tem um OEE de 70%, e, portanto, sua produção deve ser de 7000 peças/hora. Entretanto, se considerarmos cada um dos índices individualmente, veremos que esse equipamento trabalha apenas 70% do tempo total disponível para a produção, dessa forma sua produção cai de 10000 peças/hora para 7000 peças/hora. Considerando agora o índice de performance de 70%, este número cai para 4900 peças/hora. Por fim, se considerarmos o índice de qualidade onde apenas 70% das peças produzidas são de boa qualidade, podemos dizer que a capacidade final de produção é de 3430 peças/hora, ou seja, um OEE de 34,3%.

2.5 Manutenção Autônoma

Reservou-se um tópico para salientar o pilar de Manutenção Autônoma, visto que este destaca-se na organização devido ao senso criado nos colaboradores no chão de fábrica e no comprometimento com os resultados da organização.

O pilar Manutenção Autônoma consiste em autogerenciamento e controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões e conscientização da filosofia TPM. Visa auto capacitar a operação para intervenções e pequenos reparos no equipamento, habilitando-os a realizar pequenas tarefas de manutenção. O desenvolvimento deste pilar implica em mudanças nos papéis da operação e manutenção, o que exige também alterações nos equipamentos. Segundo SUZUKI (1994), a Manutenção Autônoma é um processo de capacitação de operadores, tornando-os aptos a manter os equipamentos em situação básica e sugerindo melhorias, mudando o conceito de “eu fabrico, você conserta” para “do meu equipamento cuido eu”.

A Manutenção Autônoma é desenvolvida nas habilidades dos operadores em sete passos:

- 1º passo: Limpeza inicial;
- 2º passo: Eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso;
- 3º passo: Elaboração de normas provisórias de limpeza, inspeção e lubrificação;
- 4º passo: Inspeção Geral;
- 5º passo: Inspeção Autônoma;
- 6º passo: Padronização;
- 7º passo: Gerenciamento autônomo.

YAMAGUCHI (2005) ainda ressalta que limpar, lubrificar e verificar as peças do equipamento frequentemente inibe o aparecimento de falhas nos equipamentos. Esta prática realizada pelos operadores permite ao pessoal de manutenção que se concentrem nas atividades mais sofisticadas. Para viabilizar o lema “do meu equipamento cuido eu” são necessárias além de capacidade de fabricar produtos, quatro habilidades para se realizar a manutenção dos equipamentos:

- Capacidade para descobrir anormalidades: possuir visão acurada para distinguir as anormalidades que não significa simplesmente “o equipamento quebrou” ou “surgiram peças defeituosas”, considerar verdadeira capacidade de reconhecimento das anormalidades de

reconhecimento das anormalidades do sistema de causas, “parece que vi quebrar”, “parece que vão surgir peças defeituosas”, etc. CAMPOS (1999) definem as anomalias como “quebras de equipamentos, qualquer tipo de manutenção corretiva, defeitos de produtos, refugos, retrabalhos, insumos fora de especificação, reclamações de clientes, vazamentos de quaisquer natureza, paradas de produção por qualquer motivo, atrasos nas compras erro em faturas, erro de previsão de vendas etc. Em outras palavras, são todos os eventos que fogem do normal”.

- Capacidade de tratamento e recuperação: conseguir executar com rapidez as medidas corretas em relação às anormalidades. De acordo com o grau da anormalidade, é necessário tomar medidas mediante as avaliações precisas, relatando ao superior, à manutenção ou a outros departamentos.
- Capacidade para estabelecer condições: saber definir quantitativamente os critérios de julgamento de uma situação normal ao anormal. Para isto, os equipamentos devem estar definidos os níveis de trabalho no que se referem às pressões, temperatura e etc.
- Capacidade de controle para manutenção da situação: cumprir rigorosamente as regras definidas. A prevenção antes da ocorrência da anomalia é que vai permitir a utilização segura do equipamento. Para tanto, é necessário cumprir as regras definidas, regras estas como: normas básicas de limpeza e lubrificação, normas básicas de inspeção autônoma etc. Por outro lado, quando as regras não podem ser cumpridas, devem-se examinar as razões pelas quais elas não são respeitadas, revisando-se os métodos de inspeção e promovendo melhorias no equipamento de forma a facilitar o cumprimento das regras.

2.6 Métricas Financeiras

Os tópicos tratados até o momento apresentaram ferramentas que permitiram às inúmeras empresas melhorarem seus processos produtivos e conseguir otimizar seus recursos, bem como adequarem suas áreas de manutenção e criarem um espírito de propriedade em operadores de forma a aumentar eficiência e condições de equipamentos. Além destes pontos, é muito importante apresentar também os ganhos financeiros oriundos destas ações trazidas com a TPM, ou a produtividade que se tem otimizando os recursos financeiros aplicados na produção de bens ou serviços.

Segundo MARTINS e LAUGENI (2001, p. 374) podemos definir como produtividade total como a relação entre as saídas (*output* – bens ou serviços) e os fatores de entrada (*input* – recursos), tendo como principal objetivo avaliar os impactos dos fatores de *input* na produção do *output*. A Figura 3

ilustra a relação entre as entradas e saídas.

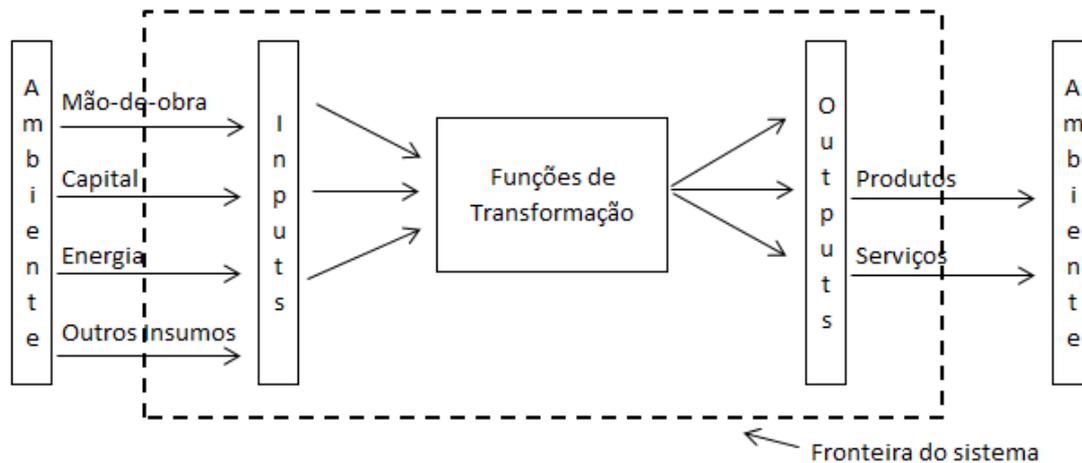


Figura 3: Sistema de Produção.

Fonte: Martins e Laugeni, 2001, p. 371.

Levando em consideração os recursos utilizados na fabricação dos produtos alimentícios, no caso estudado neste artigo, temos todos os custos com mão-de-obra, energias (térmica e elétrica), serviços contratados de terceiros dentre outros que, juntos, permitem à fábrica transformar as matérias-primas em produtos acabados. Com o ganho de escala sem a necessidade de investimentos em novos equipamentos que, por sua vez, demandariam aumentos nos custos de mão-de-obra (novos operadores), energias e manutenção (peças – estoques), tem-se um ganho de eficiência considerando o custo por tonelada produzida no CFF (Custo Fixo de Fabricação).

Na composição dos custos fixos, faz necessário destacar a importância dos custos de mão-de-obra que, historicamente, representam em média 32% do custo fixo total de fabricação da empresa em questão. MARTINS e LAUGENI (2001 – p. 376) reforçam esta parcela nos custos por parte da M.O. e trazem alguns pontos que justificam a atenção a este custo:

“Em âmbito nacional, entretanto, um indicador de produtividade se destaca, que é o índice de produtividade da mão-de-obra. Sua importância se justifica, pois:

- *É grande fator de custos na maioria dos produtos;*
- *É mais fácil de medir;*
- *Existem mais dados disponíveis;*
- *Historicamente, o desenvolvimento tecnológico está associado mais ao deslocamento de mão-de-obra, pelo aumento da produtividade, do que ao deslocamento de outros fatores de produção;*
- *“A produtividade da mão-de-obra tem efeitos muito mais profundos na economia de um país.”*

Sendo a mão-de-obra de tamanha importância nos custos de produção em uma organização, seu aproveitamento ou produtividade devem ser acompanhados minuciosamente de forma a reduzir seu impacto no custo final dos produtos acabados.

Com custos de fabricação menores por unidade produzida, e um volume maior de produção e consequentemente de vendas, obtém-se uma maior margem de lucro que permite à empresa praticar preços mais competitivos, que por sua vez dão a possibilidade de alavancar mais vendas, criando um círculo virtuoso. Este cenário pôde ser observado na empresa durante os últimos anos e, por aproximadamente quatro anos, foi possível praticar a mesma tabela de preços para seu portfólio de produtos sem a necessidade de repassar aumentos de inflação, por exemplo, uma vez que teve estes aumentos compensados pela produtividade gerada.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para desenvolvimento deste trabalho resume-se nas atividades abaixo listadas: pesquisa Bibliográfica; pesquisa Documental; obtenção das informações econômico-financeiras; elaboração das principais demonstrações financeiras; análise das demonstrações financeiras através de indicadores.

Por fim, para que fosse possível realizar um paralelo entre teoria e prática, realizou-se pesquisa bibliográfica que, segundo KÖCHE (2002), se desenvolve com o objetivo de tentar explicar um problema utilizando o conhecimento disponível a partir das teorias publicadas em livros ou em obras congêneres.

Para obtenção dos dados necessários para que fossem realizadas as análises neste artigo, realizou-se uma pesquisa documental nos arquivos da empresa. Alguns indicadores chave foram cruzados para que fosse possível observar de maneira mais clara a evolução dos mesmos, bem como os benefícios comuns entre eles. Para salientar os resultados atingidos com a implementação da TPM na empresa, julgou-se necessário analisar uma linha de produção em especial (linha de produção “D”), instalada pouco antes do início da implementação do sistema e que, no decorrer dos anos, sofreram poucas ou nenhuma alteração do tipo *speed-up* (aumento de cadência / velocidade) e sim, tiveram apenas melhorias feitas pelos próprios operadores e manutentores para aumentar seu tempo em produção e por consequência, sua utilização e eficiência operacionais. Além disso, nestas linhas são fabricados os principais produtos da empresa nos últimos anos, responsável por aproximadamente 60% do faturamento total no Brasil.

Muitas vezes as fontes secundárias apresentam dados coletados ou processados de forma equivocada. Um trabalho fundamentado nessas fontes tenderá a reproduzir ou mesmo ampliar esses erros. Para reduzir esta possibilidade, convém que os pesquisadores se assegurem das condições em que os dados foram obtidos, analisando cada informação para descobrir possíveis incoerências, e ainda, utilizar fontes diversas. Além disso, tornou-se necessário a utilização da pesquisa documental. Para GIL (2002) a pesquisa documental muito se assemelha à pesquisa bibliográfica. Entretanto, há pesquisas elaboradas com base em documentos as quais, em função da natureza destes ou dos procedimentos adotados na interpretação dos dados, desenvolvem-se de maneira significativamente diversa.

Evidenciou-se ainda a aplicação da pesquisa-ação para responder ao problema de pesquisa. Segundo GIL (2002), o planejamento da pesquisa-ação é diferente de outras pesquisas que possam ser feitas, não somente em sua flexibilidade, mas porque relaciona também a ação dos pesquisadores.

4 APLICAÇÃO DOS CONCEITOS

4.1 Apresentando a linha de produção “D”

Como objeto de estudo para esta pesquisa, será dado foco nos resultados das linhas de envase “D”, onde são produzidos os principais produtos da empresa. Voltando um pouco mais na linha do tempo, em meados de 2002 logo após a aquisição de uma nova marca, a empresa em questão percebeu que precisaria de ferramentas modernas de gestão para manter sua liderança de mercado e afastar a ameaça da principal concorrente que aumentava a cada dia. Sem conseguir apresentar resultados que justificassem investimentos por parte de sua matriz no exterior, a diretoria da unidade no Brasil não via muitas alternativas. Decidiu efetuar uma grande reestruturação e em meio a diversas ações, estava o desafio de fazer o *roll out* de uma marca já consagrada em diversos países da Europa e com isso alavancar as vendas. O lançamento do produto foi um sucesso, pois veio a atingir altos volumes de venda em um curto espaço de tempo e com grande rentabilidade, devido ao apelo que o mesmo trazia consigo. A empresa agora tinha mais uma grande marca, sucesso de vendas e fôlego renovado para abrir novos mercados e possibilidades no Brasil. Porém, sua principal unidade esbarrava em uma questão crítica: capacidade instalada para atender a demanda de mercado que crescia fortemente. Neste momento, a eficiência média das linhas de envase na planta se mantinha na casa dos 65% e era um empecilho ao aumento de volume. As alternativas eram poucas e, na visão da administração da época, seria necessário instalar novas linhas comprando novos equipamentos, uma solução que

demandaria altos investimentos e colocaria em cheque a rentabilidade e os resultados que começavam a surgir.

Para manter o aumento do volume e garantir o crescimento da marca mais importante para o negócio que já representava boa parte do faturamento e prioridade para a diretoria, foram feitos estudos para aquisição de novas máquinas para a linha “D” (máquinas de envase utilizadas na produção do principal produto). Os estudos para compra de novas máquinas e as projeções de volume foram feitas com a premissa de 65% de Eficiência Operacional, conforme mostram os gráficos na Figura 4.

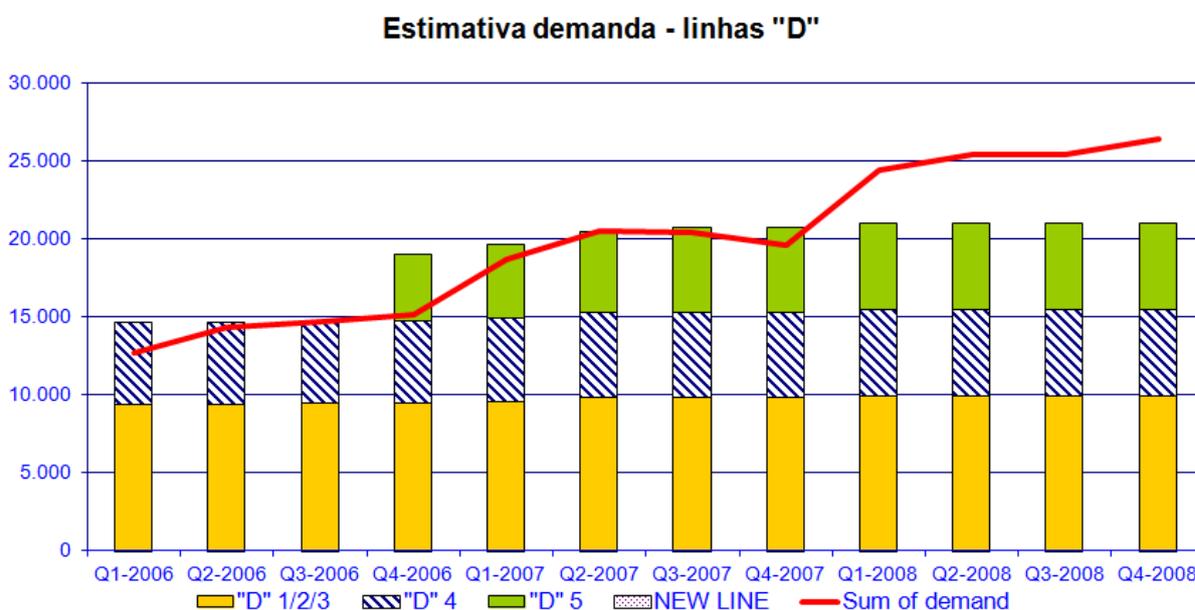


Figura 4: Gráfico de capacidades vs demanda linhas “D”

Fonte: arquivos internos da empresa

Podemos perceber que em pouco tempo, considerando a participação de mercado do produto estudado, seria necessária a aquisição de mais duas linhas “D”, pois as atuais linhas 1, 2, 3 e a nova máquina recém-instalada “D” 4 já não seriam suficientes para atender à demanda do produto. Em 2006, com o sucesso de uma campanha publicitária, esta questão se tornou mais crítica. Frente a todas estas questões, evidenciou-se que a empresa precisava de alternativas que pudessem trazer maior eficiência às suas linhas e aumentar a utilização operacional dos equipamentos.

4.2 Implementação do TPM

Gestão & Conhecimento

Revista do Curso de Administração / PUC Minas – *campus* Poços de Caldas / ISSN 1808-6594

Edição 2014, Artigo 08, Data submissão: 15/12/2014, Data publicação: 29/12/2014

http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/artigos_v2014.html

No início do ano de 2007 a empresa foco deste estudo tomou a decisão de implantar em sua fábrica do Brasil a metodologia TPM e seria a primeira fábrica do Grupo no mundo a realizar esta implementação. Tal operação envolveu uma mudança cultural muito grande na organização, o que pode ser percebido na unidade fabril. Todo o organograma organizacional e as estruturas foram modificadas e vários paradigmas e barreiras foram quebrados, demonstrando um dos requisitos básicos para o sucesso da implantação da metodologia: a alta direção da organização deve estar envolvida e “encabeçar” os processos de implementação. A gerência da unidade optou por não seguir à risca os passos recomendados pela teoria para implantação de cada pilar em sua ordem original e sim fazer uma adaptação conforme sua necessidade com as ações recomendadas pelos autores na sequência que mais fosse adequada. Todos os modelos também possuem a essência da teoria, porém, todos os formatos foram trabalhados para se adequar à sua realidade organizacional.

Conforme mencionado anteriormente, destacou-se na organização o sucesso do pilar de Manutenção Autônoma e serão apresentadas algumas etapas importantes durante a implantação deste pilar, conforme a seguir:

- Ano de 2007: Criação do Pilar de Manutenção Autônoma, definição do líder e composição de time multidisciplinar. Nesta primeira etapa foram definidos também os donos de Área e foi criado um Mapa de Limpeza e Inspeção. O pilar desenvolve uma ferramenta onde o operador deve desenhar seu equipamento em uma folha de papel e identificar os pontos do equipamento os quais ele deve inspecionar e limpar, qual a periodicidade e qual o método que será utilizado. Este ponto é reforçado com a implantação de Lições de Um Ponto (One Point Lessons) conhecidas como OPL's, ferramenta que pode ser explicada como instrução de trabalhos em uma única página, com pontos específicos feito de maneira visual e com o mínimo de texto possível;
- Ano de 2008: Implantação de Setup Dinâmico e Estático, que são marcações visuais criadas nos equipamentos para facilitar a identificação da condição de trabalho dos pontos marcados em uma inspeção visual. Os parâmetros mais comuns são temperatura, pressão, velocidade entre outros. Podem ser estáticos ou dinâmicos, ou seja, são os que monitoram parâmetros fixos que não podem variar, como o aperto de parafusos, a posição de uma base de motor por exemplo. Também em 2008 criou-se o Hoshin de MA, um quadro de gestão visual que é colocado em cada célula e, preenchido com as principais informações e indicadores de manutenção autônoma. Dentre as informações estão índices de cumprimento das metas (quantidade de

Edição 2014, Artigo 08, Data submissão: 15/12/2014, Data publicação: 29/12/2014

http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/artigos_v2014.html

OPLs feitas por pessoal no mês, etc.), a melhor OPL do mês, o plano de ação para MA da célula, as notas das auditorias e o Hoshin de MA que é criado junto com o quadro. A intenção deste quadro é que todos que possam identificar facilmente qual a situação atual da célula referente a MA, e como forma que cobrança para que os operadores executem suas atividades e se dediquem nas auditorias e etc., já que o resultado estará visível para qualquer um que passe diante do quadro;

- Ano de 2009: listagem de fontes de contaminação, criadas pelos donos de área para seus equipamentos. Nesta etapa eles já possuem conhecimento suficiente para identificar quais são os contaminantes em suas áreas e equipamentos e quais são suas fontes geradoras e trabalhar na eliminação das mesmas. Também nesta etapa são identificados os locais de difícil acesso, uma lista feita pelo dono de área, que identifica todos os pontos onde o acesso para limpeza, inspeção, lubrificação e todas as atividades que ele precise executar no equipamento são como o nome já diz, de difícil acesso ou de nenhum acesso. Esta listagem facilitou para que o dono de área, juntamente com o planejador de manutenção, busquem soluções que facilitem o acesso, como efetuar adaptações no equipamento para facilitar sua inspeção ou intervenção, por exemplo;
- Ano de 2010: aqui foi iniciado o plano de aceleração de Manutenção Autônoma, que teve por objetivo revisar as atividades de MA que eram realizadas e desenvolvidas desde o princípio da implantação de forma a eliminar os processos sem valor agregado e adequar as atividades ao novo nível de conhecimento dos operadores e manutentores. Este plano consiste basicamente na adequação e replantação das etapas anteriores, de forma mais rápida e prática e está dividido em três passos:
 - Passo 1: restabelecer as condições básicas ainda não corrigidas nas etapas anteriores principalmente eliminando as perdas ocasionadas por falta de limpeza;
 - Passo 2: tornar as máquinas mais fáceis de limpar e inspecionar e com isso reduzir os tempos que os donos de área dedicam a estas atividades;
 - Passo 3: definir definitivamente os padrões de limpeza e inspeção de acordo com as atividades executadas nas etapas anteriores de forma a garantir a eficiência destas atividades, ou seja, melhorar limpeza e inspeção com menos tempo destinado a isso.

Estes passos apresentados acima correspondem também aos 3 primeiros passos sugeridos pela teoria, porém em ordem diferente da sugerida pelos autores originalmente.

Durante o tempo de implementação do TPM e também logo após as primeiras etapas implantadas, especialmente após a manutenção autônoma, notou-se expressiva evolução nos mais variados indicadores de performance da empresa, além de sua capacidade de produção, mantendo o mesmo número de equipamentos nas linhas de produção. O gráfico na Figura 5 ilustra a evolução dos principais indicadores durante estes anos.

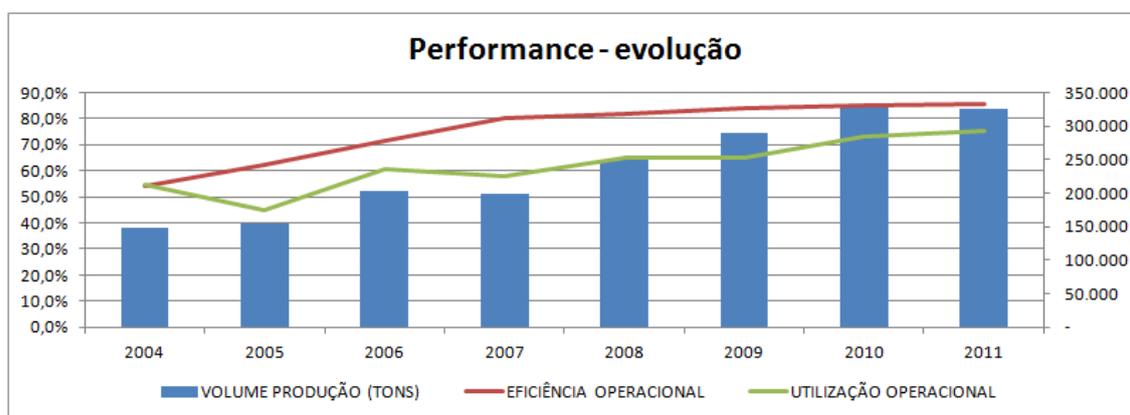


Figura 5: Evolução da Performance
Fonte: arquivos internos da empresa

Além do aumento de volume ocasionado pelo aumento da EO e por consequência, aumento também na utilização da fábrica, é interessante ilustrar também alguns outros indicadores que vieram em paralelo contribuir para este crescimento, conforme pode-se verificar na Figura 6.

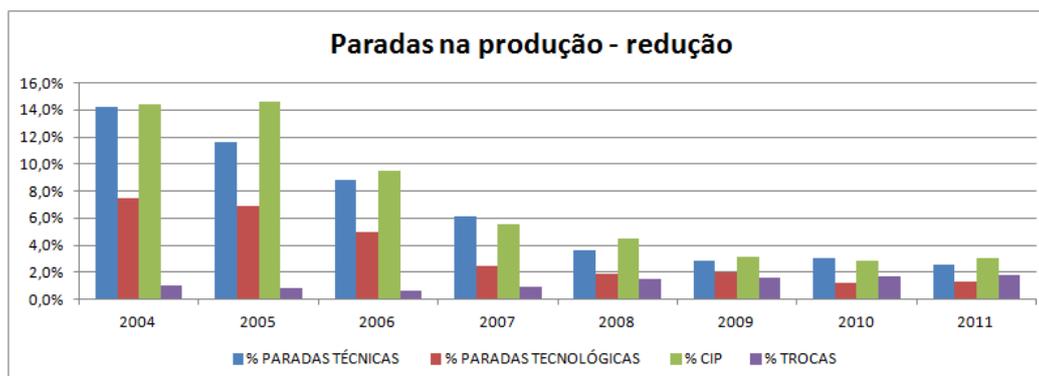


Figura 6: Evolução Indicadores de Paradas de Produção
Fonte: arquivos internos da empresa

Com a redução nas paradas, sejam técnicas para intervenções, tecnológicas por falhas no equipamento, CIP (*Clean in place*) ou trocas de sabor e ou formato, foi possível aumentar a capacidade

de produção em 120,0% entre os anos de 2004 e 2011. Na maior parte, este ganho deve-se ao trabalho do time de manutenção em manter os equipamentos em condições básicas de funcionamento em conjunto com os operadores de linha que, assimilando o senso de “donos do equipamento” em muitos momentos, identificaram melhorias e sugeriram alterações que reduziram a quantidade e o tempo das paradas e por consequência, aumentaram a eficiência operacional.

Além do ganho no chão de fábrica com condições e KPI's cada vez melhores, foi possível notar também o ganho financeiro nos custos de fabricação, uma vez que o volume cresceu sem a necessidade no aumento do quadro de pessoal, compra de novos equipamentos que aumentariam os custos de depreciação, manutenção, energias entre outros e ainda, aumento no faturamento no fim do processo, gerando mais receita e por consequência, maior margem operacional, trazendo fundos a serem reutilizados na manutenção e ampliação do negócio.

Na Figura 7, temos a evolução dos volumes de produção, acompanhada pelo custo fixo total absoluto (apresentado em milhares de reais) e, em contrapartida, a curva que remete à redução no custo por tonelada.

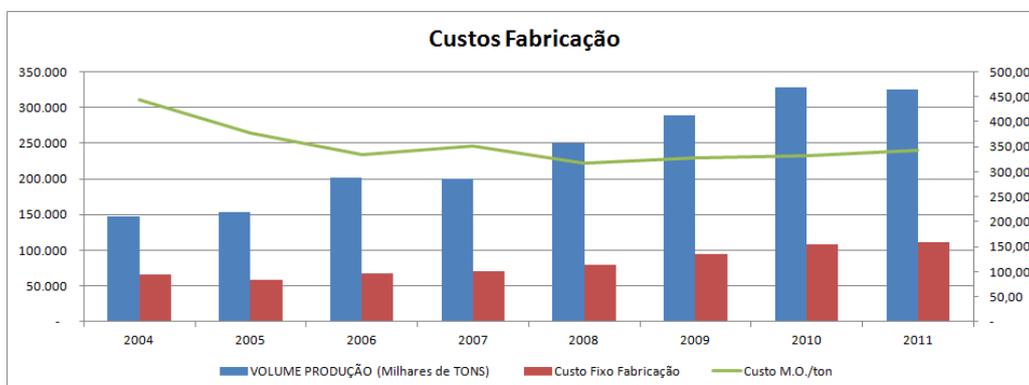


Figura 7: Custo Fixo de Fabricação por tonelada

Fonte: arquivos internos da empresa

À medida que o volume de produção aumentou acompanhando a eficiência dos equipamentos, o custo absoluto sofreu pequena variação e o custo equivalente (R\$/Kg de produto produzido) caiu, acompanhando a curva de volume na medida inversa. A Figura 8 apresenta um gráfico semelhante ao mostrado anteriormente, porém desta vez destacando apenas os custos de M.O. contra a evolução de volume, gerando assim uma curva de produtividade.

O custo de mão-de-obra destacado, que é o mais representativo nos custos de fabricação, seguiu o mesmo caminho e apresentou a curva de custo equivalente com o mesmo declínio, à medida

que o ganho de escala se tornava maior. Nos próximos tópicos espera-se dar um foco em uma linha de produção específica, apresentando isoladamente os resultados obtidos com a implantação da TPM, especialmente, a manutenção autônoma.

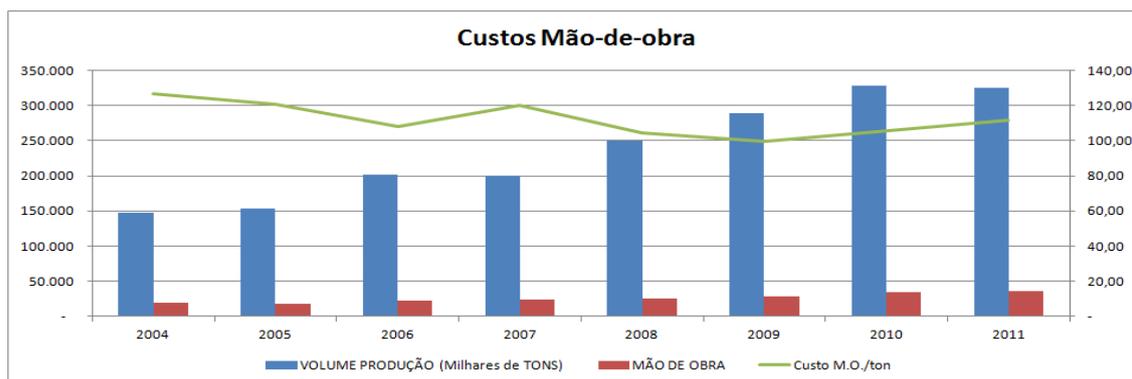


Figura 8: Custos de Mão-de-obra
Fonte: arquivos internos da empresa

4.3 Cruzamento de dados – linhas de produção “D”

Pode-se perceber a evolução de eficiência nas linhas “D” a partir de 2007 especialmente, quando deu-se início aos trabalhos de implementação da TPM na empresa. Um ponto importante a observar também é que em 2008, tem-se a retirada de uma das linhas transferida para outra unidade (linha “D” 1) e como ilustrado na Figura 9, o volume absoluto não foi afetado, graças ao aumento na eficiência.

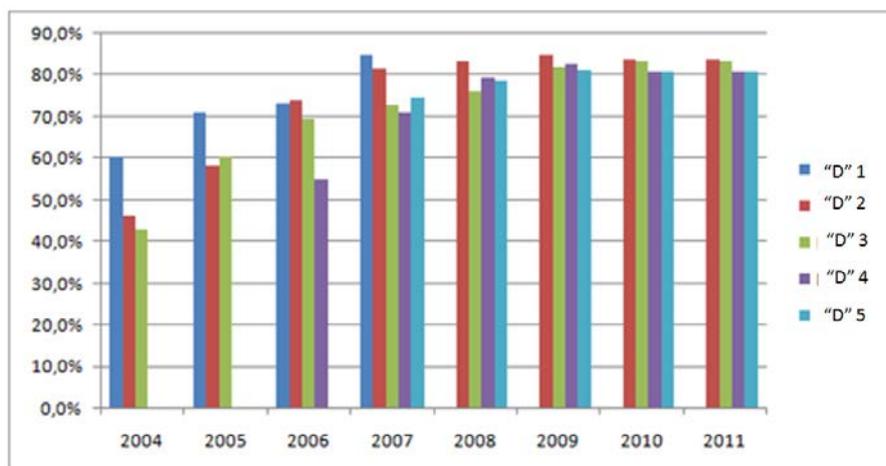


Figura 9: Gráfico de Eficiência Linhas “D”
Fonte: arquivos internos da empresa

Sob a ótica financeira, acompanhando a evolução da eficiência nas linhas “D” temos a diluição nos seus custos fixos e redução no custo por tonelada de produto acabado, ou seja, menores custos de produção que permitem à empresa praticar os mesmos preços em um maior intervalo de tempo, aumentando a competitividade e alavancando suas vendas. Com maior volume e rentabilidade, são gerados fundos para reinvestir no aumento de capacidade que trará mais volume de produção, iniciando novamente o processo em um círculo virtuoso.

O item 4.1 apresenta o estudo para a instalação de novas linhas “D” com base nas premissas da época, onde a eficiência operacional média girava na casa dos 65%. Projetando a demanda de vendas vs capacidade de produção com a quantidade de equipamentos operando com esta EO, seria necessário instalar a sexta linha antes de 2008 para evitar cortes de vendas por falta de capacidade. No entanto, a instalação desta nova linha faria com que os custos fixos de fabricação fossem mais altos, incrementados pela depreciação adicional gerada pela aquisição de novos equipamentos e isto poderia comprometer a competitividade do produto no mercado. A Figura 10 a seguir ilustra uma simulação considerando a aquisição de uma nova linha para produção (“D” 6 estimada a partir de 2008 para atender o volume projetado) e podemos perceber um CFF 25% maior, valor este que deveria ser repassado ao consumidor final e comprometido à evolução das vendas, caso realmente este cenário fosse concretizado.

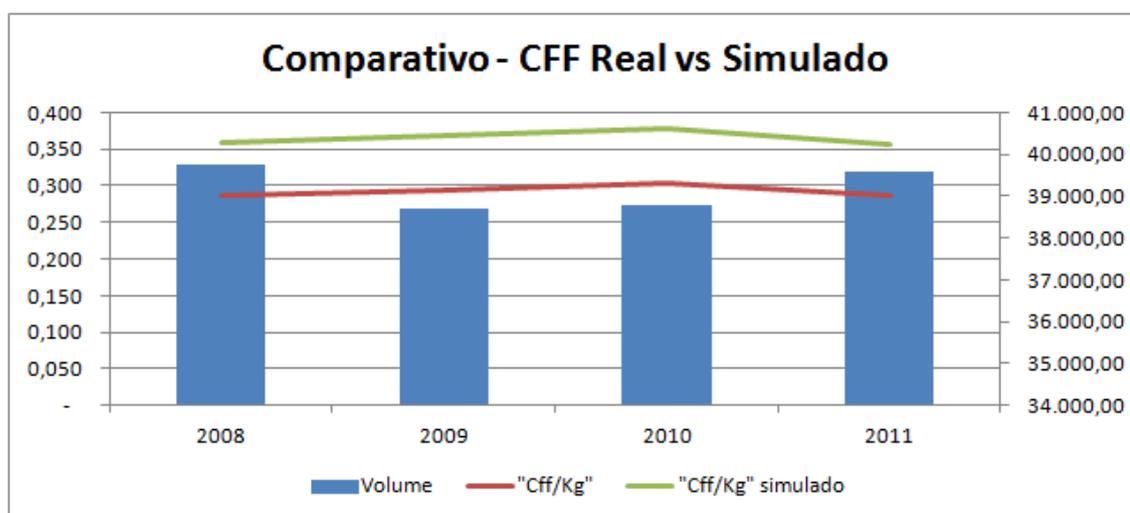


Figura 10: Comparativo CFF Real vs Simulado

Fonte: arquivos internos da empresa

O gráfico acima confirma o benefício advindo do aumento da eficiência operacional e seu

impacto no custo dos produtos vendidos, bem como a vantagem competitiva, já que não foi necessário repassar os aumentos de custo com produtos mais acessíveis. Importante também ressaltar a curva do CFF que se manteve estável nos quatro anos apresentados, constatando que o custo real por quilo produzido (CFF/Kg) não sofre impacto da inflação, sendo que este acaba sendo compensado pelo aumento de eficiência e produtividade. O aumento na EO e também na capacidade produtiva, ainda abre espaço para produção de inovações, ou seja, a empresa tem a possibilidade de criar novos produtos e explorar novos mercados sem necessariamente investir em novas linhas de produção, como foi o caso desta empresa que em 2011 teve a ideia de lançar um novo produto com grande valor agregado, aproveitando a capacidade gerada com o aumento na EO da linha.

4.4 Considerações finais

Foi possível neste artigo acompanhar a evolução dos mais diversos indicadores e melhorias trazidos para a organização com a implantação do TPM e os impactos que se estenderam para toda a empresa, e não apenas no chão de fábrica como a princípio pode-se presumir. Com as melhorias vieram também o aumento na capacidade, que suportou a evolução das vendas e por consequência do faturamento, resultados que acabam por atrair a atenção dos investidores e acionistas que dão preferência para um negócio que apresenta taxas de crescimento consistentes, criando um círculo vicioso. Tal crescimento amparado por uma estratégia bem estruturada e a gestão por resultados, maximizam os benefícios trazidos pelo TPM ampliando as possibilidades.

5 CONCLUSÃO

Tendo em vista todo o conteúdo exposto neste artigo, a mudança cultural percebida, o crescimento nos volumes de produção suportando a estratégia de crescimento de vendas, melhores indicadores de performance e menores custos fixos de fabricação com melhor aproveitamento dos recursos, é impossível negar o efeito benéfico causado pela implantação da TPM. Fica clara a mensagem de que, a metodologia amparada pela disciplina e organização de ideias, procedimentos e processos, aplicada da forma correta, traz resultados expressivos. Neste caso em especial, notou-se a presença marcante da manutenção autônoma que criou nos operadores um forte senso de propriedade, trazendo inúmeros ganhos para a empresa com melhorias feitas por eles próprios, visando aumentar a performance dos equipamentos e as condições de trabalho. Também fica explícito que nenhuma teoria

Gestão & Conhecimento

Revista do Curso de Administração / PUC Minas – campus Poços de Caldas / ISSN 1808-6594

Edição 2014, Artigo 08, Data submissão: 15/12/2014, Data publicação: 29/12/2014

http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/artigos_v2014.html

é engessada de tal forma que não possa sofrer alterações que tenham como objetivo atender de forma mais eficaz às necessidades de diferentes ramos de negócio, como foi o caso desta empresa de alimentos que adequou a metodologia de uma fabricante de veículos à sua realidade e necessidade.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, VICENTE FALCONI. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998, 276p.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota Produção: mais do que simplesmente Just-in-time**, São Paulo: Produção, 1995.

GIL, A.C. **Como elaborar Projeto de Pesquisas**. São Paulo: Atlas, 2002.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**, Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 20. Ed. Atual. Petrópolis: Vozes, 2002.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. Saraiva, 2001.

NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

SHINGO, SHIGEO. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de vista da engenharia de produção**. 2. Ed. Porto Alegre: Artes Medicas, 1996.

SUZUKI, T. **TPM in Process Industries**. Portland: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **TPM/MPT – Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Iman, 1993.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM – Manutenção Produtiva Total**. São João Del Rei: Icap Del Rei, 2005.