



Julio 2019 - ISSN: 2254-7630

IMPLANTAÇÃO DA TPM EM UM PROCESSO DE MANUFATURA DE BISCOITOS E SEUS RESULTADOS OBTIDOS

Klebio Assunção¹

Ananias Freire Da Silva²

Prof. Dr. (Tít. Cult.) Rickardo Léo Ramos Gomes

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Klebio Assunção, Ananias Freire Da Silva y Rickardo Léo Ramos Gomes (2019): "Implantação da TPM em um processo de manufatura de biscoitos e seus resultados obtidos", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (julio 2019). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/07/tpm-manufatura-biscoitos.html>

RESUMO

O ambiente corporativo cada vez mais competitivo impõe as empresas a inovação e o desenvolvimento de técnicas que visem o aumento da eficiência global dos equipamentos por meio do aumento da disponibilidade, eficiência e qualidade nos equipamentos. A Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance* - TPM) é uma metodologia que auxilia a empresa na qual está inserida para otimizar seus KPI's (*Key Process Indicators* - Indicadores Chave do Processo), buscando o envolvimento de todos os membros que fazem parte do processo, podendo se adequar aos diversos segmentos das empresas. O presente trabalho, respaldado pela fundamentação teórica, visa entender como a TPM (Manutenção Produtiva Total) auxiliou os resultados obtidos na implantação do processo de manufatura de biscoitos. Quando implantado adequadamente a TPM produz resultados excelentes, como a evolução dos índices de parada de manutenção, perdas no processo, tempo de *setup*, retrabalho, produtividade e eficiência operacional, além dos ganhos de conhecimento e "moral" de toda a equipe, em especial o time de operação, quebrando paradigmas e estabelecendo o senso "da minha máquina cuida eu".

Palavras-chave: Otimizar KPIs. Implantação do TPM. Processo de manufatura.

RESUMEN

El ambiente corporativo cada vez más competitivo impone a las empresas la innovación y el desarrollo de técnicas que apunte al aumento de la eficiencia global de los equipos a través del aumento de la disponibilidad, eficiencia y calidad en los equipos. El mantenimiento total de la producción (TPM) es una metodología que ayuda a la empresa en la que está inserta para optimizar

¹ Engenheiro de Produção, com experiência em WCM, KAIZEN, Ferramentas da Qualidade Total em indústrias de grande porte e professor de mecânica na Escola Profissionalizante CEPEP.

² Pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho UniAteneu; Engenheiro de Produção UniFator Wyden; Técnico em Eletrotécnica IFCE; Experiência em TPM Manutenção Produtiva Total e Programas da Qualidade (5'S, APPCC, BPF, FSSC 22000, ISO 22000, ISO 9001), inovação em processo de produção/serviços e gestão industrial. Atua no mercado como Supervisor de Produção em empresa do ramo alimentício líder nacional na fabricação e venda de massas e biscoitos. Experiência em times de melhoria e inovação na área de processos industriais e Saúde e Segurança do Trabalho (SST). Líder de time de Levantamento de Perigos Danos e Riscos OHSAS 18000 (LPDR); Desenvolvimento e implantação de Software.

sus KPI (*Key Process Indicators* - Indicadores Clave del Proceso), buscando la participación de todos los miembros que forman parte del proceso, y se puede adecuar a los diversos segmentos de las empresas. El presente trabajo, respaldado por la fundamentación teórica, pretende entender cómo la TPM (Mantenimiento Productivo Total) ayudó a los resultados obtenidos en la implantación del proceso de fabricación de galletas. Cuando se implementa adecuadamente la TPM produce resultados excelentes, como la evolución de los índices de parada de mantenimiento, pérdidas en el proceso, tiempo de *setup*, retrabajo, productividad y eficiencia operacional, además de las ganancias de conocimiento y "moral" de todo el equipo, en especial el equipo de operación, rompiendo paradigmas y estableciendo el sentido "de mi máquina cuido yo".

Palabras clave: Optimizar KPI. Implantación del TPM. Proceso de fabricación.

ABSTRACT

The increasingly competitive corporate environment requires companies to innovate and develop techniques that aim to increase the overall efficiency of equipment by increasing availability, efficiency and quality in equipment. Total Productive Maintenance (TPM) is a methodology that helps the company in which it is inserted to optimize its Key Process Indicators (KPI's), seeking the involvement of all the members that are part of the process, being able to adapt to the different segments of the companies. The present work, supported by the theoretical basis, aims to understand how TPM (Total Productive Maintenance) helped the results obtained in the implementation of the process of manufacture of cookies. When properly implemented, the TPM produces excellent results, such as the evolution of maintenance shutdown rates, process losses, setup time, rework, productivity and operational efficiency, as well as the knowledge and moral gains of the entire team, especially the operating team, breaking paradigms and establishing the sense of "my machine take care of myself."

Descriptors JEL: L6 - Industry Studies: Manufacturing; O14 - Industrialization • Manufacturing and Service Industries • Choice of Technology

Keywords: Optimize KPIs. Implantation of the TPM. Manufacturing process.

1 INTRODUÇÃO

A metodologia TPM representa grande respaldo em aspectos relacionados à qualidade, busca melhoria contínua da empresa em que está inserida por meio de gerenciamento dos seus equipamentos, adaptando-se aos diversos segmentos do ambiente corporativo. (Takahashi; Osada, 1993).

O fator humano é primordial na execução da metodologia. Todas as ferramentas estão interligadas pela colaboração de todos os envolvidos, em especial os operadores dos equipamentos. Desta maneira é possível obter excelentes resultados após a implantação da metodologia, com redução de perdas, aumento de produtividade, redução de riscos de acidentes, aumento em disponibilidade, aumento na eficiência operacional e muitos outros ganhos intangíveis (Nakazato, 1999).

A empresa em estudo trata-se de uma indústria alimentícia com mais de 60 anos no mercado, onde são fabricados e distribuídos diversos tipos de produtos, como: biscoitos, massas e torradas. No período anterior ao estudo, a empresa se deparava com um mercado em ascensão, devido ao aumento na demanda de produtos e alta competitividade no ramo de alimentos. Em contrapartida, a baixa eficiência nas linhas de manufatura e o grande número de perdas no processo impediam o progresso e o destaque perante aos concorrentes. Surgiu então a necessidade de inovar a forma de gerenciamento da cadeia produtiva, tendo como base os excelentes resultados obtidos por empresas alimentícias renomadas, a "empresa" optou pela implantação da metodologia TPM (*Total Productive Maintenance* – Manutenção Produtiva Total) em um processo de manufatura de biscoito.

No início de 2014 a metodologia foi implantada em uma das linhas de biscoito da empresa. Os resultados obtidos na linha piloto (LB05) foram notórios, proporcionando ganho tangível, no que diz respeito à evolução dos KPIs (*Key Process Indicators* – Indicadores Chave do Processo) e intangível no tocante à qualificação e mudança de cultura dos operadores com a introdução do senso, "da minha máquina cuido eu".

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A manutenção tem sua indispensável importância no ambiente corporativo, visando manter máquinas e equipamentos disponíveis e em perfeitas condições operacionais, possibilitando assim, ambientes seguros, produção de produtos com qualidade, redução de custos e conseqüentemente a obtenção da excelência operacional em manufatura, diante deste seu importante papel torna-se interessante o estudo dos principais tipos de manutenção e sua evolução ao decorrer da história.

O grande avanço da tecnologia nas últimas décadas tem gerado muitas transformações em diversos âmbitos, entre os mais inovados, encontra-se a manutenção que segundo (Kardec; Nascif, 2012: a manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade nos últimos 70 anos).

2.1 Conceitos de Manutenção

De acordo com Monchy (1987, p. 3), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. Kardec e Nascif (2012, p. 27) relatam que a atual missão da manutenção é “Garantir a Disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado”.

Cabral (2006) conceitua a manutenção como o conjunto das ações com o objetivo de garantir o bom funcionamento das máquinas e das instalações, assegurando que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certo, de modo a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal ocorrência, que sejam solucionadas em boas condições de operacionalidade com a maior rapidez, tudo a um custo global ótimo.

Diante dos diversos conceitos de Manutenção existentes e de suas evoluções, pode-se observar de modo global, que a função manutenção vem ampliando as suas atribuições, gerando uma maior contribuição para a evolução das indústrias na busca pela excelência operacional e na redução de custos, através do aumento na confiabilidade de suas instalações e equipamentos.

2.2 Histórico da Manutenção

A manutenção foi dividida em cinco gerações, a partir de 1930 (Kardec; Nascif, 2012).

2.2.1 Primeira Geração

A primeira Geração: Ocorreu entre 1940 e 1950, durante a segunda guerra Mundial, quando naquela época as indústrias possuíam uma grande quantidade de atividades manuais e pequenas quantidades de atividades mecanizadas, além de equipamentos robustos, por serem superdimensionados e realizar atividades simples. Diante deste cenário a necessidade era apenas no conserto após a falha, onde a manutenção visava o aumento nas habilidades voltadas para o reparo, estimulada pela ideia de que todos os equipamentos desgastam com a idade e por isso falham (Kardec; Nascif, 2012).

2.2.2 Segunda Geração

A segunda Geração: Surge em 1960 após a segunda guerra mundial e vai até 1970, com a necessidade do aumento da disponibilidade e redução de custos, gerada pelo aumento da demanda e a redução de mão-de-obra disponível, surgindo a expansão da mecanização nos processos de

manufatura e conseqüentemente a complexidade dos equipamentos, para alcançar o aumento da disponibilidade e simultaneamente a redução de custos, iniciou-se a realização de manutenções planejadas manualmente, onde eram realizadas intervenções periódicas com o a finalidade de reduzir a quantidade de quebras e aumentar a vida útil dos equipamentos (Kardec; Nascif, 2012).

2.2.3 Terceira Geração

A terceira Geração: Nasce em 1970 com o avanço nas mudanças nas indústrias, os impactos gerados pelas interrupções durante o processo de produção, começam a ser percebidos de forma mais analítica, onde neste momento inicia-se a percepção dos efeitos na qualidade dos produtos, na segurança dos funcionários e nos impactos ambientais. O crescimento da automação e mecanização faz com que aumente a quantidade de equipamentos, aumentando as suas complexidades e conseqüentemente ampliando o montante de falhas geradas nos maquinários. Para atender esta inovação, a manutenção passa a obter também mais recursos, como a tecnologia ao seu favor, através da acessão da computação houve a criação de sistemas que auxiliam a manutenção na gestão e controle das informações, direcionando á soluções mais rápidas e eficazes, assim como um melhor planejamento das suas atividades (Kardec; Nascif, 2012).

2.2.4 Quarta Geração

A Quarta Geração: Tem como foco a redução no número de falhas radicalmente, através da prática das análises das falhas ocorridas e atuando nas reais causas que geraram as falhas, evitando assim as suas recorrências.

Nesta geração também foram desenvolvidas ferramentas de monitoramento dos equipamentos que armazenam dados e disponibilizam informações estratégicas, mapeando a falhas que têm maiores impactos e as que ocorrem com maior frequência, direcionando os esforços da manutenção para o aumento da confiabilidade (Kardec; Nascif, 2012).

2.2.5 Quinta Geração

A quinta Geração: Aumenta a visão de que a manutenção junto com as demais áreas coordenadas tem uma grande influência dos resultados empresariais e na obtenção da competitividade das empresas, começa a fortalecer a interação da manutenção com as demais áreas com o objetivo da melhoria contínua nos equipamentos tornando-os mais robustos contra falhas (Kardec; Nascif, 2012).

2.3 As Formas de Manutenção

A manutenção pode ser dividida em seis práticas, tipos ou estratégias que cobrem desde reparos emergenciais até melhorias (Kardec; Nascif, 2012).

A (figura 1) a seguir correlaciona os tipos de manutenção com suas ações esperadas. Nela percebe-se a ação corretiva e suas interligações, onde por fim relaciona a presença de um engenheiro executando o processo logístico de operação.

Figura 1 – Tipos de manutenção

Fonte: Abraman, 2012.

2.3.1 Manutenção Corretiva Planejada

Manutenção realizada através dos diagnósticos do acompanhamento preditivo, detectivo ou da inspeção. Seu nome é bem sugestivo, ou seja, trata-se de uma manutenção de correção que será realizada em um período pré-estabelecido (Kardec; Nascif, 2012).

2.3.2 Manutenção Preventiva

É a manutenção realizada em intervalos estabelecidos por meio de quilometragem, horas e etc. Sua elaboração é feita por meio de um plano previamente elaborado. Sua principal busca é a redução da probabilidade de falhas, utilizada em equipamentos em que a segurança é crucial, por exemplo: aviação, siderúrgica, usina nuclear e etc. (Kardec; Nascif, 2012).

2.3.3 Manutenção Preditiva

De acordo com Nepomuceno (1989), manutenção preditiva é aquela que é executada antes que o problema aconteça. As variáveis dos equipamentos ou sistemas são coletadas, analisadas e diagnosticadas. Quando a manutenção preditiva trabalha em conjunto com a corretiva planejada leva o nome de “manutenção baseada nas condições do equipamento”.

2.3.4 Manutenção Detectiva

Manutenção que busca a atuação preventiva em sistemas de proteção, comando e controle. Detecta falhas não perceptíveis a equipe da manutenção ou operação, assegurando a confiabilidade



do equipamento. (Kardec; Nascif, 2012).

2.3.5 Manutenção Corretiva Não Planejada

É a pior forma de manutenção, pois a sua atuação ocorre de forma aleatória. Um alto índice de manutenção corretiva não planejada implica em altos custos, pois uma quebra inesperada além de causar danos no equipamento acarreta em perda de produtividade (Kardec e Nascif, 2012).

2.3.6 Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção é voltada à implantação de melhorias e estabilização da rotina de trabalho. Dentre suas atribuições estão: aumento da confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade, acompanhamento de indicadores, capacitação do time e etc. (Kardec; Nascif, 2012).

2.4 TPM - Manutenção Produtiva Total

2.4.1 A Origem e a Evolução da TPM

Os conceitos para manutenção são muitos, porém, segundo (Xenos; 1998, p.28) “(...) A manutenção produtiva pode ser entendida como a melhor aplicação dos diversos métodos de manutenção, visando otimizar os fatores econômicos da produção garantindo a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos com o custo mais baixo”.

Os Estados Unidos da América (EUA) foram os pioneiros em Manutenção Preventiva (MP), posteriormente evoluído para Manutenção de Sistema Produtivo (PM). Depois disso os japoneses assimilaram e acumularam conhecimentos para começar a formalizar as ideias do TPM, ou seja, a ideia americana de MP evoluiu para o TPM dos japoneses (Nakajima, 1989).

O (Quadro 1) demonstra como a evolução ocorreu no Japão e, conseqüentemente, como foi a evolução da TPM.

Década	DÉCADA DE 50: busca da consolidação da função e performance por meio da manutenção preventiva	DÉCADA DE 60: conceitos de confiabilidade, segurança e economicidade passam a ser visualizados como tópicos fundamentais dentro dos projetos de instalações industriais (Era da Manutenção do Sistema de Produção)	DÉCADA DE 70: ênfase na pessoa, administração participativa e visão global de sistema; incorporação dos conceitos de prevenção da manutenção com o desenrolar concomitante do TPM.
Técnicas Administrativas	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção Preventiva (MP – a partir de 1951) • Manutenção do Sistema Produtivo (MSP – a partir de 1954) • Manutenção corretiva com a incorporação de melhorias (MM – a partir de 1957) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenção da Manutenção (PdM – a partir de 1960) • Engenharia de Confiabilidade (a partir de 1960) • Engenharia Econômica 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporação de conceitos das ciências comportamentais • Desenvolvimento da Engenharia de Sistemas • Logística e Terotecnologia
Fatos em destaque	<p>1951: Introdução da sistemática de Manutenção Preventiva (MP) nos moldes americanos pela <i>Towa Fuel Industries</i></p> <p>1953: Criação de um comitê para Estudo da MP, integrado por 20 empresas que abraçaram o programa, dando origem ao embrião do JIPM</p> <p>1954: Visita de George Smith ao Japão para disseminação dos conceitos de PM</p>	<p>1960: I Simpósio Japonês de Manutenção</p> <p>1962: Visita aos Estados Unidos da 1ª Delegação Japonesa para Estudo da Manutenção de Instalações promovido pela JMA (<i>Japan Management Association</i>)</p> <p>1963: Simpósio Internacional de Manutenção em Londres</p> <p>1964: Início do Prêmio PM, de excelência em manutenção</p> <p>198: Simpósio Internacional de manutenção em <i>New York</i></p> <p>1969: Criação do JIPE (<i>Japan Institute of Plant Engineering</i>)</p>	<p>1970: Simpósio Internacional de Manutenção de Tokyo promovido em conjunto pelo JIPE e JMA, além do Simpósio Internacional de Manutenção na Alemanha Ocidental</p> <p>1971: Simpósio Internacional de Manutenção em Los Angeles</p> <p>1973: Simpósio de Manutenção e Reparo em Tokyo, além do Simpósio Internacional de Terotecnologia em Bruxelas</p> <p>1974: Simpósio Internacional de Manutenção na Iugoslávia</p> <p>1981: Fundação do JIPM (<i>Japanese Institute of Plant Maintenance</i>)</p>

Quadro 1 – Evolução da TPM

Fonte: Nakajima (1989).

Segundo Moraes (2004, p. 38), desde seu surgimento a TPM segue uma evolução, dividida em quatro gerações:

No início do TPM as ações para maximização da eficiência global dos equipamentos focavam apenas as perdas por falhas e em geral eram tomadas pelos departamentos relacionados diretamente ao equipamento. Esse período pode ser denominado a primeira geração do TPM. A segunda geração do TPM se inicia na década de 80, período em que o objetivo de maximização da eficiência passa a ser buscado por meio da eliminação das seis principais perdas nos equipamentos divididas em: perda por quebra ou falha, perda por preparação e ajuste, perda por operação em vazio e pequenas paradas, perda por velocidade reduzida, perda por defeitos no processo e perda no início da produção. No final da década de 80 e início da década de 90 surge a terceira geração do TPM, cujo foco para maximização da eficiência deixa de ser somente o equipamento e passa a ser o sistema de produção. A quarta geração do TPM que se inicia a partir de 1999, considera que o envolvimento de toda a organização na eliminação das perdas, redução dos custos e maximização da eficiência ainda é limitado. Essa geração contempla uma visão mais estratégica de gerenciamento e o envolvimento também de setores como comercial, de pesquisa e desenvolvimento de produtos, para eliminação de 20 grandes perdas divididas entre processos, inventários, distribuição e compras.

2.4.2 Conceitos e objetivos da Manutenção Produtiva Total

O TPM busca a diminuição de perdas e máxima eficiência em equipamentos produtivos com a participação de todos dentro de uma corporação. Para que isso ocorra foram criados pilares que sustentam a filosofia.

- Manutenção Autônoma;
- Manutenção Planejada;
- Melhoria Específica;
- Educação e Treinamento;
- Controle Inicial;
- Manutenção da Qualidade;
- TPM Office;
- Saúde, Segurança e Meio Ambiente.

2.4.2.1 Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é o processo em que os operadores atuam em seus equipamentos juntamente com a manutenção, compartilhando atividades. A operação cria a noção de qual o seu papel na empresa e qual a sua importância para o alcance dos resultados (Robinson; Ginder, 1955).

No pilar de Manutenção Autônoma a equipe de operação desenvolve o senso “da minha máquina cuido eu”, sendo desmembrado em sete passos (Tavares, 1999).

- 1) Limpeza Inicial;
- 2) Descobrir as causas de incrustação;
- 3) Melhorar as áreas de difícil acesso;
- 4) Padronizar as atividades de manutenção autônoma;
- 5) Treinamento para efetuar inspeção;
- 6) Inspeção Autônoma;
- 7) Organização da área de trabalho.

2.4.2.2 Manutenção Planejada

De acordo com Nascif e Kardec (2009), este pilar busca o planejamento de manutenção, visando o “zero falhas” e defeitos. Isso exige uma série de treinamentos direcionados à utilização de sistemas mecanizados de planejamento.

2.4.2.3 Melhoria Específica

Segundo Nascif e Kardec (2009), este pilar é responsável por atribuir melhorias nos equipamentos através de sugestões dos operadores ou mantenedores. As ações de melhoria são direcionadas para produção de ganhos na eficiência global dos equipamentos e redução de perdas.

2.4.2.4 Educação e Treinamento

Este pilar busca a capacitação dos times que integram a TPM por meio de treinamentos. Implica na mudança comportamental, e no ganho de moral principalmente para os times de operação (Pinto; Xavier, 2001).

2.4.2.5 Controle Inicial

O pilar controle inicial trabalha de forma preventiva contra as possíveis corretivas emergenciais, desta maneira ele consegue aumentar o índice de confiabilidade do equipamento. Possibilita a redução de perdas e o aumento da segurança (Shirose, 1996).

2.4.2.6 Manutenção da Qualidade

Estabelece parâmetros que impedem a ocorrência de defeitos nos produtos, evitando perdas por retrabalhos. O objetivo central desse pilar é o estabelecimento de um programa que identifique e elimine todas as não conformidades (Jimp, 1996).

2.4.2.7 TPM Office

O TPM Office ou controle administrativo busca o envolvimento da área administrativa na busca de resultados. Utiliza ferramentas como o 5S com o objetivo de identificar e eliminar aspectos que contribuem negativamente para a execução das atividades de forma rápida e eficaz (Patra; Tripaty; Choudhary, 2005).

2.4.2.8 Saúde, Segurança e Meio Ambiente

A confiabilidade de equipamentos evitando erros humanos, eliminando acidentes e poluições juntados com um bom gerenciamento e enfoques de outros pilares do conceito são atividades básicas e chaves do TPM (Suzuki, 1993).

Neste pilar são desenvolvidas ações preventivas com o foco na segurança dos colaboradores. São estabelecidas metas de segurança, cujo objetivo é o zero acidente (Ireland; Dale, 2001).

O TPM tem peculiares características que a faz estratégico para um mercado competitivo do século XXI. Ele inicialmente incluiu cinco estratégias segundo (Suzuki, 1994):

- Maximização do rendimento operacional dos maquinários;
- Aperfeiçoando o sistema de manutenção preventiva;
- Participação de todos os departamentos apoiando a manutenção e produção;

- Participação de todos, desde alta direção;
- Movimentação motivacional de trabalho em grupo.

2.4.3 Indicadores de Desempenho Relacionados à TPM

Segundo Slack et al. (2002), a melhor forma de visualizar a eficiência da TPM é através do OEE (*Overall Equipment Effectiveness* - Eficiência Global dos Equipamentos). Através dele é possível observar se a implantação está gerando resultados positivos ou negativos, ou seja, possibilita a coleta, análise e diagnóstico do desempenho da metodologia.

De acordo com Barros e Lima (2009), o OEE mensura a eficiência de um equipamento ou da própria empresa. Sua forma de cálculo é obtida através da multiplicação de três indicadores chave no processo, disponibilidade, eficiência operacional e qualidade.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Qualidade} \times \text{Eficiência Operacional}$$

O Índice de Disponibilidade mede a capacidade de um equipamento realizar uma função num determinado momento ou intervalo de tempo. É um dos principais indicadores que se relacionam ao rendimento de uma fábrica. A disponibilidade é a relação entre o que está produzindo e o que foi planejado (Murty; Naikan, 1955).

Pode ser calculado da seguinte forma:

$$\text{Disp}(\%) = \frac{\text{Tempo Total Programado} - \text{Parada Planejada} - \text{Paradas Não Planejada}}{\text{Tempo Total Programado} - \text{Parada Planejada}} \times 100$$

O Índice de Qualidade é a relação entre os itens fabricados versus itens dentro das especificações. Os itens que não atenderem as especificações ou padrões mínimos de qualidade da empresa (refugos) serão retrabalhados ou descartados, dependendo do processo e da divergência entre a condição real da peça e o aceitável conforme os padrões de qualidade (Alves; Oliveira, 2014).

Pode ser obtido pela fórmula:

$$\text{Qualidade} (\%) = \frac{\text{Total de Peças Produzidas} - (\text{Total de Refugos} + \text{Retrabalhos})}{\text{Total de Peças Produzidas}} \times 100$$

De acordo com Zuashkiani (2011), Índice de Desempenho ou Eficiência Operacional é a relação entre velocidade em que o equipamento ou sistema operou versus a sua capacidade nominal. Vários fatores podem influenciar na perda de velocidade, dentre eles estão: insumos com qualidade inferior, ineficiência operacional, máquinas operando de maneira irregular e etc.

Pode ser expresso pela equação:

$$\text{EO} (\%) = \frac{\text{Tempo Teórico de Ciclo} \times \text{Total de Peças Produzidas}}{\text{Tempo Total Programado} - \text{Parada Planejada} - \text{Parada Não Planejada}} \times 100$$

No tópico a seguir, serão conceituadas todas as perdas relacionadas ao TPM que influenciam diretamente o OEE, afetando os indicadores de Disponibilidade, Qualidade e Eficiência Operacional.

2.4.4 Perdas do Sistema Produtivo Relacionadas à TPM

Perda ou Desperdício é o que não gera valor agregado ao produto final. Ohno (1997) conceitua como a diferença entre Capacidade Atual e a quantidade de produtos conformes. Também, de acordo com Ohno (1997, p.27), “a verdadeira melhoria de eficiência surge quando produzimos zero desperdício e elevamos a porcentagem de trabalho para 100%”.

As perdas são percebidas de várias formas distintas no processo produtivo e, por isso, existem categorizações diversas para elas. Assim, as usuais são as 6 (seis) maiores perdas de equipamento formulado pelo JIPM e as 7 (sete) perdas de manufatura de Ohno (1997).

As seis grandes perdas da produção podem ser estruturadas conforme a (Figura 2):

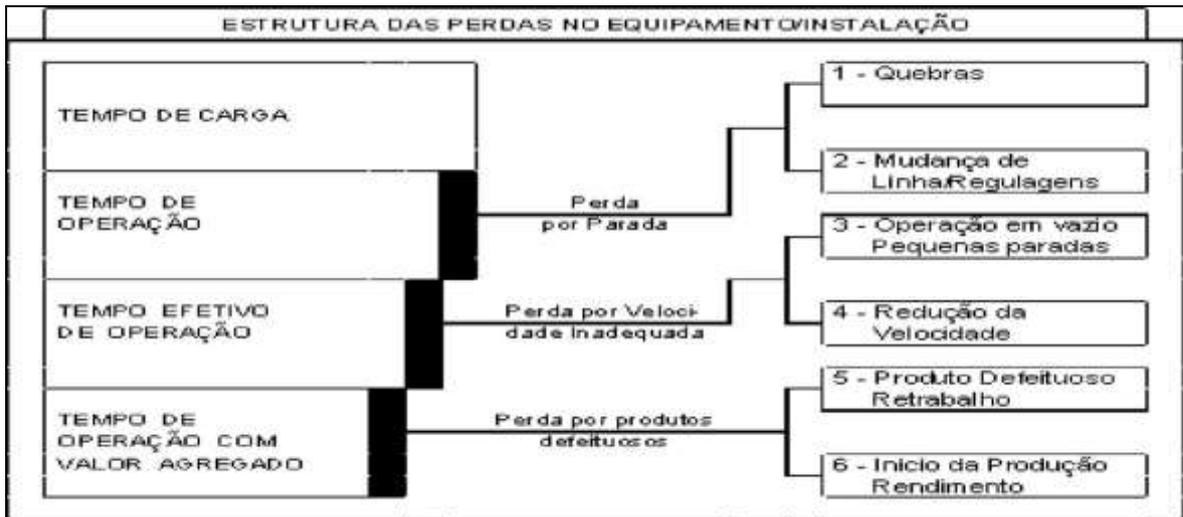


Figura 2 - As seis grandes perdas dos equipamentos – JIPM

Fonte: Wyrebsk (1997).

1) Perda por parada devido à quebra/falha: É a perda de maior impacto na classificação da JIPM. É originada da falta de manutenção ou de manutenções realizadas inadequadamente. Gera perdas no tempo de operação e financeiras. A TPM atua no sentido de eliminá-la ou mitiga-las trabalhando em frentes de gestão específicas para atingir tal objetivo, pilares de Manutenção Planejada e de Manutenção Autônoma.

2) Perda por SETUP: A perda por mudança de linha ou regulagem causa a parada de produção, (SETUP) é gerada por trocas de produtos, no momento que são realizadas as trocas de componentes e ajustes, são desenvolvidas melhorias nos equipamentos e nas atividades realizadas com o objetivo da gestão da produção de minimizar essas paradas, onde o pilar de Melhoria Específica é o principal envolvido.

3) Pequenas Paradas (PP): A perda por operação em vazio e pequenas paradas tem sua causa raiz pequenas ociosidades da produção não parando a linha todas, mas etapas do processo produtivo, que são minimizadas através da restauração das condições básicas dos equipamentos e de melhorias no processo, tendo como principal impacto os pilares de Manutenção Planejada Manutenção Autônoma e Melhoria Específica.

4) Perda de velocidade (PV): A perda de velocidade de produção é amortizada através da atuação simultânea dos pilares Manutenção Autônoma e Manutenção Planejada, que suas atividades planejas devem garantir o bom funcionamento e a confiabilidade de máquinas/equipamentos para produzirem em suas velocidades dimensionadas, sem oscilações e desvios de qualidade

5) Perda por não cumprimento dos padrões de qualidade no processo de produção: A perda por defeitos oriundos no processo de manufatura é referente a recorrências de processos fora do padrão de qualidade. A Manutenção Produtiva Total intervém com o intuito de obter equipamentos confiáveis para não gerar produtos defeituosos, operadores capacitados para que tenham o domínio de inspeção do processo, do produto e da matéria prima. Gerando um sistema robusto contra defeitos e criando o objetivo do defeito zero.

6) Queda de rendimento: A perda no início da operação é o tempo inicial de produção em que naturalmente a produção é realizada em baixas velocidades e gerando produtos defeituosos. A TPM através do pilar controle inicial, busca no momento da aquisição de novos equipamentos, máquinas que possuam recursos de fácil operação e manutenibilidade, que sejam de fáceis ajustes e rápida estabilização de produção.

Durante a quarta geração da TPM, define-se como perda todas as que estão contidas no (Quadro 2), logo abaixo:

	Perdas	Definição	Exemplo	
Eficiência Operacional	1	Perda por quebra, falha (do equipamento)	É o tempo de paradas inesperadas superiores a 10 minutos com troca de peça	- Interrupção de Função: quebra do eixo do rotator. - Deterioração de Função: desgaste do selo mecânico.
	2	Perda por ajuste em equipamentos (SET-UP)	Perda de Tempo para a troca de produto, livre de defeitos, após todas as alterações e ajustes necessários terem sido feitos.	- Troca de tamanho: sachê 200 para 500g. - Troca de produto: Hellman's para Arisco. - Preparativos e ajustes para liberação do equipamento.
	3	Perda de tempo para troca de ferramentas	Paralisação da linha para reposição de facas e fios de corte, filtros quebrados.	
	4	Perda de Tempo no acionamento inicial	Período gasto para estabilização das condições no acionamento e funcionamento, relacionadas ao desempenho dos equipamentos.	- Início de produção na semana. - Preparação de composição oleosa. - Preparação de maionese.
	5	Perdas por pequenas paradas	Perda de tempo por parada e inatividade do equipamento devido a problemas temporários, com tempo inferior a 10 minutos.	- Enrosco da tampa no dispensador de tampa.
	6	Perda por Velocidade	Corresponde a diferença entre a velocidade de projeto do equipamento e a velocidade real do equipamento cadastrada no PAMCO.	- Capacidade produtiva de projeto 20 ton/h, cadastrada = 18,5 ton/h.
	7	Perdas oriundas de repetição de processos para correção de defeitos	Esta perda relativa ao produto defeituoso e ao trabalho desnecessário para sua recuperação.	- Quebra de emulsão: ar na massa recirculação e reprocesso.
	8	Perdas por desligamento do equipamento	Perda que corresponde a paralisação de alguma linha, por sua vez causada pelo desligamento dos equipamentos durante o estágio de produção, para execução tanto das manutenções/inspeções periódicas quanto das inspeções legais programadas.	- Final de Produção. - Limpeza de Final de Semana.
	9	Perdas por falhas Administrativas	Perdas oriundas de esperas de embalagens, ingredientes e químicos, por movimentação interna.	- Falta de Embalagens – Falhas internas.
	10	Perdas por falhas operacionais e por falha de conhecimento	Perdas oriundas de falhas Operacionais.	- Composição decisiva errada: troca de ingredientes em uma preparação.
	11	Perda oriunda de indisponibilidade de mão de obra desorganizada nas linhas de produção	Perda por falta de mão de obra não planejada e indisponibilidades em geral (refeições).	- Atraso de pessoas, atrasos de ônibus, sala de lanches, falta de tampas no tampinha das linhas de vidro – refeições.
Perdas Rendimento	12	Perdas por qualidade do material de embalagem	Perda de tempo de produção provocada por falta de qualidade das embalagens.	- Tampas ensacadas, filme plástico para sachês com delaminação.
	13	Perdas de Utilidades	Falta/Vazamento de Utilidades	- Falta/Vazamento de energia, vapor tratamento de efluentes, ar comprimido.
	14	Perdas de Rendimento	Perdas de Rendimento	- Dados de reprocesso e rejeição, dados de retrabalho temos a partir das não conformidades, inventários de materiais.
	15	Perdas oriundas dos gastos para reposição de peças	Custo de reposição das facas e fios de cortes, lonas de filtros, teflon de mecânicos, sensores, etc.	- Custo de reposição de peças.
Perdas Cadeias Suprimentos	16	Perdas Logísticas	Perdas de tempo de produção planejadas devido a falta de organização logística.	- Falta de Utilidades. - Falta de Palets.
	17	Perdas devido a testes	Perda causada pela interrupção de produção para a realização de testes de desenvolvimento e comissionamentos.	- Testes de embalagem, teste de um novo produto, comissionamento de um novo produto.
	18	Perdas por manutenção Planejada	Perda causada pela interrupção de produção para a realização de manutenção planejada.	Manutenção na despaletizadora. Manutenção anual na linha 21.
	19	Perdas por falta de Programação	Tempo planejado para a máquina permanecer parada.	Sem programação devido a falta de demanda do mercado.

Quadro 2– Quarta geração de perdas

Fonte: Freitas (2008).

2.4.5 Implantação da TPM

Para que implantação da TPM seja feita de forma eficaz, deve se seguir uma seqüência lógica que se divide em 12 passos. Nakajima (1988) conceitua cada um desses passos:

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

- 12) Implementação Efetiva da TPM e Melhoria Contínua de seus Métodos.

3 METODOLOGIA

Para a construção do trabalho, o primeiro passo foi a pesquisa por meio de fundamentação teórica, abrangendo a manutenção, o surgimento da TPM, definição, objetivos e passos para implantação no ambiente corporativo.

A base teórica da TPM foi objeto do estudo, com o objetivo de equiparar as pesquisas e as teorias existentes sobre o tema. Diante de todas estas informações, o primeiro momento do trabalho foi expor o histórico e descrever algumas teorias desenvolvidas sobre manutenção e Manutenção Produtiva Total.

O segundo passo foi realizar uma análise dos resultados obtidos com a implantação da metodologia. Os dados foram colhidos e analisados em uma linha de produção de biscoitos (LB05), escolhida devido à alta demanda de produtos, que entrava em contraste com a baixa eficiência produtiva e o alto índice de perdas no processo.

Englobando os dois passos, neste momento obtém-se o desenvolvimento de trabalho, comparando a realidade observada com a teórica desenvolvida nos capítulos 2 e 3.

3.1 Breve Descrição da Empresa

A empresa onde o trabalho foi realizado trata-se de uma indústria de alimentos, localizada na cidade de Eusébio – Ce. São fabricados e distribuídos diversos tipos de produtos, como: biscoitos, massas, torradas, margarinas e etc.

Seu surgimento foi a partir de uma pequena padaria na cidade de Cedro – Ce em 1936. Com o passar dos anos o empreendimento foi se modernizando e expandindo seus horizontes. Para atender a alta demanda o processo que antes era manual, foi sendo substituído por máquinas, aumentando seu portfólio de produtos e ganhando aspectos corporativos.

Com mais de 60 anos no mercado a empresa conta com aproximadamente 16 mil funcionários diretos, estado presente em vários estados brasileiros. Possui o capital aberto e está registrada no segmento “novo mercado” da Bovespa. Líder nacional no ramo de massas alimentícias, detendo 26,1% do mercado de biscoitos e 25,4 do mercado de massas.

3.2 Processo de Fabricação do Biscoito

O processo de Fabricação de Biscoito está classificado como um processo de produção contínuo, onde tem o seu Início na preparação da massa que ocorre na masseira através da pesagem, dosagem e homogeneização dos ingredientes como, farinha, açúcar e gordura, após a preparação, a massa é transportada através de esteiras para que seja moldada pelo rolo moldador que contém o formato desejado do produto, posterior a moldagem, os biscoitos são assados no forno, logo em seguida os biscoitos passam pelo processo de resfriamento, reduzindo a temperatura para que os biscoitos possam receber o recheio que é o próximo processo, realizado pelo equipamento chamado de recheadora, após a aplicação do recheio o produto é resfriado novamente, agora a uma temperatura menor que a anterior, com o objetivo de cristalizar o recheio, por fim o produto é embalado nas máquinas de embalagens e transferido para o estoque (Bertolino; Braga, 2017).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A TPM foi implantada na empresa em 2014, os dados obtidos na linha de biscoitos (LB05) foram analisados em um período de quatro anos, iniciando em 2013, antes da implantação da TPM e se estendendo até 2017. Durante esse período a empresa já implementou quatro passos da metodologia, o que trouxe benefícios tangíveis e intangíveis no ambiente de trabalho.

Os primeiros resultados observados foram no indicador de paradas de manutenção, conforme mostra o gráfico 1. Houve uma redução de 54,3% nas paradas de manutenção em relação ao período anterior à implantação da TPM (acumulado 2013), ou seja, reduziu o índice em mais da metade. O pilar Manutenção Planejada (MP) teve papel crucial para o alcance desse resultado através de atividades como: identificação e mapeamento dos itens críticos, criação de rotinas de inspeção e lubrificação e restauração das condições básicas do equipamento. A barra no canto inferior direito indica que quanto menor o índice deste indicador melhor.

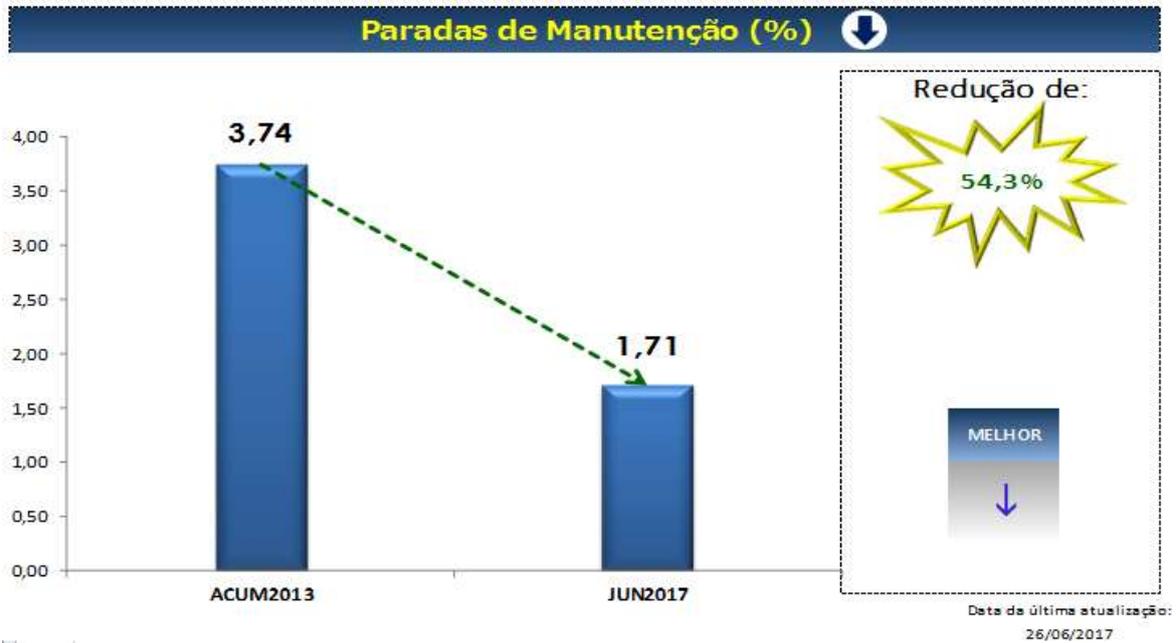


Gráfico 1 – Paradas de Manutenção (%)
 Fonte: EMPRESA, 2017.

Outra redução significativa foi na quantidade de perdas no processo, contribuindo consequentemente para o aumento da eficiência operacional, conforme o gráfico 2.

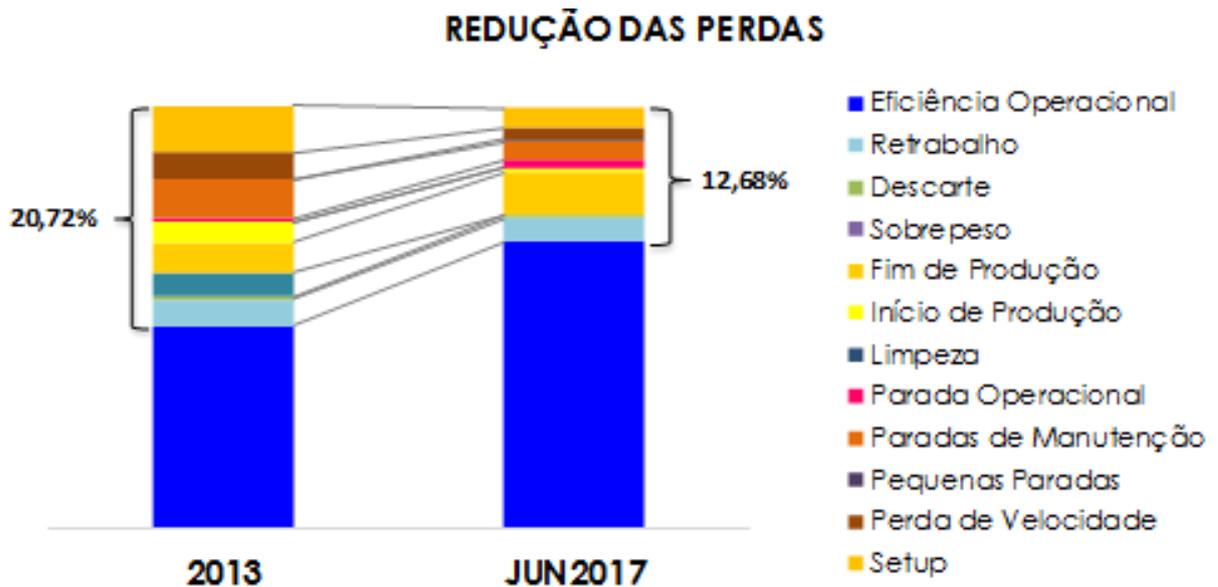


Gráfico 2 – Redução de Perdas
 Fonte: EMPRESA, 2017.

Os pilares Educação e Treinamento (ET), Manutenção Autônoma (MA) e Melhoria Específica (ME) foram fundamentais na redução de 38,8% das perdas de eficiência operacional. Houve intensa

capacitação do time de operação e de manutenção através de treinamentos de lubrificação, inspeção e 5S. Os operadores implantaram vários controles visuais e os times ME contribuíram com várias melhorias nos equipamentos, possibilitando redução do retrabalho e tempo de setup.

O gráfico 3 demonstra a evolução do tempo de *setup*:

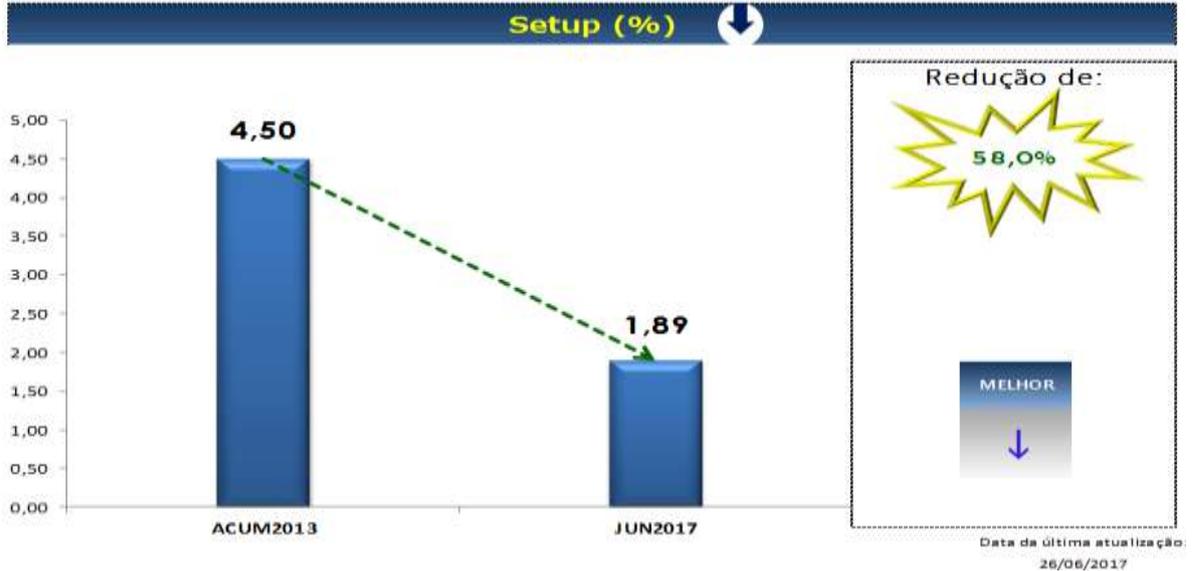


Gráfico 3 – Setup (%)

Fonte: EMPRESA, 2017.

O pilar Manutenção da Qualidade (MQ) atuou na busca do desenvolvimento de um sistema eficaz da gestão das condições do processo, reduzindo o índice de retrabalho em 32,2%, de acordo com o gráfico 4.

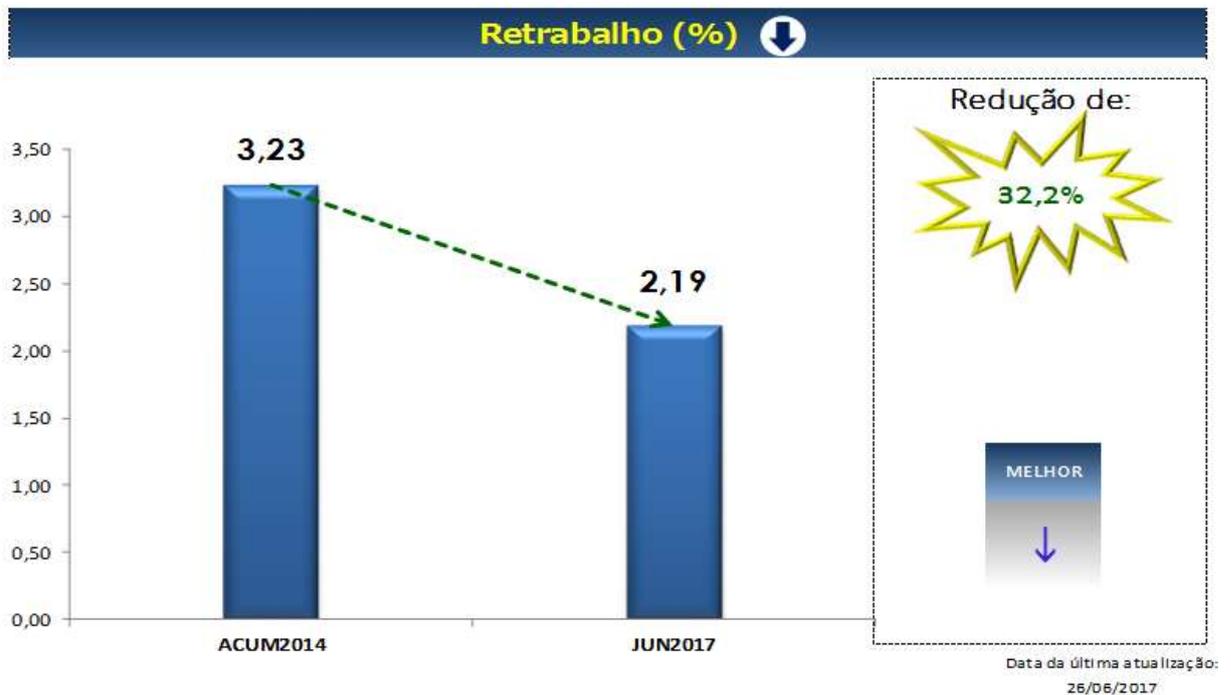


Gráfico 4 – Retrabalho (%)

Fonte: EMPRESA, 2017.

O time de MQ atuou em parceria com os operadores fazendo o levantamento dos pontos susceptíveis a problemas de qualidade. Foi criado um catálogo de problemas nos biscoitos, uma espécie de folheto com todos os modos de defeitos e seus respectivos padrões de qualidade. Os

itens que afetavam a qualidade no processo passaram a ser monitorados através de um plano de qualidade e gestão visual.

Houve aumento de 29,7% na produtividade (gráfico 5) entre os anos de 2013 e 2017, calculada em toneladas por colaborador. Este aumento foi consequência da evolução dos índices de paradas, perdas, setup e retrabalho, além da capacitação de toda a equipe e do empowerment relacionado à autonomia das atividades de manutenção pelos operadores. O ambiente de trabalho passou a ser mais colaborativo, fazendo com que todos trabalhassem em prol do mesmo objetivo.

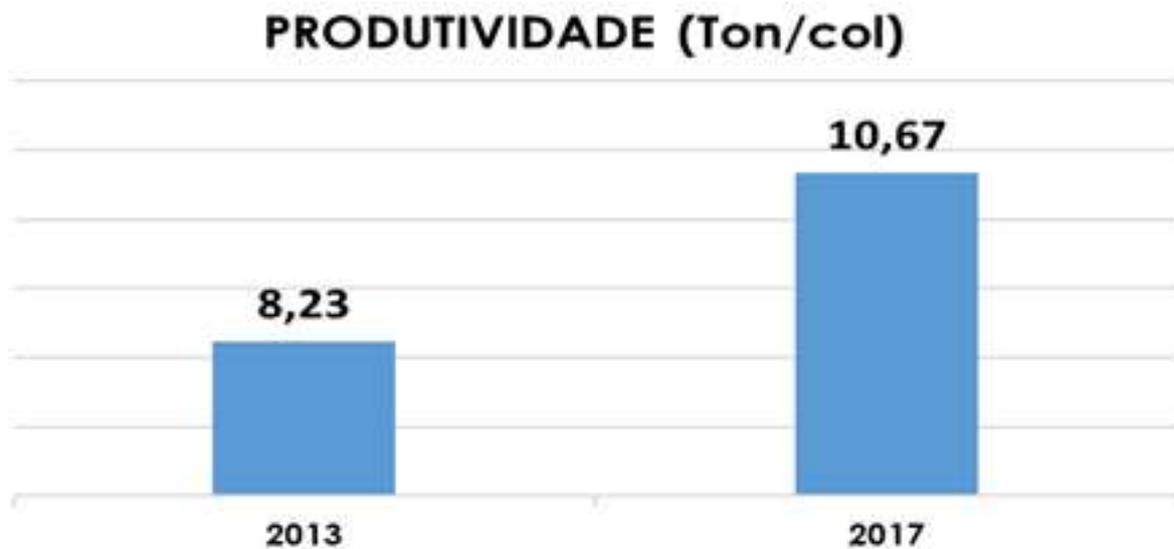


Gráfico 5 – Produtividade (Ton/Col)
Fonte: EMPRESA, 2017.

A política de segurança é crucial para o ambiente fabril, o pilar SSMA agregou positivamente com a implementação de uma cultura prevencionista. Através do levantamento de perigos e riscos, abertura e resolução das etiquetas de segurança, erradicação das condições inseguras e conscientização dos colaboradores sobre os atos inseguros a LB05 conseguiu atingir 100% de segurança nos últimos três anos.

O gráfico 6 demonstra a porcentagem de abertura e resolução das etiquetas de segurança:



Gráfico 6- Gráfico de etiquetas amarelas – LB05
Fonte: EMPRESA, 2017.

O gráfico 7 demonstra a quantidade de acidentes na LB05 no período de 2014 a 2017:

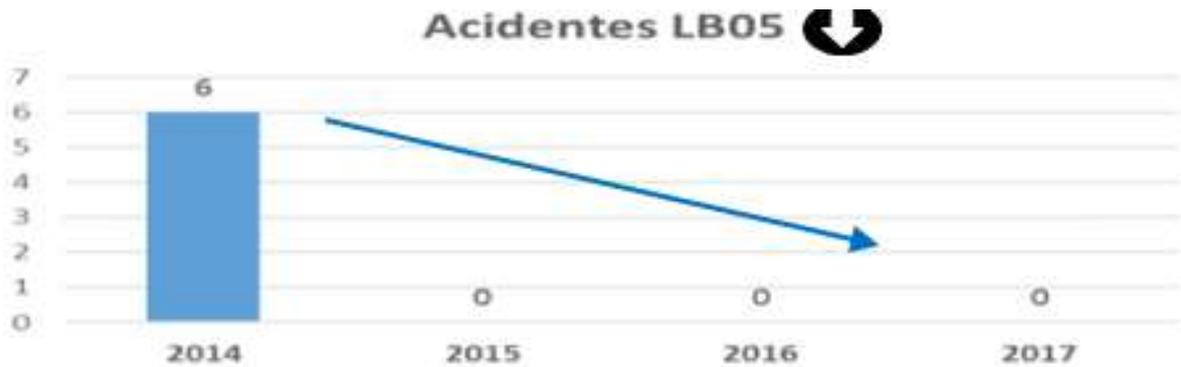


Gráfico 7 – Acidentes LB05
Fonte: EMPRESA, 2017.

Amparado pelos resultados de redução de paradas de manutenção, perdas no processo, tempo de setup, retrabalho e acidentes, o pilar MA teve forte influência no desenvolvimento da eficiência operacional, conforme o gráfico 8. Seguindo as premissas da TPM a equipe de operação atuou na elaboração dos padrões de limpeza, inspeção e lubrificação, eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso, implantação de melhorias e resolução de pequenos problemas de manutenção nos equipamentos, assimilando a ideia de “donos do equipamento”.



Gráfico 8 – Eficiência Operacional – EO (%)
Fonte: EMPRESA, 2017.

Os resultados positivos nos permitem inferir que a metodologia foi aplicada de maneira adequada. Além da melhoria dos KPIs houve uma economia de R\$ 720.000,00 devido à redução de perdas, sem contar nos ganhos com o aumento de produtividade, redução dos custos de manutenção, conhecimento e respaldo dos times de manutenção e operação. O aumento da EO e da produtividade possibilitou a redução dos custos fixos de produção. Isso permitiu que a empresa repassasse para o consumidor seus produtos por um preço mais acessível, provocando o aumento significativo das vendas e da competitividade no mercado nacional. Com o aumento da receita provocado pela alta das vendas, a empresa passou a investir em inovação, aumentando o seu portfólio de produtos e adquirindo novas linhas de produção.

A linha piloto LB05 é referência para as demais linhas devido ao seu legado. Um grande desafio no início da implantação da TPM foi a adequação da empresa à cultura da metodologia. O time de operação estava acostumado em apenas operar seus equipamentos sem realizar nenhuma intervenção no que diz respeito à manutenção. Inicialmente houve um intenso trabalho de conscientização e educação dos operadores sobre a importância da TPM e do papel que eles desempenhavam para o alcance dos resultados. Em seguida, os pilares de ET em parceria com MA, ME e MQ realizaram treinamentos de capacitação com os times de operação e manutenção. Apesar dos desafios com a quebra de paradigmas os resultados foram mais do que satisfatórios, demonstrando que a metodologia foi aplicada de forma correta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho proporcionou a demonstração da implantação da TPM em uma indústria de alimentos, bem como seus resultados perante a atuação dos pilares que se integram com a metodologia. Apesar da TPM ter origem em uma empresa fornecedora de componentes eletrônicos para a Toyota, possui uma grande versatilidade, podendo ser aplicado em diversos segmentos. Todos os pilares desempenham papéis de grande importância na construção do resultado, porém no pilar MA é onde acontece a maior quebra de paradigma, os operadores são capacitados e passam a atuar nos seus equipamentos como mantenedores, contribuindo para o aumento da qualidade, produtividade e garantia das condições básicas dos equipamentos.

Todos os indicadores que foram analisados obtiveram ganhos significativos, através da eliminação de paradas, perdas, retrabalhos e conseqüentemente o aumento da produtividade e eficiência operacional. Cada pilar da TPM desempenha um papel estratégico, porém eles não atuam sozinhos, fica bem claro no decorrer do trabalho que os resultados são construídos através de suas interações.

A implantação da TPM em uma indústria é um processo moroso que demanda paciência e quebra de tabus. É de grande importância o apoio dos níveis estratégico, tático e operacional no acompanhamento do desempenho da metodologia, pois se trata de um processo contínuo. Se todos os passos para a implantação forem seguidos, os resultados serão positivos.

REFERÊNCIAS

- Advanced Consulting & Training. (2011). *TPM*. São Paulo. Disponível em: <<http://www.advanced-eng.com.br/>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2017.
- Alves, Leandro; Oliveira, Francisco. (2014). Estudo de Implementação do Sistema TPM na Indústria de Alimentos e Seus Ganhos. *Gestão & Conhecimento - Revista do Curso de Administração*, Poços de Caldas, artigo 08, 2014.
- Barros, J. F.; Lima, G. B. (2009). *A influência da gestão da manutenção nos resultados da organização*. V Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro.
- Bertolino, Marco; Braga, Alexandre. (2017). *Ciência e Tecnologia para a Fabricação de Biscoitos*. São Paulo: Livraria Varela.
- Ireland, F.; Dale, B.G. (2001). A study of total productive maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Manchester.
- JIMP TPM for Every Operator. (1966). *Japan Institute of Plant Maintenance*. Portland: Productivity Press.
- Kardec, Alan; Nascif, Julio. (2009). *Manutenção – Função Estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- _____. (2012). _____. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.
- Moraes, Paulo Henrique de Almeida. (2004). *Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística*. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Sócioprodutivos, Universidade de Taubaté) - Taubaté: UNITAU. Disponível em: http://www.ppga.com.br/mestrado/2003/moraes-paulo_henrique_de_almeida.pdf. Acesso em: 05 de dezembro de 2017.
- Murty, A. S. R.; Naikan, V. N. A. (1995). Availability and maintenance cost optimization plant. *MCB University Press*.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press.
- Nakazato, K. (1999). *Conceitos básicos do TPM: Parte II*. Japão: Japan Institute of Plant Maintenance.

- Nepomuceno L. X. (1989). *Técnicas de manutenção preditiva*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. 1ª Ed. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Patra, N.; Tripathy, J.; Choudhary, D. (2005). Implementing the office total productive maintenance ("office TPM") program: a library case study. *Library Review*. Índia.
- Pinto, A. K.; Xavier, J. A. N. (2001). *Manutenção: Função Estratégica*. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Robinson, A.; Ginder, A. (1955). *Implementing TPM: The North American Experience*. Portland: Productivity Press.
- Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. (2002). *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas.
- Shirose, K. (1996). *TPM - Total Productive Maintenance New Implementation Program In Fabrication and Assembly Industries*. Japão; Japan Institute of Plant Maintenance.
- Takahashi, Y.; Osada, T. (1993). *TPM Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMAM.
- Tavares, L. A. (1999). *Administração moderna da manutenção*. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações.
- Zuashkiani, A.; Rahmandad, H.; Jardine, A. K. (2011). Mapping the dynamics of overall equipment effectiveness to enhance asset management practices. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Suzuki, T. (1995) TPM- Total Productive Maintenance. São Paulo. JIPM & IMC, 1993. _____. *TPM em indústrias de processo*. Madrid España: TGP HOSHIN.
- Xenos, G.H. (1998). *Gerenciando a manutenção produtiva*. Belo Horizonte: Dg editora.