

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CRISTIAN JUNIOR ALVES DE SOUZA

**MELHORAR A PERFORMANCE DA LINHA DE PRODUÇÃO
UTILIZANDO A FERRAMENTA TPM**

MARÍLIA

2015

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CRISTIAN JUNIOR ALVES DE SOUZA

**MELHORAR A PERFORMANCE DA LINHA DE PRODUÇÃO
UTILIZANDO A FERRAMENTA TPM**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Edson Detregiachi Filho

MARÍLIA

2015

SOUZA, Cristian Junior Alves de

Melhorar a performance da linha de produção utilizando a ferramenta TPM / Cristian Junior Alves de Souza; orientador: Edson Detregiachi Filho. Marília, SP: [s.n.], 2015.

50 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção)
- Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília, 2015.

1. Manutenção 2. Produtividade 3. TPM

CDD: 658.202



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM

Curso de Engenharia de Produção.


Cristian Junior Alves de Souza - 47133-1

TÍTULO "Melhorar a Performance da Linha de Produção Utilizando a Ferramenta TPM. "

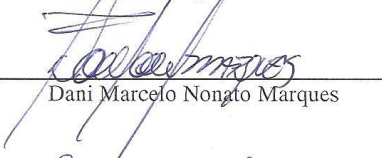
Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 9,0

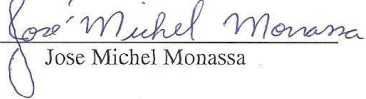
ORIENTADOR: _____


Edson Detregiachi Filho

1° EXAMINADOR: _____


Dani Marcelo Nongato Marques

2° EXAMINADOR: _____


Jose Michel Monassa

Marília, 09 de dezembro de 2015.

A Deus, pelo esplendor da vida, presente em
todas as atividades;

Aos amigos pelo incentivo;

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tudo que tem me proporcionado.

A minha família, por sempre estar do meu lado.

Enfim, a todos que, de certa forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

"Nenhum vento é favorável para quem não sabe em que porto quer chegar".
(Sêneca)

"Tentar não significa conseguir, mais certamente todos que conseguiram tentaram"
(Aristóteles)

SOUZA, Cristian Junior Alves de. Melhorar a performance da linha de produção utilizando a ferramenta TPM 2015. 50 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2015.

RESUMO

Antes tratada como fator de custos adicionais e com pouca visibilidade para as empresas, a manutenção aos poucos foi sendo aperfeiçoada e ganhando a sua devida importância, hoje é considerada uma função estratégica no ambiente industrial. E a Manutenção Produtiva Total (TPM) com seu conjunto de atividades de manutenção que visam melhorar a desempenho e a produtividade dos equipamentos têm conquistado muitos adeptos. Este trabalho tem como objetivo propor a utilização da ferramenta TPM para eliminação das perdas por meio da redução de quebras dos equipamentos tornando este confiável e assim aumentando a performance do equipamento. Buscar o aperfeiçoamento da estrutura empresarial e dos equipamentos, desenvolver as pessoas gerando autonomia a elas, aperfeiçoando os meios de produção e serviços, buscando a eliminação contínua das perdas e desta forma alcançar a tão almejada produtividade. E por meio de um estudo de caso verificou que a implantação da ferramenta TPM proporcionou a empresa estudada um ganho em produtividade devido principalmente a redução das quebras e falhas no equipamento, para as organizações sobreviverem ao mercado atual, reduções de custos são imprescindíveis e o TPM contribui para que isso ocorra.

Palavras-chave: Manutenção. Produtividade. TPM.

SOUZA, Cristian Junior Alves de. Melhorar a performance da linha de produção utilizando a ferramenta TPM 2015. 50 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2015.

ABSTRACT

Before treated as a factor to additional costs and with little visibility for companies, maintenance was gradually being improved and gaining its importance, today it is considered a strategic role in Industrial environment. The Total Productive Maintenance with its set of maintenance activities aimed to improve performance and equipment`s productivity has won many supporters. This study aims to propose the use of the TPM methodology to eliminate losses by reducing equipment breakdowns makingit reliable and as a result increasing its performance. Seek to improve the business structure and equipment, developing people and making them more autonomous, improving methods of productions and services, seeking the continuous elimination of looses and wastes to achieve the desired productivity. This study found that the deployment of TPM tool provided the company a gain in productivity mainly due to reduced breakdown and equipment failure, as it is well known that for organizations survive the current market, costs reductions are essential and TPM helps to make it happen.

Keywords: Maintenance. Productivity. TPM

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução do Processo de Manutenção	25
Figura 2 – Pilares da TPM	27
Figura 3 – Forma de Calcular o OEE	30
Figura 4 – Cálculo da Disponibilidade	35
Figura 5 – Cálculo da Qualidade	35
Figura 6 – Cálculo do Desempenho	37
Figura 7 – Cálculos do OEE	37
Figura 8 – Etiquetas para Identificação de Anormalidade	39
Figura 9 – Disponibilidade Atual	41
Figura 10 – Qualidade Atual	42
Figura 11 – Desempenho Atual	43
Figura 12 – OEE Atual	43
Figura 13 – Comparando os Cenários	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1–Horas Disponíveis.....	34
Tabela 2 – Produção e Perdas Mensais	35
Tabela 3 – Implantação TPM	38
Tabela 4 – Extratificação das Etiquetas.....	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Total de Horas Disponíveis	34
Gráfico 2 – Produção x Perdas	36
Gráfico 3 – Horas Disponíveis Atual	41
Gráfico 4 – Produção x Perdas Atual	42
Gráfico 5 – Aumento dos Indicadores	44
Gráfico 6 – Aumento do OEE	45
Gráfico 7 – Aumento da Produtividade	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TPM: Manutenção Produtiva Total

OEE: Eficiência global do Equipamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Delimitação do Tema.....	13
1.2 Objetivo	134
1.3 Objetivos Específicos	14
1.4 Justificativa.....	14
1.5 Metodologia.....	14
1.6 Estrutura do Trabalho	146
2 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO.....	177
2.1 Evolução da Manutenção	188
2.2 Tipos de Manutenção.....	189
2.3Manutenção Corretiva Não Planejada	20
2.4 Manutenção Corretiva Planejada.....	20
2.5 Manutenção Preventiva	21
2.6 Manutenção Preditiva.....	22
2.7 Manutenção Detectiva	23
2.8 Engenharia de Manutenção	23
2.9 Manutenção Produtiva Total	24
3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO.....	32
3.1 Identificação do Problema.....	33
3.2 Cenário Antes da Implantação.....	33
3.3 Implantando a Ferramenta TPM.....	37
3.4 Cenário Pós Implantação	41
4 RESULTADOS	44
5 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

No início dos anos 70, nascia no Japão a Manutenção Produtiva Total com o objetivo principal de:

Aumentar a rentabilidade dos negócios através da eliminação das falhas por quebras de equipamentos, reduzindo o tempo gasto para preparação dos equipamentos, mantendo a velocidade do maquinário, eliminando pequenas paradas e melhorando a qualidade final dos produtos. (WILLMOT, 1994, p. 48).

Isso culmina num aumento da eficácia geral dos equipamentos, indicador de melhorias alcançadas através da aplicação da ferramenta.

A Manutenção Produtiva Total compreende um abrangente conjunto de atividades de manutenção que visam melhorar a performance e a produtividade dos equipamentos de uma fábrica. A palavra “Total” significa que todos no ambiente de trabalho estão envolvidos na cultura e nas atividades do TPM, desde a gerência, até os operários. A implantação de um programa TPM necessita do envolvimento de todos, não somente de alguns grupos de pessoas. Ela depende principalmente da aceitação da direção da fábrica, que por sua vez deve difundir seus conceitos e dar suporte para que o programa evolua positivamente.

Portanto, antes tratada como fator de custos adicionais e com pouca visibilidade para as empresas, a manutenção aos poucos foi sendo aperfeiçoada e ganhando a sua devida importância, hoje é considerada uma função estratégica no ambiente industrial, sendo um agente de otimização da produção e, conseqüentemente, aumentando a produtividade e gerando lucros.

1.1 Delimitação do Tema

Por meio de uma análise realizada em uma linha de produção, foi verificado que havia muita quebra de equipamento afetando diretamente os indicadores de performance, aumentando os custos e reduzindo a produtividade. E com a implantação e utilização da ferramenta TPM buscará a otimização do processo produtivo.

1.2 Objetivo

Este trabalho tem por objetivo apresentar a importância que as atividades de manutenção têm dentro do ambiente industrial e como esta foi evoluindo durante os anos. E como se tornou primordial para que a empresa seja competitiva no mercado globalizado.

E implantação da ferramenta Manutenção Produtiva Total para aperfeiçoar a estrutura da empresa e das linhas de produção. Buscando desenvolver as pessoas e assim gerar autonomia a elas, o aperfeiçoando dos meios de produção e serviços, buscando a eliminação continua das perdas e desta forma alcançar a produtividade.

1.3 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivo principal a eliminação das perdas por meio da redução de quebras das máquinas tornando esta confiável e assim aumentando a performance do equipamento e da linha de produção.

1.4 Justificativa

Na indústria vários componentes são necessários para o bom funcionamento da linha de produção, um deles é o equipamento, nos quais ocorrem falhas que precisam ser restauradas para o bom funcionamento. E existe variação tempo para que ocorra o conserto, o que afeta diretamente os indicadores de performance, reduzindo assim a capacidade de produção e produtividade.

E com a utilização da ferramenta TPM busca-se tornar esta linha de produção confiável e também tornar as pessoas capazes de entenderem e otimizarem o trabalho que realizam. Assim impulsionar a produtividade agregando valor ao seu produto.

1.5 Metodologia

Realizou-se uma análise em uma linha de produção de uma indústria do ramo alimentício localizada no interior do estado de São Paulo, por tanto, o método utilizado para nortear a pesquisa foi um estudo de caso e revisão bibliográfica.

O estudo de caso tem como particularidade um estudo detalhado de um ou de vários objetos, permitindo adquirir um grande conhecimento sobre o assunto. O estudo de caso é

adequado quando buscamos compreender, explorar ou descrever fatos e contextos complicados, nos quais estão simultaneamente envolvidos múltiplos fatores, serve como estímulo a novas descobertas e permite ao pesquisador verificar os diversos ângulos de um problema. (YIN, 1994).

E para Ponte (2006, p. 2) estudo de caso é uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de certo fenómeno de interesse.

A abordagem da pesquisa será a combinação de quantitativa e qualitativa, que Mello e Turrioni (2012, p. 84) descrevem:

A **pesquisa quantitativa** considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.).

A **pesquisa qualitativa** considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenómenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

A **pesquisa combinada** considera que o pesquisador pode combinar aspectos das pesquisas qualitativas e quantitativas em todos ou em algumas das etapas do processo de pesquisa. (grifo do autor).

É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de certo fenómeno de interesse (PONTE, 2006, p. 2).

Dessa forma, a pesquisa combinada, com a junção das características qualitativa e quantitativa se apresenta como forma de abordagem da presente pesquisa, que levantou elementos observados na linha de produção como qualidade do trabalho, capacidade produtiva e funcional, e o impacto do funcionário capacitado para a preservação do equipamento. Posteriormente, avaliando quantitativamente o reflexo da gestão TPM para a indústria em questão.

1.6 Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo será apresentado o tema proposto do trabalho para o leitor e como este será desenvolvido, quais são os objetivos gerais e específicos, a justificativa e relevância do trabalho e metodologia utilizada.

No segundo capítulo relata a revisão bibliográfica que foi composta por auxílio de livros e alguns trabalhos acadêmicos e será abordada com assuntos pertinentes ao desenvolvimento deste trabalho.

No terceiro capítulo relata o estudo de caso, descrevendo um pouco sobre a empresa analisada, a linha de produção e sua situação dentro da fábrica e assim entender o que motivou a implantação da ferramenta TPM.

No quarto capítulo apresenta os resultados obtidos no estudo de caso.

E por fim, o quinto capítulo apresenta a conclusão do trabalho levando em consideração a ferramenta utilizada e resultados obtidos.

2 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO

O conceito de manutenção tem origem militar, cujo sentido era “manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material em um nível constante” (Monchy, 1989 p.3). A manutenção pode ser definida, segundo Xenos (2004, p.18) como: “As medidas necessárias para a conservação ou permanência, de alguma coisa ou situação” e ainda “Os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas”.

Segundo Filho (2000), a manutenção é uma função empresarial da qual se espera o controle constante das instalações, assim como o conjunto de trabalho de reparo e revisões necessárias para garantir o funcionamento regular e o bom estado de conservação das instalações produtivas, serviços e instrumentação dos estabelecimentos.

Segundo Garrido (2004, p. 01), define a manutenção como o “conjunto de técnicas que visam à conservação de instalações e equipamentos por um maior tempo possível visando à maior disponibilidade e máximo desempenho”.

Segundo Xenos (2004) as atividades de manutenção existem basicamente para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, devido o desgaste natural e do uso, essa degradação pode ser aparência externa ruim ou perda de desempenho e paradas do equipamento. Para Palmer (1998), a finalidade da manutenção é garantir a confiabilidade e assim a capacidade a uma planta industrial.

Segundo Xenos (2004) as atividades de manutenção devem ter um foco maior do que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos, mas inserir melhorias que visam o aumento da produtividade. Desta forma a manutenção pode ser dividida em dois tipos de atividades: as de manutenção que visam manter as boas condições de funcionamento e desempenho e as de melhorias que visam melhorar as condições originais do equipamento incorporando modificações ou alterações no projeto original, com objetivo de alcançar novos patamares de produtividade. E assim podemos considerar que num sentido mais amplo a manutenção não é apenas restituir as condições físicas do equipamento, mas também sua capacidade funcional, ou seja, manter sua condição física e sua capacidade produtiva.

2.1 Evolução da Manutenção

De todos os possíveis ângulos utilizados para conceituar a manutenção industrial percebe-se que todos tendem de alguma maneira alcançar a disponibilidade do equipamento para produzir de acordo com a necessidade, buscando reduzir os custos, objetivando sempre o aumento da produtividade.

De acordo com Kardec e Nascif (2009) a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações:

Primeira Geração corresponde ao período antes da Segunda Guerra Mundial. Neste período a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e superdimensionados. A produtividade não era prioridade, desta forma, executava-se simplesmente a manutenção por quebra ou manutenção corretiva e não planejada. Onde até então, a demanda era baixa e indisponibilidades corriqueiras eram perfeitamente possíveis.

Segundo (ALVES, 2004 *apud* MOUBRAY, 1997), as indústrias eram pouco mecanizadas e as paradas de produção não eram tão importantes. As técnicas usadas para executar a manutenção eram precárias e simples, limitava-se a limpezas, lubrificação e à inspeção visual.

Ainda segundo Kardec e Nascif (2009) a segunda Geração corresponde ao período pós-guerra, até meados da década de 70. Após a guerra houve uma grande procura por todos os tipos de produtos. Como consequência, houve um aumento da mecanização e da complexidade das instalações industriais. Assim, para atender a essa procura e complexidade, foi necessário uma maior disponibilidade e confiabilidade para alcançar uma maior produtividade e assim surgiu o conceito de Manutenção Preventiva, cujo foco era realizar a manutenção em intervalos fixos.

Segundo (ALVES, 2004 *apud* MOUBRAY, 1997), após a segunda guerra mundial as indústrias começaram a se mecanizar rapidamente, e a exigirem competências técnicas e gerenciais de um nível mais elevado. Essas empresas começaram a ficar dependentes da manutenção, na busca pela produtividade e produção intensa com qualidade. Os conceitos de falhas, manutenção preventiva e manutenção preditiva técnicas que identificam as condições dos equipamentos surgiram juntamente com os primeiros sinais de planejamento da manutenção, que fortaleceriam as práticas de manutenção.

De acordo com Kardec e Nascif (2009) a terceira geração surgiu a partir da década de 70, onde acelerou o processo de mudança nas indústrias com a utilização crescente da mecanização aliada agora à automação, marcou o salto evolutivo com a aplicação em massa

da microeletrônica e da microinformática diretamente nos processos. Todos esses eventos em sequência aumentaram a importância do desempenho dos equipamentos sendo que confiabilidade e disponibilidade não eram mais diferenciais e tornaram-se pré-requisitos. O foco era manter os processos sem falhas, avarias e acidentes, maximizando a produção e minimizando os custos.

Também segundo Alves (2004 *apud* MOUBRAY, 1997), a partir da década de 70, os processos industriais passaram a visar à produtividade e qualidade dos produtos. Essas mudanças proporcionaram ao departamento de manutenção das organizações o surgimento de novas metodologias, que foram classificadas em: Novas expectativas: disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos tornam-se prioridade na indústria, tendo como objetivos a maximização dos lucros e minimização dos custos das operações. Novas pesquisas: verificou que cada equipamento apresentava um comportamento diferente e que as políticas de manutenção não eram as mesmas diferentemente do paradigma da época. Novas técnicas: aparecem novos conceitos e técnicas avançadas de manutenção e monitoramento

Segundo Kardec e Nascif (2009) a quarta geração surgiu a partir da década de 90, com objetivo de intervir o mínimo possível na planta industrial e as práticas de manutenção preditiva e monitoramento das condições do equipamento ganham força e são cada vez mais utilizados na indústria.

2.2 Tipos de Manutenção

Segundo aborda Pinto e Xavier (2001), existem uma variedade muito grande de denominações para caracterizar a atuação da manutenção, porém a maneira que é feita a intervenção e suas práticas básicas nos equipamentos definem os principais tipos de manutenção, são estes:

- ✓ Manutenção corretiva não planejada;
- ✓ Manutenção corretiva planejada;
- ✓ Manutenção preventiva;
- ✓ Manutenção preditiva;
- ✓ Manutenção detectiva;
- ✓ Engenharia de manutenção.

2.3 Manutenção Corretiva Não Planejada

Segundo Pinto e Xavier (2001) é a correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a manutenção feita após a ocorrência da falha no equipamento, atuando de forma impulsiva e sem planejamento.

Para Viana (2002, p.10), “Manutenção corretiva é a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente”.

Tem como característica a falta de planejamento e as medidas são tomadas logo após a ocorrência da falha, que é aleatória, e sua utilização leva em conta fatores técnicos e econômicos. Em relação ao custo da manutenção, esta é mais barata do que prevenir falhas nos equipamentos, porém pode acarretar grandes perdas por paradas na produção, afirma Xenos (1998).

Segundo Pinto e Xavier (2001) deve-se utilizar este tipo de manutenção para partes menos importantes dos equipamentos, porém é necessário dispor de recursos para atuar rapidamente, ou seja, a manutenção corretiva pode ser aplicada para equipamentos que não comprometam o sistema produtivo ou a segurança do funcionário. Este tipo de manutenção consiste basicamente em deixar que as máquinas funcionem até que apresentem alguma falha ou algo próximo disso, para então programar a correção dos problemas. É evidente que esse método é o que acarreta maiores custos associados às perdas de produção, devido as paradas inesperadas e à impossibilidade de um planejamento eficiente.

Para (KARDEC e NASCIF, 2009, p. 39), “Manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória”.

2.4 Manutenção Corretiva Planejada

Segundo Kardec e Nascif (2009) é a correção do desempenho abaixo do esperado ou da falha, tendo em vista a decisão gerencial, isto é, baseia-se no acompanhamento feito pela manutenção preditiva ou pela decisão gerencial de operar até a quebra do equipamento. A escolha por adotar este tipo de política de manutenção pode ocorrer devido a vários fatores, tais como: compatibilizar as paradas com os interesses da produção, aspectos relacionados segurança dos funcionários, melhor planejamentos dos serviços, garantia de ferramentais e peças sobressalentes, busca de recursos humanos com tecnologia externa.

Segundo Xenos (1998) manutenção corretiva planejada permite o planejamento dos recursos necessários para executar a operação, uma vez que a falha é esperada. Em equipamentos periféricos simples e com falhas bem definidas também se justifica a adoção da política da manutenção corretiva programada. Mesmo que a manutenção corretiva tenha sido a adotada por ser mais vantajosa, não podemos simplesmente nos conformar com a ocorrência de falhas como um evento já esperado e, portanto, natural. E segundo Kardec e Nascif (2009) um trabalho feito com planejamento é sempre mais barato, rápido e seguro e de melhor qualidade.

2.5 Manutenção Preventiva

Para Filho (2000) seria a Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento do item.

Pode-se perceber com clareza que a intenção da manutenção preventiva é justamente evitar a falha antes da sua ocorrência ao invés da corretiva, que espera essa falha ocorrer para poder atuar, obedecendo a um plano elaborado antecipadamente, com intervalos pré-estabelecidos de tempo e assim reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho. (PINTO e XAVIER, 2001).

Segundo Kardec e Nascif (2009), este tipo de manutenção proporciona um conhecimento prévio das ações a serem tomadas, possibilitando uma boa condição de gerenciamentos das atividades e nivelamento dos recursos e assim criar planos de manutenção, com isto é consegue-se antecipar possíveis falhas e a ocorrência delas nos equipamentos. Tem como característica a busca obstinada e sistemática para evitar a ocorrência de falhas, buscando prevenir, mantendo um controle contínuo sobre os equipamentos, executando operações convenientes.

A manutenção preventiva é considerada o principal órgão das atividades de manutenção, abrange algumas tarefas sistemáticas tais como: troca de peças, reformas e inspeções, afirma Xenos (1998). Segundo Pinto e Xavier (2001) para fazer uso da política de manutenção preventiva devemos levar em consideração fatores como: impossibilidade de utilizar a manutenção preditiva, aspectos como segurança pessoal ou da instalação, equipamentos críticos de difícil liberação operacional, riscos de agredir o meio ambiente, sistemas complexos ou de operação contínua. O custo da manutenção preventiva é maior em

relação às outras, tendo em vista que peças e componentes dos equipamentos podem ser trocados antes de alcançarem seus limites de vida útil.

2.6 Manutenção Preditiva

De acordo com Kardec e Nascif (2009, p.44) “manutenção preditiva é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. É a manutenção baseada no conhecimento do estado do equipamento, por meio de medições contínuas, determina-se uma estratégia para se evitar a falha ou substituição desnecessária de uma peça.

Segundo Pinto e Xavier (2001) este tipo de manutenção proporciona a elaboração de planos de manutenção para efetuar inspeções periódicas nos equipamentos, utilizando equipamentos que analisem vibrações, ruídos, temperatura, entre outros. Assim, baseando-se no acompanhamento das inspeções, o planejamento pode definir o tempo de troca dos componentes dos equipamentos antes da quebra. Tem como característica a previsibilidade da deterioração do equipamento, prevenindo falhas por meio do monitoramento dos parâmetros diversos, com o equipamento em funcionamento.

Já Filho (2000) considera que a manutenção preditiva com base na aplicação de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem permite garantir a qualidade de serviços desejados, e assim reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e conseqüentemente diminuir a necessidade de manutenção corretiva.

Para Nepomuceno (1989), manutenção preditiva é a execução da manutenção no momento exato, antes que o equipamento entre em falha. Ela tem como objetivo estabelecer quais parâmetros deve ser verificado em cada tipo de máquina ou equipamento, em função das informações que as alterações de tais parâmetros sobre o estado mecânico de um determinado componente.

Segundo Kardec e Nascif (2009) este tipo de manutenção privilegia a disponibilidade do equipamento à medida que suas verificações e medições são feitas com o equipamento produzindo, para adoção da política de manutenção preditiva devem-se levar em consideração fatores, tais como segurança, custos e disponibilidade dos equipamentos. Os custos com aparelhos de medições e instrumentação e mão-de-obra envolvida nesta política, não são significativos se comparados aos resultados, tanto sob o aspecto técnico quanto econômico. Quanto à mão de obra é fundamental que esta seja bem treinada para analisar os resultados e formular diagnósticos obtidos.

2.7 Manutenção Detectiva

Para Kardec e Nascif (2009, p.47) “a manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”.

Ainda segundo Kardec e Nascif (2009) neste tipo de manutenção, os especialistas fazem verificações no sistema em operação sendo capazes de detectar falhas ocultas e assim corrigi-las, mantendo o sistema operando normalmente. Esse sistema de detecção é observado cada vez mais por computadores digitais em instrumentação (sistemas digitais de controle distribuídos). Comparado com a manutenção preditiva, em que é necessário o diagnóstico a partir de parâmetros, na manutenção detectiva, o diagnóstico é definido após o processamento das informações colhidas na planta. É primordial para garantir a confiabilidade do sistema e deve ser interpretado por pessoal treinado. Sua importância cresce a cada dia, em virtude da maior automação das plantas e utilização de microprocessadores.

2.8 Engenharia de Manutenção

Pinto e Xavier (2001, p.46) afirmam que “É deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas”. A engenharia de manutenção tem como característica utilizar dados para análise, estudos e melhorias nos padrões de operações e manutenção dos equipamentos, por meio de técnicas modernas, vencendo assim um obstáculo na cultura sedimentada das pessoas. (PINTO e XAVIER, 2001).

Segundo Kardec e Nascif (2009) é o suporte técnico da manutenção visando consolidar a rotina e a implantar a melhoria, ou seja, é a procura por novos resultados, aplicando novas técnicas para alcançar altos níveis de confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade.

2.9 Manutenção Produtiva Total

Segundo Yoshicazem (2002), a Manutenção Produtiva Total ou TPM surgiu no Japão na década de 70, através do aprimoramento das técnicas de Manutenção Preventiva, Manutenção do Sistema de Produção, Manutenção Preventiva e Engenharia de Confiabilidade, visando à falha zero e quebra zero dos equipamentos juntamente com o defeito zero nos produtos e perda zero no processo.

O TPM tem como objetivo Identificar e eliminar as perdas dos processos, maximizando a utilização dos ativos e garantindo a geração de produtos de alta qualidade a custos competitivos, mas para que esta aconteça existe a necessidade de se reeducar as pessoas para a prevenção e a melhoria contínua, aumentando a confiabilidade do equipamento e a capacidade dos processos, sem investimentos adicionais. (YOSHICAZEM, 2002, p. 58).

Para Shirose (1994), cita que as pessoas com mais probabilidade de encontrar anormalidades ou outros sinais incomuns no equipamento, não são os colaboradores da manutenção e sim os operadores que trabalham no equipamento dia após dia.

E segundo Tenorio (2000), em meio à busca constante do aumento da qualidade pelos japoneses, que se desenvolveu a Manutenção Produtiva Total (TPM), que com o passar dos anos vem evoluindo cada vez mais de uma metodologia simples de manutenção para um sistema completo de gestão do sistema produtivo, com o objetivo de tentar antever a ocorrência da falha por monitoramento e medições, surge a Manutenção Preditiva cuja intervenção no equipamento passa a ser baseada na sua condição e não mais no tempo, o que marca o surgimento da era da manutenção baseada na condição do equipamento e passando a fazer parte significativa do TPM, pois utiliza técnicas modernas de supervisão para diagnosticar o estado do equipamento durante a operação.

A figura 1 ilustra de forma bastante pertinente toda essa evolução, e apresenta de forma sintética as diversas fases do processo de manutenção e sua evolução para a Manutenção Produtiva Total.

Figura 1 – Evolução do Processo de Manutenção



Fonte: Pires (2005, p. 39) apud Tenorio (2000).

De acordo com Nakajima (1989), um alto funcionário do Japan Institute of Plant Maintenance “JIPM” propôs um significado para cada letra do termo TPM:

T – Total: Total nos sentidos de eficiência global, ciclo total de vida útil do sistema de produção;

P – Produtiva: A busca do sistema de produção até o limite máximo da eficiência, atingindo "zero acidentes, zero defeitos e zero quebras e falhas", ou seja, a eliminação dos desperdícios e perdas;

M – Manutenção: Manutenção no sentido amplo, que tem como objetivo o ciclo total de vida útil do sistema de produção.

Segundo Nakajima (1989) o TPM pode aperfeiçoar o rendimento global das instalações por meio de uma organização fundamentada no respeito à criatividade humana e com a participação geral de todos os empregados da empresa.

Para Suzuki (1994) houve razões principais pelas quais a TPM se disseminou tão rapidamente na indústria japonesa e agora o mesmo está acontecendo com todo o mundo como: garante drásticos resultados, altera visivelmente os lugares de trabalho e leva o nível de conhecimento e capacidade dos trabalhadores de produção e manutenção.

E também segundo Tenorio (2000) esta garantia é proveniente da aplicação do princípio básico da TPM, que é a eliminação total das perdas por toda a empresa. E ainda que, além da melhoria dos resultados da empresa, obtidos por meio da eliminação das perdas e

redução dos custos, a TPM visa melhorar o ambiente de trabalho, transformando as instalações, normalmente impregnadas por sujeira, em ambientes agradáveis e seguros.

E quanto ao desenvolvimento do nível de conhecimento, Tenorio (2000), cita que isto acontece à medida que as atividades de TPM vão sendo cumpridas, motivando empregados, aumentando a integração no trabalho e elevando o número de sugestões espontâneas de melhorias.

Segundo Suzuki (1994) o TPM ajuda os operadores a entender seu equipamento e ampliar a gama de tarefas de manutenção que podem praticar. Dá-lhes oportunidade de fazer novas descobertas, adquirir conhecimentos e desfrutar de novas experiências. Reforça a motivação, gera interesse e preocupação pelo equipamento e alimenta o desejo de manter o mesmo em ótimas condições.

Segundo Fernandes (2005) o TPM contém um conjunto de atividades de manutenção que buscam aprimorar a performance e a produtividade dos equipamentos de uma organização, visando:

- ✓ Criar uma cultura corporativa que persiga invariavelmente o avanço da eficiência de todo o sistema produtivo;
- ✓ Construir um sistema para prevenir qualquer tipo de perda para atingir o zero acidente, zero defeito e zero falha em todo o sistema de produção;
- ✓ Envolver todos os departamentos;
- ✓ Buscar o envolvimento de todos, desde a direção até os colaboradores da fábrica;
- ✓ Atingir perda zero através das atividades de pequenos grupos

Ainda segundo Fernandes (2005) um aspecto importante a ser considerado é que todos esses conceitos de TPM não são estáveis e sofrem alterações constantemente à medida que o método evolui. Além disso, desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem investimentos adicionais.

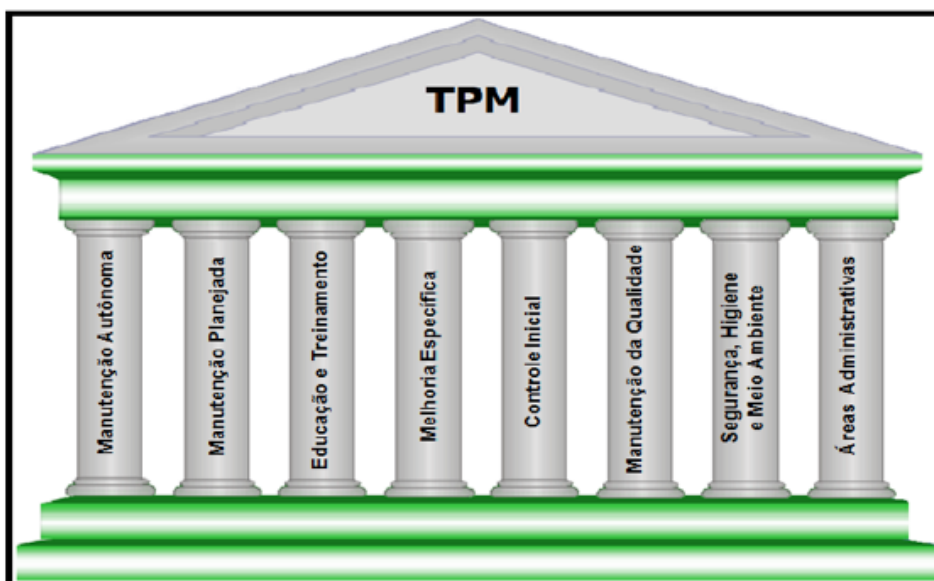
Segundo Kardec e Nascif (2009) para garantir a produtividade e performance do equipamento deve-se minimizar as perdas na produção, que são.

Perdas por quebras: responsável pela maior parcela na redução de desempenho do equipamento. Perdas por mudança de linha: está acontecendo devido à mudança de produto, linha parada para fazer alterações nas máquinas, ajustes e regulagens. Perdas por operações no vazio: são interrupções momentâneas por problemas na produção ou equipamento. Perdas por queda de velocidade: são causadas por condições que levam a trabalhar numa velocidade

inferior em relação ao normal. Perdas por produtos defeituosos: são os retrabalhos ou descarte de produto. Perdas por queda de rendimento: são perdas devido ao não aproveitamento da capacidade do equipamento.

Segundo Kardec e Nascif (2009) a estrutura do TPM está apoiada em oito pilares, onde a aplicação de todos levará a empresa a um resultado de excelência. Estes possuem objetivos próprios, conforme demonstrado a seguir:

Figura 2 – Pilares do TPM



Fonte: adaptado de Kardec e Nascif (2009, p.199)

Segundo Kardec e Nascif (2009) o pilar manutenção Autônoma é responsável pelo autogerenciamento e controle do equipamento, a fim de detectar e lidar prontamente com as anormalidades encontradas, de forma a conservar as condições ideais de funcionamento.

Segundo Xenos (2004) a manutenção autônoma é basicamente uma estratégia para envolver os operadores nas atividades de manutenção diária como limpeza, lubrificação e inspeção, é um passo adiante no que diz respeito ao envolvimento das áreas de manutenção e produção. De acordo com Xenos (2004) existem algumas etapas para implantar a manutenção autônoma.

A primeira etapa é a de limpeza e inspeção, que tem como objetivo eliminar toda a sujeira e o acúmulo de resíduos limpando completamente o equipamento. Garantindo assim que a deterioração forçada pela poeira e por resíduos seja extinta, pontos de difícil acesso devem também ser identificados e eliminados. A consolidação desta etapa é a familiarização

do operador com o equipamento, tornando hábil a identificar anomalias. Quando inicia as atividades de TPM em um equipamento, os operadores encontrarão diversas anomalias que devem ser identificadas. E uma forma de tornar o problema visível é a utilização das etiquetas, que são divididas em duas classes e identificadas por cores. As etiquetas vermelhas representam anomalias encontradas pelo operador e que ele não tem condições de resolver e etiquetas azuis, que representam anomalias encontradas pelo operador e por ele resolvidas. (XENOS, 2004).

A segunda etapa é a de identificar as causas das anomalias e estabelecer contramedidas. Após identificar e eliminar as causas das anomalias, criar contramedidas que impeçam sua reincidência. Verificar as fontes de sujeira, procurando aprimorar o acesso às áreas difíceis, facilitando e tornando mais rápida a limpeza. É fundamental a participação de toda equipe e acompanhar a eficácia das ações estabelecidas e se necessário criar um plano de ação para reparar anomalias pendentes. (XENOS, 2004).

A terceira etapa é da padronização das atividades, que tem por objetivo o controle das atividades básicas que impeçam que o equipamento deteriore, e também nessa etapa, deverá ser analisado três requisitos básicos, quais sejam: limpeza/inspeção, lubrificação e reaperto. Há necessidade de estabelecer metas de tempo para os operadores realizarem as atividades de manutenção autônoma, elaborar procedimentos para as rotinas de inspeção, limpeza e lubrificação para evitar a degradação do equipamento. (XENOS, 2004).

Xenos (2004) fala também sobre a quarta etapa que é a inspeção geral, nessa etapa, inspecionam-se as partes principais do equipamento com objetivo de detectar anomalias e falhas ocultas. Para seguir nessa etapa é preciso adquirir conhecimentos e capacitação para assim reconhecer as condições ótimas de funcionamento do equipamento. Facilitar às atividades de inspeção por meio de festão a vista e assim diagnosticar e reparar pequenos defeitos, por meio dessa inspeção geral, preparando assim padrão experimental para inspeção autônoma.

Se tratando ainda de inspeção, temos a quinta etapa que consiste na inspeção dos equipamentos, nessa etapa, o operador é habilitado para detectar anomalias e estabelecer ações corretivas adequadas, aperfeiçoar os padrões revisando os padrões provisórios elaborados anteriormente. Observar a operação correta do equipamento, identificando anomalias e estabelecendo ações corretivas adequadas. (XENOS, 2004).

Como sexta etapa, a padronização do local de trabalho, que visa aumentar a abrangência da manutenção autônoma por meio do gerenciamento do local de trabalho, melhorar a organização, a ordem e assim aumentar a eficiência do trabalho desenvolvido. As

principais atividades dessa etapa são a revisão dos itens a serem controlados no local de trabalho e a revisão do controle feito visualmente. A realização e a ordem em termos gerais, tanto no aspecto físico como no administrativo são pontos importantes dessa etapa.(XENOS, 2004).

Por mim, Xenos (2004) nos mostra a etapa sete, que é a efetivação do controle autônomo. Nessa última etapa o operador estará apto para diagnosticar e reparar o equipamento, auxiliar a manutenção na coleta de vários tipos de dados, sendo capaz de analisar e propor melhorias visando o aumento da confiabilidade, manutenibilidade e implementar melhorias para estender a vida útil do equipamento.

Segundo Kardec e Nascif (2009) manutenção planejada significa ter realmente um planejamento e controle da manutenção, visa à conscientização das perdas oriundas das falhas de equipamentos e as mudanças de mentalidade da produção e manutenção, diminuir as falhas e defeitos com o mínimo custo, mantendo condições ótimas de processos e equipamentos, através de atividades de melhoria continua e gerenciamento da manutenção.

Segundo Kardec e Nascif (2009) o pilar educação e treinamento tem como objetivo ampliação da capacidade técnica, gerencial e comportamental. Busca desenvolver e transmitir novos conhecimentos e habilidades para o pessoal da manutenção e da produção. De acordo com a filosofia TPM, habilidade é o poder de agir de forma correta e automática, com base em conhecimentos adquiridos sobre todos os fenômenos e utilizá-los durante um grande período.

Segundo Kardec e Nascif (2009) melhoria específica é focar a melhoria global do negócio reduzindo os problemas para aumentar o desempenho, tendo como objetivo a eliminação das perdas existentes no processo produtivo, obtendo a eficiência máxima dos equipamentos.

Para medir as melhorias implementadas pela ferramenta TPM, um dos métodos empregados é o indicador OEE. O emprego do OEE permite as empresas verificar as condições reais da utilização de seus ativos. As análises das condições acontecem a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade (SANTOS e SANTOS, 2007).

Segundo Hansen (2006) o OEE é uma ferramenta que mostra o quanto do equipamento ou da fábrica estamos deixando de aproveitar, o uso deste indicador nos dá a dimensão do que estamos deixando de lado.

Atualmente, o OEE é considerado um dos principais indicadores na medição do desempenho no ambiente fabril, pois pode ser usado para aumento de produtividade e dos lucros da empresa. (HANSEN, 2006).

O OEE é representado por três termos que relacionam as seis grandes perdas como pode ser visto na figura 3.

Figura 3 – Forma de Calcular o OEE



Fonte: SANTOS e SANTOS (2007, p.05)

Segundo Kardec e Nascif (2009) o pilar controle inicial visa estabelecer um sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos, eliminar as falhas no início e implantar sistemas de monitoramento.

Segundo Kardec e Nascif (2009) a manutenção da qualidade visa garantir zero defeito de qualidade, estabelecendo um programa para zero defeito mantendo condições ideais dos equipamentos, materiais, métodos e pessoas.

Segundo Kardec e Nascif (2009) o pilar TPM Office ou Administrativo tem como objetivo estabelecer um programa de TPM na área administrativa buscando aumentar a eficiência, reduzindo as perdas nos processos administrativos, acabar com os retrabalhos e atividades que não agregam valor. Além de aprimorar o trabalho administrativo, eliminando-se desperdício e perdas geradas pelo trabalho de escritório, é necessário que todas as atividades organizacionais sejam eficientes.

Segundo Kardec e Nascif (2009) o principal objetivo do pilar segurança, saúde e meio ambiente é garantir o zero acidentes, além de proporcionar um sistema que garanta a preservação da saúde e bem estar dos funcionários e do meio ambiente. Estabelecendo um sistema para controlar a saúde segurança e meio ambiente no ambiente fabril.

3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa do ramo alimentício localizada no interior do estado de São Paulo, a fábrica conta com 10 linhas de produção em atividade. O foco do estudo foi em uma linha de fabricação de produtos recheados que corresponde a aproximadamente a 17% da capacidade produtiva da fábrica. E os processos utilizados nesta linha são:

Batimento da Massa: A mistura da massa dos biscoitos é realizada em misturadores especiais e tem as seguintes funções:

- ✓ Homogeneização dos ingredientes para formar massa uniforme;
- ✓ Dispersão de soluções de um sólido num líquido;
- ✓ Formar soluções de um sólido num líquido;
- ✓ Desenvolver o glúten da farinha e aerar a massa, deixando a menos densa.

Moldagem do biscoito: Os rolos rotativos moldadores são largamente empregados na indústria de biscoitos. Esse sistema geralmente é constituído por rolos, sendo que um deles possui cavidade com alto relevo no desenho característico do biscoito que está sendo formado. O sistema de corte é formado por três rolos: um alimentador, um moldador e um rolo de borracha. Entre o rolo moldador e o de borracha passa a esteira transportadora, onde será depositado o biscoito. Entre o rolo alimentador e o moldador está posicionada uma faca, que tem, por finalidade, eliminar o excesso de massa.

Assamento: O principal objetivo da operação de assar é a remoção da umidade e fornecimento de energia necessária para as reações químicas e bioquímicas que ocorrem na massa. Geralmente são eliminados cerca de 28g de água por kg de massa que entra no forno.

Resfriamento O resfriamento é uma das operações mais importantes na fabricação dos biscoitos. Nela ocorre a equalização da umidade na base do produto final. Assim que o biscoito deixa o forno ele se apresenta mole e ainda com alguma umidade, não podendo ser embalado diretamente. A principal finalidade dessa operação é garantir a equalização da umidade, que migra da região interna do biscoito para a superfície.

Recheamento: Nesta operação o biscoito recebe o recheio e é formado o sanduíche e onde é controlado o peso final do pacote por meio do aumento ou diminuição da quantidade de recheio tendo em vista porcentagem mínima ou máxima de recheio que é recebido por cada biscoito individualmente,

Acondicionamento: A embalagem pode ser definida como todo acondicionante que exerça funções de proteção do alimento *in natura*, da matéria-prima alimentar ou do produto alimentício, temporária ou permanente, no decorrer de suas fases de obtenção, elaboração e armazenamento.

A embalagem precisa ser bem selada para evitar que o produto absorva umidade da atmosfera e venha amolecer. Também, a embalagem deve dar informação ao consumidor e, antes disso, deve ser bastante atraente. O pacote deve estar de acordo com a legislação, descrever corretamente o que é o produto e quais os ingredientes utilizados. Deve ser também indicado quando o produto deve ser usado e conter informação nutricional sobre o mesmo.

3.1 Identificação do Problema

Foi analisado o formulário de controle de paradas da linha de produção este contém todas as informações quanto ao tempo de parada e as causas pelas quais ocorreram, sendo arquivado para consultas futuras. E assim foi verificado que havia muitas quebras e falhas no equipamento o que acabava deixando a linha ociosa. Para restaurar a capacidade produtiva do equipamento e assim exercer as suas funções leva tempo e na indústria isto afeta diretamente os indicadores de performance, reduzindo a capacidade de produção e produtividade.

3.2 Cenário Antes da Implantação

Por meio de dados coletados junto à empresa estudada, será apresentado o estado antes da implantação do TPM quanto à disponibilidade, qualidade e eficiência da linha de produção. Isto é fundamental para se entender o que motivou a implantação da ferramenta TPM e identificar os pontos de melhoria ainda existentes para alcançar melhores resultados.

Foi analisado um período de seis meses levando em conta as horas programadas para produzir em cada mês e o quanto realmente produziu. E a partir dos dados coletados chegou-se ao seguinte cenário com relação à disponibilidade da linha para produzir.

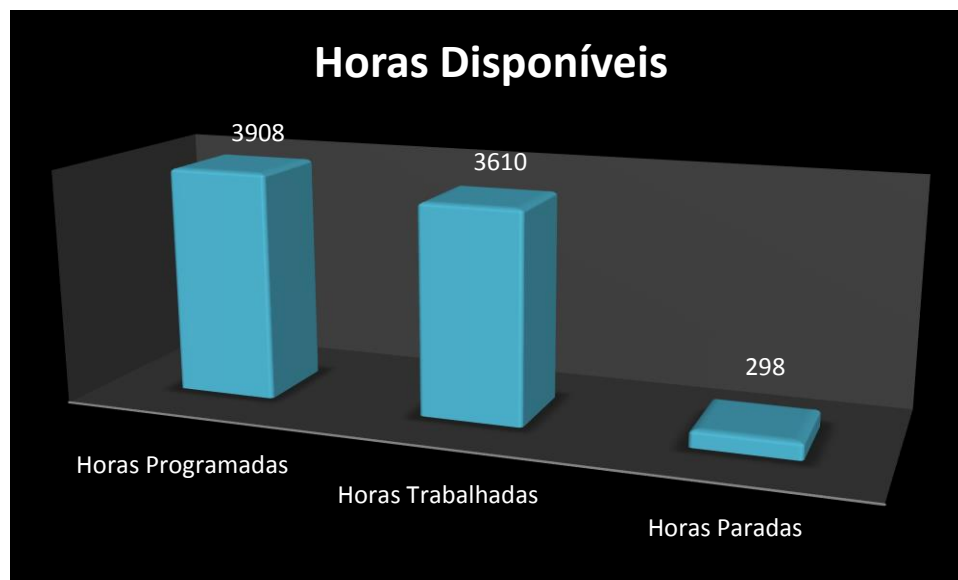
Tabela 1– Horas Disponíveis

Horas disponíveis			
	<i>Horas Programadas</i>	<i>Horas Trabalhadas</i>	<i>Horas Paradas</i>
Mês 1	642	606	36
Mês 2	646	591	55
Mês 3	674	609	65
Mês 4	630	584	46
Mês 5	699	654	45
Mês 6	617	566	51
Total	3908	3610	298

Fonte: O autor

De acordo com o gráfico 1 pode-se ver o total de horas no período avaliado.

Gráfico 1– Total de Horas Disponíveis



Fonte: O autor

Para fazer o cálculo de disponibilidade do equipamento utilizou o total de horas disponíveis no período em questão. Fazendo o cálculo de disponibilidade chegou ao resultado de 92,37461%, quer dizer a possibilidade de melhorar 7,625539% pois no período avaliado houve 298 horas com a linha de produção parada, ociosa sem produzir.

Figura 4 – Cálculo da disponibilidade

Disponibilidade % = Tempo de operação / Tempo programado

Disponibilidade % = 3610 / 3908

Disponibilidade % = **92,37461**

Fonte: O autor

Durante o período avaliado foi verificado junto ao formulário geral de produção e perdas da linha de produção a relação entre o que foi produzido e as perdas por defeito de qualidade. Este formulário é preenchido diariamente e ao final do mês é feito fechamento da linha. Conforme tabela 2.

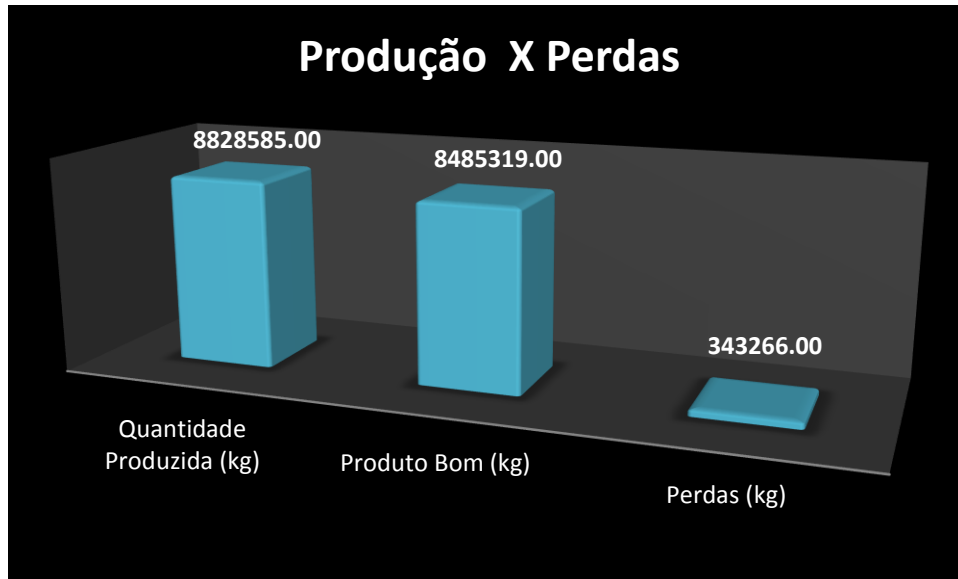
Tabela 2 – Produção e Perdas Mensais

Produção x Perdas			
	Quantidade Produzida (kg)	Produto Bom (Kg)	Perdas (kg)
Mês 1	1497943,00	1453135,00	44808,00
Mês 2	1381690,00	1320475,00	61215,00
Mês 3	1509883,00	1441158,00	68725,00
Mês 4	1452761,00	1396120,00	56641,00
Mês 5	1583187,00	1518035,00	65152,00
Mês 6	1403121,00	1356396,00	46725,00
Total	8828585,00	8485319,00	343266,00

Fonte: O autor

E no gráfico 2 é possível ver o total produzido neste período e também o total de produto bom e as perdas gerais.

Gráfico 2 – Produção x Perdas



Fonte: O autor

Para o cálculo de desempenho da qualidade levou-se em consideração a quantidade de produto bom pelo total produzido.

Figura 5 - Cálculo da Qualidade

$$\begin{aligned}
 \text{Produto bom} &= \text{Quantidade produzida} - \text{Perdas} \\
 \text{Produto bom} &= 8828585 - 343266 \\
 \text{Produto bom} &= 8485319 \\
 \\
 \text{Qualidade \%} &= \frac{\text{Quantidade produto bons} * 100}{\text{Quantidade produzida}} \\
 \text{Qualidade \%} &= \frac{8485319 * 100}{8828585} \\
 \text{Qualidade \%} &= \frac{848531900}{8828585} \\
 \text{Qualidade \%} &= \mathbf{96,11187}
 \end{aligned}$$

Fonte: O autor

Para o cálculo de desempenho da linha de produção deve-se usar como taxa *standard* da linha o valor de 2531 kg/h, que é a quantidade que deve ser produzida por hora nesta linha.

Este valor é determinado pelo corporativo da empresa no início do ano levando em conta o desempenho da linha no ano anterior.

Figura 6– Cálculo do Desempenho

$$\begin{aligned} \text{Desempenho \%} &= \frac{\text{Quantidade produzida} * 100}{\text{Taxa standard} * \text{Tempo de Operação}} \\ \text{Desempenho \%} &= \frac{8828585 * 100}{2531 * 3610} \\ \text{Desempenho \%} &= \frac{882858500}{9136910} \\ \text{Desempenho \%} &= \mathbf{96,6255} \end{aligned}$$

Fonte: O autor

Multiplicando os valores dos três índices chegará ao OEE que é a eficiência global do equipamento na linha de produção.

Figura7 – Cálculos do OEE

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Disponibilidade} * \text{Desempenho} * \text{Qualidade} * 100 \\ \text{OEE} &= 0,9237 * 0,9662 * 0,9611 * 100 \\ \text{OEE} &= 0,8577 * 100 \\ \text{OEE} &= \mathbf{85,77\%} \end{aligned}$$

Fonte: O autor

Esta linha apresenta um OEE de 85,77 %, isso mostra que pode ser melhorado 14, 23% e com a implantação da ferramenta TPM procurará elevar o OEE desta linha, reduzir as perdas e aumentar a produtividade.

3.3 Implantando a ferramenta TPM

Buscando melhorar o desempenho dos equipamentos da linha de produção e desenvolvimento das pessoas resolveu-se implantar a ferramenta TPM. Foi criado um plano de implementação e definidas metas a ser alcançadas. Foi ministrado treinamento introdutório a todos os colaboradores envolvidos mostrando a importância e o que a utilização desta

ferramenta iria proporcionar a linha de produção. Foi explicado de que forma a ferramenta TPM seria implantada conforme a tabela.

Tabela 3 – Implantação TPM

Método	Garantir a implementação das metodologias e passos.
Treinamento	Treinar os colaboradores nas metodologias e ferramentas.
Orientação	Orientar a utilização métodos e ferramentas.
Auditoria	Garantir a correta aplicação dos conceitos, metodologias e ferramentas.

Fonte: O autor

Foram explicadas as etapas da manutenção autonôma e quais conhecimentos iriam ser adquiridos durante este período para executarem as atividades, sendo que está contém sete etapas, começando pela limpeza inicial e até a autogestão. Com ela se pretende estabelecer condições ótimas de processo aplicando repetidas interações do ciclo para a melhoria contínua

Os etapas 1 a 3 dão prioridade a eliminar os elementos que acarretam a deterioração acelerada, prevenir e reverter a deterioração, e estabelecer e manter as condições básicas do equipamento. Os objetivos destes passos são conseguir que os operadores se interessem e se responsabilizem pelos seus equipamentos. Nas etapas 4 e 5, os líderes de grupo ensinam procedimentos de inspeção aos seus membros, e a inspeção geral será realizada desde equipamentos até processos inteiros. Os objetivos destas etapas são diminuir as quebras e formar operadores que compreendam e dominem a fundo seus equipamentos e processos. As etapas 6 e 7 servem para reforçar e elevar o nível de manutenção autônoma e atividades de melhoria, padronizando sistemas e métodos. E assim foram definidas seis medidas para evitar as quebras.

- ✓ Restauração das condições básicas.
- ✓ Cumprimento rigoroso das condições de uso.
- ✓ Restauração da deterioração
- ✓ Eliminação dos pontos que provocam a deterioração forçada.
- ✓ Elevação da capacidade e habilidade técnica.

- ✓ Melhoria dos pontos fracos do projeto.

E para garantir que essas medidas sejam atendidas é necessário identificar possíveis as anormalidades encontradas nos equipamentos da linha de produção. E uma forma de tornar o problema visível é a utilização da etiqueta. Estas são divididas em duas classes e identificadas por cores diferentes:

Etiquetas azuis são anormalidades que poderão ser executadas pelo próprio operador, desde que treinado e seguindo corretamente as normas de segurança estabelecidas.

Etiquetas vermelhas são anormalidades destinadas para a área de manutenção solucionar.

Figura 8 –Etiquetas para Identificação de Anormalidade

FRENTE

MANUTENÇÃO

Nº DA ETIQUETA

PASSOS

LINHA

EQUIPAMENTO

Nº ATIVO

COLOCADA POR

DATA

PRIORIDADE

Qual o problema ocorrido (anormalidade)?

CB FM FS OD ODO LI

DA INSPEÇÃO

DA LUBRIFICAÇÃO

MELHORIA

OFICINA

E M G U M E T

VERSO

Porque Ocorreu?

Ação

Equipamento Parou?

Ordem de Trabalho

Prazo:

Concluído em:

MANUTENÇÃO

Descrição detalhada do motivo (o que causou) a anormalidade encontrada. (preenchimento será feito por MP)

Descrição detalhada do que foi feito para solucionar a anormalidade encontrada. (preenchimento será feito por MP)

Já vem impresso

Classificação de Prioridade

Identificação de um dos 6 tipos de anormalidade

Passo de MA em que a Linha está

Identificação do equipamento

Número do ativo do equipamento

Nome de quem Encontrou a anormalidade

Descrição detalhada da anormalidade encontrada

Sinalizar caso seja necessário projeto de melhoria

Fonte: Adaptado de Saavedra (2010, p.08).

Tipos de anormalidade:

CB: Falta condição básica

FM: falhas menores;

FS: Fonte de sujeira;

OD: Objetos desnecessários

ODO: Origem de defeito de qualidade

LI: Local inseguro

Prioridade da etiqueta

Prioridade A: Alto risco prazo de 2 dias para execução

Prioridade B: Risco médio prazo de 20 dias para execução.

Prioridade C: Baixo risco prazo de até 60 dias para execução.

Durante o período do estudo foram levantadas inúmeras anormalidades, das quais, grande parte foi solucionada tornando o equipamento mais confiável e produtivo e as que até o momento não tinham sido solucionada e estavam vencidas são levadas para reunião de negociação para que medidas sejam tomadas e estas solucionadas. Conforme a tabela 4.

Tabela 4 – Extratificação das Etiquetas

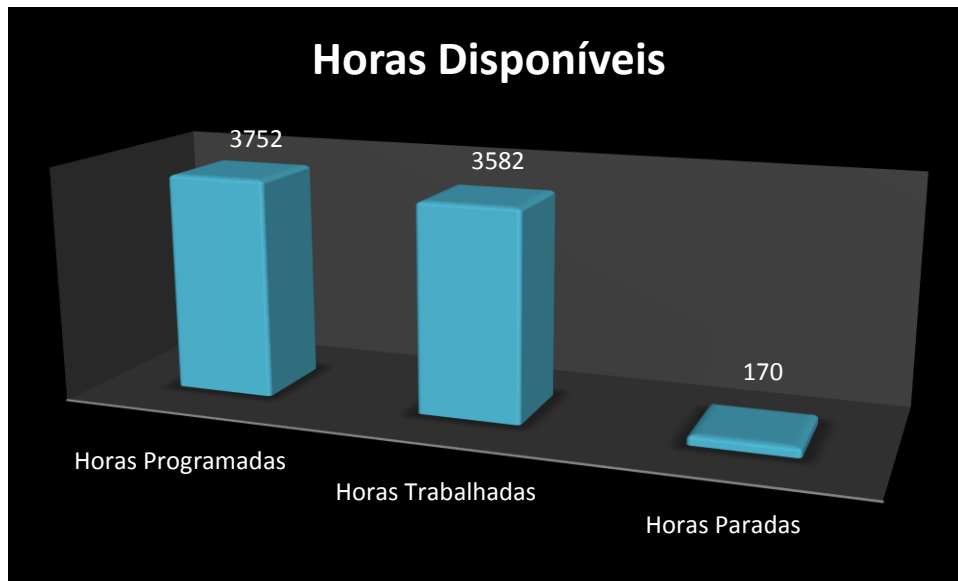
Extratificação de Etiquetas					
TOTAL DE ETIQUETAS		A	B	C	Total
Vermelho	Total	41	353	1008	1402
	Resolvidas	39	291	832	1162
	GAP	2	62	176	240
	Vencidas	1	48	63	112
	GAP %	5%	18%	17%	17%
Azul	Total	6	57	497	560
	Resolvidas	4	48	437	489
	GAP	2	9	60	71
	Vencidas	2	8	24	34
	GAP %	33%	16%	12%	13%
Total	Total	47	410	1505	1962
	Resolvidas	43	339	1269	1651
	GAP	4	71	236	311
	Vencidas	3	56	87	146
	GAP %	9%	17%	16%	16%

Fonte: O autor

3.4 Cenário Pós Implantação

Após a implantação da ferramenta TPM na linha de produção e com a colaboração de todos os envolvidos foi possível chegar a um resultado positivo.

Gráfico 3 – Horas Disponíveis Atual



Fonte: O autor

Figura 9 – Disponibilidade Atual

Disponibilidade % = Tempo de operação / Tempo programado

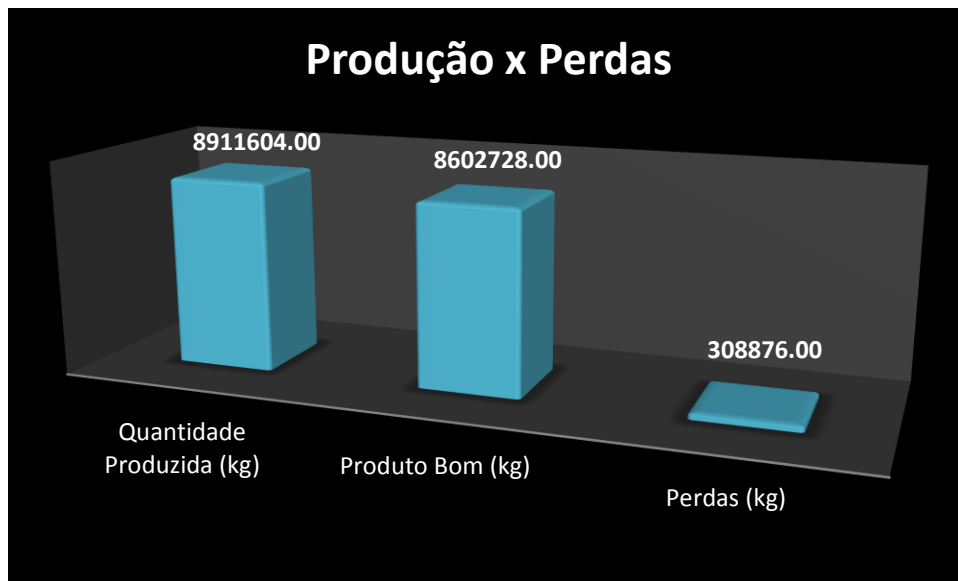
Disponibilidade % = 3582 / 3752

Disponibilidade % = **95,4690**

Fonte: O autor

Apesar das horas programadas para produzir ser inferior ao cenário anterior o índice de horas paradas foi bem menor o que possibilitou uma melhora significativa na disponibilidade do equipamento

Gráfico 4 – Produção x Perdas Atual



Fonte: O autor

Figura 10– Qualidade Atual

$$\text{Qualidade \%} = \frac{\text{Quantidade produto bom} * 100}{\text{Quantidade Produzida}}$$

$$\text{Qualidade \%} = \frac{8602728 * 100}{8911604}$$

$$\text{Qualidade \%} = \frac{860272800}{8911604}$$

$$\text{Qualidade \%} = \mathbf{96,5340}$$

Fonte: O autor

A eficiência da qualidade também melhorou um pouco se comparando ao cenário anterior mais não foi tão significativo como a disponibilidade do equipamento, devido o foco nesse primeiro momento ser a redução das paradas oriundas de quebras no equipamento.

Figura 11– Desempenho Atual

$$\begin{aligned} \text{Desempenho \%} &= \frac{\text{Quantidade produzida} * 100}{\text{Taxa standard} * \text{Tempo de Operação}} \\ \text{Desempenho \%} &= \frac{8911604 * 100}{2531 * 3582} \\ \text{Desempenho \%} &= \frac{891160400}{9066042} \\ \text{Desempenho \%} &= \mathbf{98,2965} \end{aligned}$$

Fonte: O autor

O aumento do desempenho deve-se ao fato de ter aumentado o tempo de operação do equipamento resultando em um volume maior de produção .

Figura 12 – OEE Atual

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Disponibilidade} * \text{Desempenho} * \text{Qualidade} * 100 \\ \text{OEE} &= 0,95469 * 0,982965 * 0,965340 * 100 \\ \text{OEE} &= 0,90590 * 100 \\ \text{OEE} &= \mathbf{90,59\%} \end{aligned}$$

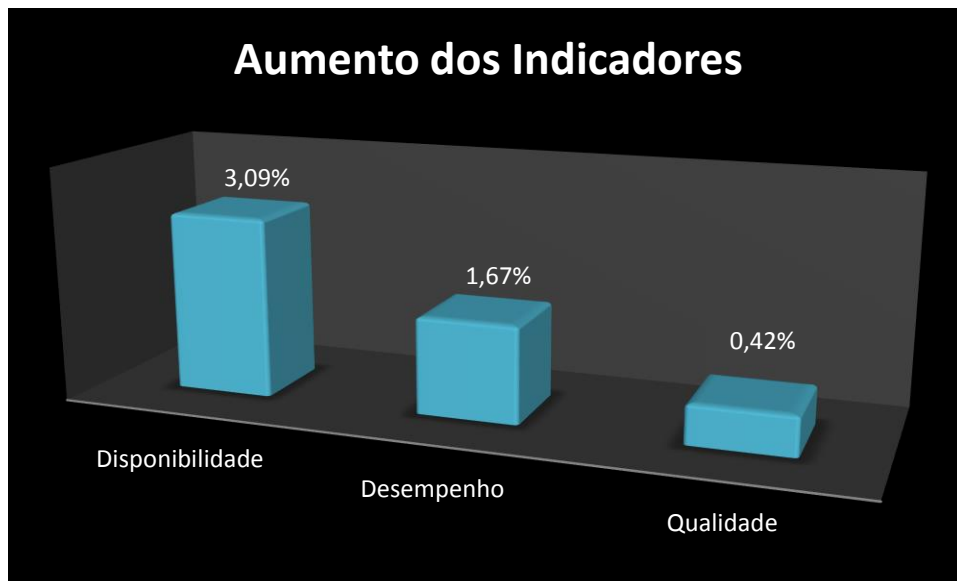
Fonte: O autor

A implantação da ferramenta TPM proporcionou uma melhora em todos os índices da linha de produção o que impacta diretamente no OEE e na produtividade dessa linha.

4 RESULTADOS

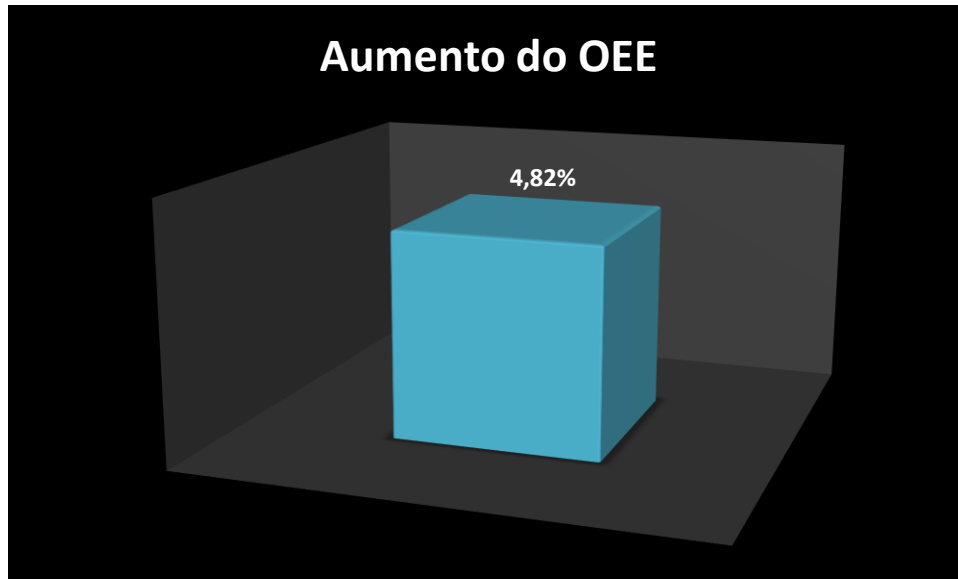
Com a implantação da ferramenta da ferramenta TPM houve um aumento em todos os índices sendo que o mais significativo foi à disponibilidade do equipamento que aumentou 3,09% enquanto o desempenho aumentou 1,67% e qualidade 0,42%. Isto significa que a linha foi mais eficiente, com os mesmos recursos foi possível aumentar o volume de produção.

Gráfico 5 – Aumento dos Indicadores



Fonte: O autor

Gráfico 6 –Aumento do OEE



Fonte: O autor

Com relação ao OEE da linha de produção houve um aumento de 4,82% o que proporciona um aumento na produção por hora, como pode ser visto abaixo.

Figura 13 – Comparando os Cenários

Antes da implantação do TPM

OEE = 85,77%

Produção/ hora = 2531kg

Produção real = $2531 * 85,77\%$

Produção real = 2170 kg

Após implantação do TPM

OEE=90,59%

Produção/ hora = 2531kg

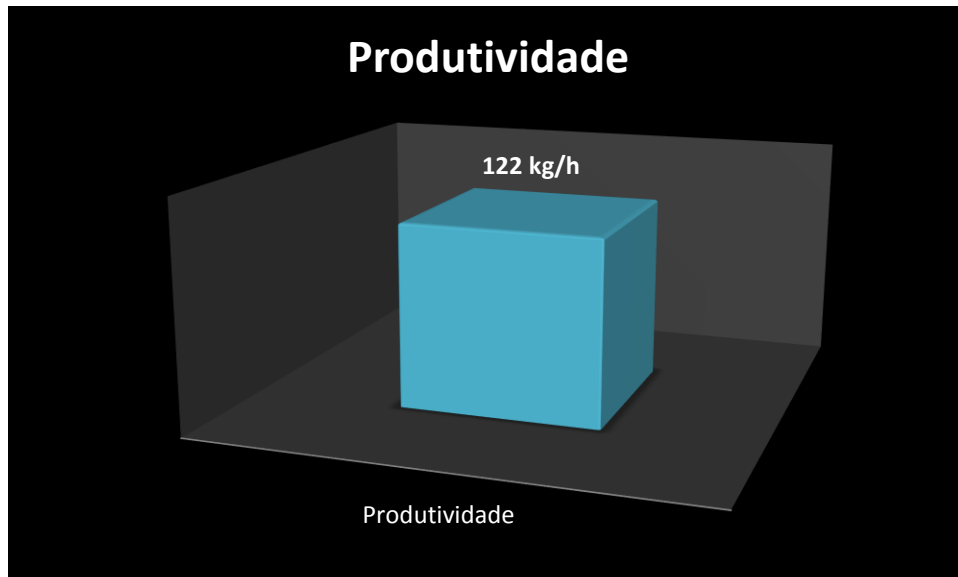
Produção real = $2531 * 90,59\%$

Produção real = 2292 kg

Fonte: O autor

Com a utilização da ferramenta TPM ouve uma melhora na produtividade de 122 kg por hora o que representa no período analisado um aumento de aproximadamente 437 toneladas

Gráfico 7–Aumento da Produtividade



Fonte: O autor

Antes da implantação da ferramenta TPM as horas paradas por quebras correspondiam a 7,62% do tempo total após a implementação este valor caiu para 4,53% houve uma redução de 3,09%. Com relação às perdas devido a desvio de qualidade também houve uma redução 0,42% no período do estudo.

5 CONCLUSÕES

Durante este trabalho foi mostrado o desenvolvimento da manutenção durante os anos e como ela foi ganhando espaço no ambiente fabril, tornando-se fator estratégico para as organizações alcançar a produtividade. E como ela foi evoluindo por este período de tempo para suprir as necessidades do mercado cada vez mais competitivo e globalizado, e como essas diversas técnicas e métodos de manutenção podem ser aplicados na empresa.

A Manutenção Produtiva Total surgiu da necessidade de identificar e eliminar as perdas no processo produtivo devido à busca incessante pela produtividade. A implementação da ferramenta TPM, como de qualquer outro sistema, depende do comprometimento de todos os envolvidos para obter sucesso.

E treinamentos são primordiais para desenvolver uma consciência entre os colaboradores da fábrica para realizar a manutenção autônoma, cada um tomando conta de uma máquina ou equipamento como sua propriedade particular. Desta forma ocorrerá um menor número de paradas desnecessárias ou falhas no equipamento e assim promover a queda significativa dos custos e aumentos na produção.

De acordo com os resultados obtidos, é possível concluir e constatar que a implementação da ferramenta TPM foi um ganho para a empresa devido ao aumento da eficiência da linha de produção. Por meio desta foi possível levantar inúmeras anormalidades que poderiam futuramente gerar quebra e ociosidade na linha.

Foi utilizado o indicador OEE para identificar o quanto a linha de produção estava perdendo devido à falta de eficiência e por meio deste também foi verificado que o principal índice de ineficiência era a disponibilidade do equipamento devido às muitas horas paradas por quebras.

E com a implantação da ferramenta TPM houve um aumento em todos os índices do OEE, principalmente a disponibilidade do equipamento o que possibilitou um aumento na produtividade de 122 kg/hora. É de conhecimento de todos que para as organizações sobreviverem ao mercado atual, reduções de custos são imprescindíveis e a Manutenção Produtiva Total veio para auxiliar na competitividade organizacional.

REFERÊNCIAS

ADVANCED CONSULTING & TRAINING. **Sobre o TPM**. São Paulo, [20--]. Disponível em: <<http://www.advanced-eng.com.br/sobretpm.htm>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

ALVES QUINELLO, R.; NICOLETTI, J. R.. Inteligência Competitiva nos Departamentos de Manutenção Industrial no Brasil. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**. set.2004.

BROCHADO, Mariana Rodrigues; COSTA, Waldo Vieira; PITHON, Antônio José Caulliraux. Proposta de aplicação de ferramentas de colaboração apoiados por computadores na manutenção preditiva. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, VII, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Excelência em Gestão, 2011. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg7/anais/t11_0334_1951.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2015.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de termos de manutenção e confiabilidade**. 2. ed. Ciência Moderna, 2000.

GARRIDO, Santiago García. **Organización y gestión integral de mantenimiento**. España: Ediciones Díaz de Santos, 2004.

FERNANDES, A. R. **Manutenção Produtiva Total**: uma ferramenta eficaz na busca da perda-zero, 2005, 18p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Itajubá, 2005.

HANSEN, Robert C. **Eficiência global dos equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Tradução Altair Flamarion Klippel. Porto Alegre: Bookman, 2006.

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

MELLO, Carlos Henrique Pereira; TURRIONI, João Batista. **Metodologia da pesquisa em engenharia de produção**: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Apostila do curso de especialização em qualidade e produtividade. Universidade Federal de Itajubá: Itajubá, 2012. Disponível em: <http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila_Metodologia_Completa_2012.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2015.

MONCHY, François. A função manutenção: formação para a gerência da manutenção industrial. São Paulo: EBRAS/DURBAN, 1989.

MOUBRAY, John. **Reliability-Centered maintenance**. 2. ed. Oxford, 1997.

NAKAJIMA, Seiichi. **La maintenance productive totale (TPM)**. Traduzido por Yoko Sim, Christine Condominas e Alain Gómez. Paris, France: Afnor, 1989.

NEPOMUCENO, Lauro X. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1989.

PALMER, RICHARD. **Maintenance Planning and Scheduling Handbook**. Boston: Mcgray-Hill 1999.

PIRES, Fernando Andrade. **A importância da manutenção na gestão dos sistemas produtivos**. 2005. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em engenharia de controle e automação) – Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP – Escola de Minas, Ouro Preto, 2005. Disponível em:
<<http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2005/FERNANDO%20ANDRADE%20PIRES.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

PINTO, Alan K; XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro, Qualitymarck, 2001.

Saavedra, Marcel Alex. **O Uso da ferramenta da qualidade ciclo CAPCO em uma empresa de bebidas**. 2010. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco > CTG, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. 2010. Disponível em:
http://www.repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5426/arquivo517_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 08 nov. 2015.

SANTOS, Ana Carolina Oliveira; SANTOS, Marcos José. Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso. In: ENEGEP, 27, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** [Foz do Iguaçu]: ABREPO, [2007]. p. 1-10. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR570426_0265.pdf> Acesso em: 07 nov. 2015.

SHIROSE, Kunio. **TPM for workshop leaders**. Portland, Oregon: Productivity, Inc., 1992.

SUZUKI, Tokutaro. **TPM in process industries**. Tradução Productivity Press. 2. ed. New York: Productivity Press, 1994.

TENÓRIO, Fernando Guilherme. **Flexibilização organizacional, mito ou realidade?** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2000.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 2002.

XENOS, HarilausGeorgiusd'Philippus. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento gerência, 1998.

_____. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

WILLMOT, P. **Total QualitywithTeeth**. The TQM Magazine, MCB University Press, v. 6., n. 4, p. 48-50, 1994.

YIN, Robert (1994). **Case Study Research: Design and Methods**. 2ª. Ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

YOSHICAZEM, Okano. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 2002.