

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LOURENÇO DOS SANTOS DANTAS GOMES

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO NOS INDICADORES DE DESEMPENHO
DE UMA MÁQUINA AO IMPLEMENTAR OS TRÊS PRIMEIROS
PASSOS DA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2015

LOURENÇO DOS SANTOS DANTAS GOMES

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO NOS INDICADORES DE DESEMPENHO
DE UMA MÁQUINA AO IMPLEMENTAR OS TRÊS PRIMEIROS
PASSOS DA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, em Engenharia de Produção, do departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.^a. Ms. Ana Maria Bueno

PONTA GROSSA

2015



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

AVALIAÇÃO DO IMPACTO NOS INDICADORES DE DESEMPENHO DE UMA MÁQUINA AO IMPLEMENTAR OS TRÊS PRIMEIROS PASSOS DA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA.

Por

LOURENÇO DOS SANTOS DANTAS GOMES

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 03 de dezembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Ana Maria Bueno

Prof^ª. Msc. Ana Maria Bueno
Prof^ª. Orientadora

Joseane Pontes

Prof^ª. Dr^ª. Joseane Pontes
Membro titular

Yslene Rocha Kachba

Prof^ª. Dr^ª. Yslene Rocha Kachba
Membro titular

RESUMO

GOMES, Lourenço dos Santos Dantas. **Avaliação do impacto nos indicadores de desempenho de uma máquina ao implementar os três primeiros passos da metodologia de manutenção autônoma.** 2015. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

Os programas de melhoria contínua como o TPM, tem ganhado cada vez mais espaço no âmbito industrial na busca pela excelência através da redução das perdas/desperdícios. Este trabalho tem por objetivo avaliar o impacto nos indicadores de desempenho de uma máquina ao implementar os três primeiros passos da metodologia de manutenção autônoma. Para isto, será realizado um estudo de caso do desenvolvimento destas atividades em uma indústria multinacional do ramo alimentício, mais especificamente uma indústria cervejeira a qual está situada na cidade de Ponta Grossa – PR. Espera-se que com o desenvolvimento desta metodologia, seja obtido um impacto positivo nos indicadores de desempenho e de qualidade do equipamento de forma a evidenciar os benefícios da implementação da manutenção autônoma.

Palavras-chave: TPM. Manutenção Autônoma. Cervejaria. Melhoria Contínua. Indicadores de Desempenho.

ABSTRACT

GOMES, Lourenço dos Santos Dantas. **The impact assessment of machine performance indicators after implements the three first autonomous maintenance steps.** 2015. 41p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado Engenharia de Produção) - Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2015.

Continuous improvement programs such as TPM, has been gaining more and more space in the industrial sector aiming the excellence by losses / wastes reduction. This study aims to evaluate the impact on machine performance indicators after implement the three first autonomous maintenance steps. For this, it will be done a case study of the development of these activities in a multinational food industry, more specifically, a brewery which is located in the city of Ponta Grossa - PR. It's expected that with the development of this methodology, be obtained a positive impact on performance and quality equipment indicators to highlight the benefits of the implementations of autonomous maintenance

Keywords: TPM. Autonomous Maintenance. Brewery. Continuous improvement. Performance Indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Equação 1 – <i>Operational Performance Indicator</i>	41
Equação 2 – Perda por Pequenas Paradas	42
Equação 3 – Perda por Quebras.....	42
Equação 4 – <i>FTR Packaging</i>	43
Equação 5 – FTR Nível	45
Equação 6 – <i>Packaging Material Losses</i>	46
Equação 7 – Perda de Extrato	47
Equação 8 – Índice de Refugos	48
Figura 1 - Manutenção corretiva não planejada	15
Figura 2 - Manutenção preventiva.....	17
Figura 3 - Manutenção preditiva.....	19
Figura 4 - Falhas funcionais e suas causas	20
Figura 5 - EEM e “startup” vertical.....	23
Figura 6 - O triângulo eficiente da manutenção.....	29
Figura 7 - Desenvolvimento da manutenção autônoma	30
Figura 8 – Unidades de pasteurização.....	44
Figura 9 - Funil de transferência.....	56
Figura 10 - Sistema de limpeza dos transportes	58
Figura 11 - Bandejas dos transportes	59
Figura 12 – Acrílico da porta da recravadora	60
Figura 13 – Sensor de entrada da enchedora	60
Figura 14 – Falha no corte de pacotes.....	61
Figura 15 – Faixa de trabalho dos manômetros	62
Figura 16 – Gabarito de espessura de esteiras plásticas.....	62
Figura 17 – Lubrificação mancais do redutor e rolamento central.....	65
Figura 18 – Proteção do sistema de transmissão enchedora/recravadora	66
Figura 19 – Bicos Injetores.....	66

Gráfico 1 – HOC 2013.....	67
Gráfico 2 – HOC 2014.....	68
Gráfico 3 – Nível de enchimento da linha 4 em 2013.....	71
Gráfico 4 - Nível de enchimento da linha 5 em 2013.....	71
Gráfico 5 - Nível de enchimento da linha 4 em 2014.....	72
Gráfico 6 - Nível de enchimento da linha 5 em 2014.....	72
Gráfico 7 – Foreign gas da linha 4 em 2013	73
Gráfico 8 - Foreign gas da linha 5 em 2013	73
Gráfico 9 - Foreign gas da linha 4 em 2014	74
Gráfico 10 - Foreign gas da linha 5 em 2014	74
Gráfico 11 – % Refugo linha 4 em 2013.....	75
Gráfico 12 – % Refugo linha 5 em 2013.....	75
Gráfico 13 – % Refugo linha 4 em 2014.....	76
Gráfico 14 – % Refugo linha 5 em 2014.....	76
Quadro 1 - Indicadores de desempenho	39
Quadro 2 - Fontes de Sujeira	50
Quadro 3 - Locais de difícil acesso	51
Quadro 4 - Plano de limpeza resumido	52
Quadro 5 - Plano de inspeção resumido	57
Quadro 6 - Plano de lubrificação resumido	64
Quadro 7 - Indicadores linha 4	69
Quadro 8 – Indicadores linha 5	70

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EEM	<i>Early Equipment Management</i>
FTR	<i>First Time Right</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
MPT	Manutenção Produtiva Total
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i>
NR	Norma Regulamentadora
OPI	<i>Operational Performance Indicator</i>
PML	<i>Packaging Material Losses</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	11
1.1.1 Objetivo Geral.....	11
1.1.2 Objetivos Específicos.....	11
1.1.3 Justificativa	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO.....	13
2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	14
2.2.1 Manutenção Corretiva.....	14
2.2.2 Manutenção Corretiva não Planejada.....	14
2.2.3 Manutenção Corretiva Planejada.....	15
2.2.4 Manutenção Preventiva	16
2.2.5 Manutenção Preditiva	17
2.3 FALHAS.....	19
2.4 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL	21
2.4.1 Pilares do TPM	22
2.4.2 Pilar Controle Inicial	23
2.4.3 Pilar TPM em Escritórios	24
2.4.4 Pilar Segurança	24
2.4.5 Pilar Educação e Treinamento.....	25
2.4.6 Pilar Manutenção Planejada	25
2.4.7 Pilar Melhoria Específica	26
2.4.8 Pilar Manutenção da Qualidade.....	27
2.4.9 Pilar Manutenção Autônoma.....	28
2.4.9.1 Metodologia Manutenção Autônoma.....	29
2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO.....	34
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	37
3.2 INDICADORES	39
3.2.1 Identificação, definição e análise dos indicadores (Revisão).....	39
3.2.2 Higiene Organização e Limpeza (HOC).....	40
3.2.3 Operational Performance Indicator (OPI).....	41
3.2.4 FTR Packaging	42
3.2.5 FTR PQI.....	43
3.2.6 FTR UP	44
3.2.7 FTR Filling Level	44
3.2.8 FTR Foreign Gas	45
3.2.9 Packaging Material Losses	46

3.2.10 Perda de Extrato	46
3.2.11 Refugio	47
4 DESENVOLVIMENTO.....	49
4.1 DESENVOLVIMENTO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA	49
4.1.1 Manutenção Autônoma passo 01	49
4.1.2 Manutenção Autônoma passo 02	54
4.1.3 Manutenção Autônoma passo 03	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
6 CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

O mercado global tem se tornado cada vez mais competitivo. Trabalhar com o foco exclusivo no menor custo não pode ser mais considerado como um fator necessariamente positivo. O ideal é que se encontre um equilíbrio entre o custo, qualidade, valor agregado, dentre outros que interfiram na percepção do produto ou serviço, já que os clientes também têm se tornado cada vez mais exigente.

Um dos fatores que contribuem nesta composição de indicadores relacionados ao produto e/ou serviço são as perdas não inerentes ao processo. Estas perdas são aquelas cuja ocorrem por falhas/ineficiências ocorridas no processo produtivo e administrativo, mas que podem ser eliminadas.

Neste sentido, ganham força os programas de melhoria contínua tais como o *Total Productive Maintenance* (TPM) que busca a erradicação das perdas não só nos processos produtivos como também nos administrativos. De acordo com o JIPM (Instituto Japonês de Manutenção da Planta), o TPM pode ser definido como: “Uma forma de gerenciamento que busca a eliminação contínua das perdas, obtendo a evolução permanente da estrutura pelo constante aperfeiçoamento das pessoas, dos meios de produção e da qualidade dos produtos e serviços”. (JIPM-S, 2005)

Algumas características evidenciam a forma com que o TPM trabalha como, por exemplo: a integração das políticas voltadas para a eficiência global dos equipamentos; a busca pela economicidade através da confiabilidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos que são geradas pela manutenção por meio da prevenção de falhas; o envolvimento de todas as pessoas, com principalmente os operadores atuando nas atividades de manutenção.

Desta forma, uma das principais atividades desenvolvidas através do TPM é a de manutenção autônoma. Esta não é uma tipologia da manutenção, mas sim, uma forma de se trabalhar com ela através do envolvimento da operação e da manutenção com o objetivo de não só maximizar a eficiência global dos equipamentos, bem como desenvolver as pessoas.

Em suma, a manutenção autônoma atua principalmente nas perdas geradas pelo excesso de sujidades entre os componentes, problemas relacionados a não inspeção e reaperto, e também à lubrificação.

Neste sentido, este trabalho busca responder a seguinte pergunta: qual o impacto nos indicadores de desempenho de uma máquina ao implementar os três primeiros passos da metodologia de manutenção autônoma?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem por objetivo geral avaliar o impacto nos indicadores de desempenho de uma máquina ao implementar os três primeiros passos da metodologia de manutenção autônoma.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja atendido, faz-se necessário:

- Descrever a aplicação da metodologia Passo 01 (limpeza), Passo 02 (inspeção), Passo 03 (lubrificação) de manutenção autônoma em uma máquina enchedora de bebidas.
- Definir os indicadores de desempenho a serem avaliados através da identificação dos indicadores da linha e então definição dos indicadores relacionados à máquina.
- Comparar os indicadores antes e depois da implementação da metodologia durante o período de um ano.

1.1.3 Justificativa

Este trabalho faz se importante visto que um dos principais itens que estão envolvidos no indicador de Eficiência Global que é abordado pelo TPM é o de desempenho operacional. Este desempenho é diretamente impactado pelas pequenas paradas e perdas de velocidade que, por sua vez, são impactadas pelas atividades de manutenção autônoma.

De acordo com Kodali e Chandra (2001), o TPM através da manutenção autônoma trata a manutenção do equipamento como responsabilidade de todos,

com o objetivo não só de prevenir falhas, mas potencializar os resultados do equipamento.

Outro fator importante é que, as falhas incessantes no processo fazem com que a operação se desvincule das suas atividades principais para atuar com atividades não planejadas de forma a prevenir ou resolver pequenas paradas. Desta forma, aumenta-se a saturação da operação com atividades que não agregam valor.

É Takahashi & Osada (1993) quem afirma que através da manutenção autônoma é possível reduzir custos com pessoal de manutenção e ainda sim aumentar a vida útil do equipamento. Isto se deve ao fato de levar as rotinas diárias de limpeza, inspeção e lubrificação para os operadores.

Por último e não menos importante, o TPM por meio da manutenção autônoma, trás benefícios não só aos processos produtivos, mas também as pessoas envolvidas através do desenvolvimento de suas habilidades e competências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

O termo manutenção começou a ser abordado a partir da mecanização das indústrias no fim do século XIX quando surgia também a necessidade dos primeiros reparos. Ao longo dos anos, os conceitos ou formas com que a manutenção era abordada foram mudando significativamente.

Atualmente é claro o conhecimento da importância que a manutenção tem na garantia da produtividade de uma linha de produção, entretanto, por muito tempo ele foi negligenciada. Resende e Dias (2014) abordam em seus estudos que historicamente a manutenção era relacionada a altos custos e, portanto, se necessário, era um dos primeiros itens a ser excluído do escopo de trabalho.

De acordo com Kardec e Nascif (2003) e Xenos (1998) a história da manutenção pode ser dividida em três grandes gerações.

A primeira geração ocorreu até a segunda guerra mundial, período em que a indústria ainda era pouco mecanizada, os equipamentos eram superdimensionados, e, por ser simples, o reparo também era facilitado. Neste período, o conceito de disponibilidade dos equipamentos e a prevenção de falhas ainda não eram evidentes, sendo assim executavam apenas atividades básicas de limpeza, lubrificação e reparos, sendo o último apenas após as quebras.

A partir da segunda guerra mundial, a manutenção preventiva efetivamente começa se desenvolver mais intensamente. Este foi um período em que, impulsionada pela demanda por todos os tipos de produtos a complexidade das instalações industriais aumentou significativamente. Neste sentido, reparos não eram mais tão simples de ser executados, e para garantir uma produtividade que fosse compatível com as demandas iniciaram o desenvolvimento de planos de manutenção preventiva. Assim, as intervenções eram realizadas em intervalos fixos e de certa forma, conseguiam um bom funcionamento das máquinas.

A terceira geração ficou caracterizada não só pela manutenção dos padrões já estabelecidos na segunda geração, mas com tudo isso aliado à preservação do ambiente, maior segurança e maior qualidade. Desta forma, o aumento da vida útil dos equipamentos e também uma maior automação se viam necessárias.

2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

2.2.1 Manutenção Corretiva

Para Moubray (1997) este tipo de manutenção é caracterizado pela correção de uma falha que esteja em processo de ocorrência ou já ocorrida.

A ABNT (1994, pg.7) reforça esta ideia quando diz que: “a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”.

De acordo com Kardec e Nascif (2003) a manutenção é dita corretiva quando a atuação da manutenção é para a correção de uma falha ou de uma perda de desempenho. Ainda segundo Kardec e Nascif (2003) a manutenção corretiva pode ser dividida em planejada e não planejada. Apesar de ser mais cômodo esperar a falha acontecer para então iniciarmos um processo de reparo, este pode não ser o mais econômico.

2.2.2 Manutenção Corretiva não Planejada

Certamente, quando falamos que a manutenção deve contribuir para a competitividade industrial, podemos afirmar que este modelo não está nem perto do ideal das necessidades atuais.

Esta tipologia é a correção da falha de maneira aleatória, ou seja, não existe qualquer tipo de planejamento para a correção da falha em si. Sendo assim, apesar de muitas vezes o custo da manutenção ser barato, a perda de produtividade pelo equipamento parado até a retomada das condições básicas torna-o muito mais caro.

Pinto e Xavier (1999) abordam o conceito de manutenção corretiva não planejada como sendo a intervenção da manutenção em algum fato já ocorrido que esteja relacionado a uma perda de desempenho, ou, uma falha propriamente dita.

Na Figura 1, podemos ver um esquema simples de manutenção corretiva não planejada cujo demonstra a perda de desempenho de um equipamento e o intervalo de manutenção corretiva não planejada.

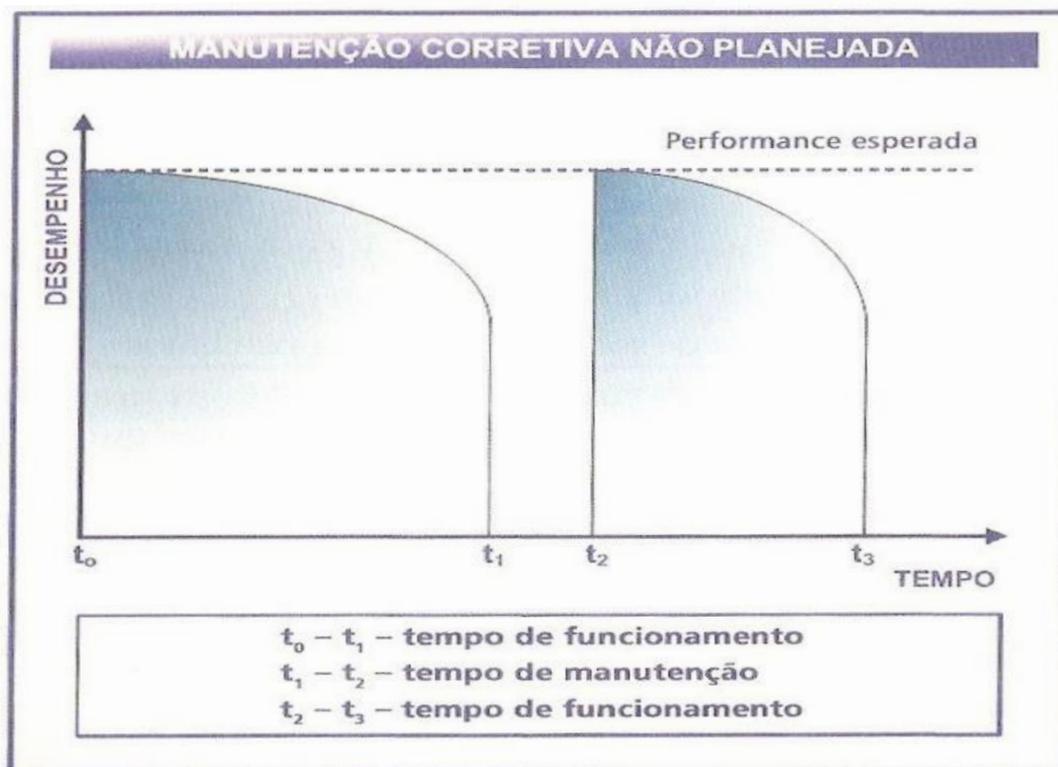


FIGURA 1 – Manutenção corretiva não planejada

Fonte: Kardec e Nascif (2003)

2.2.3 Manutenção Corretiva Planejada

Ao contrário da corretiva não planejada, esta, não acontece de maneira aleatória. Neste caso, segundo Pinto e Xavier (1999) a atuação é dada por uma decisão gerencial de operar até a quebra ou até mesmo por um acompanhamento preditivo.

Analisando por esta lógica, devemos ter claro então que o fato de utilizarmos um acompanhamento ou manutenção preditiva em um equipamento/componente, de forma alguma fica descaracterizado a manutenção corretiva planejada, visto que ela apenas dá condição para que haja um planejamento para a intervenção no equipamento.

Para Kardec e Nascif (2003) sua principal característica é a função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento.

Para Carreira, Silva e Caneira (2010) este tipo de manutenção planejada permite intervenções mais baratas, mais seguras e mais rápidas que a manutenção corretiva não planejada.

2.2.4 Manutenção Preventiva

À medida que a necessidade por uma maior produtividade foi tomando proporções maiores, surgiu a necessidade de evoluir um pouco quanto à visão da importância da manutenção. Desta forma, paradas tão grandes para manutenção já não eram tão bem vistas, e passamos a atuar com o conceito de manutenção para a prevenção da falha. Assim, não só o tempo e o custo de manutenção eram reduzidos pelo fato de existir um planejamento prévio a atuação, mas também os resultados quanto ao desempenho dos equipamentos melhoraram.

A ABNT (1994) através da norma NBR 5462 define a manutenção preventiva como “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Xenos (1998) ressalta que ao compararmos apenas o custo desta tipologia de manutenção, com o custo da manutenção corretiva, a primeira é mais cara visto que as peças e os componentes devem ser trocados/reformados antes de atingirem seus limites de vida. Por outro lado, não se pode deixar de lado o fato de que a frequência da ocorrência de falhas diminui e a disponibilidade do equipamento aumenta.

Um dos indicadores que condicionam uma boa manutenção preventiva e, mencionado por Tavares (2001), é o *Mean time between failure* (MTBF) ou Tempo Médio Entre falhas. Desta forma, tendo o conhecimento do tempo médio para uma falha ocorrer, existe a condição de se antever e evitar com que a falha ocorra, ou que até mesmo decida por uma manutenção corretiva planejada.

Para Arato (2004) a manutenção preventiva aplicada varia muito entre as áreas. De acordo com ele, alguns abordam apenas pequenos ajustes e lubrificações para todos os equipamentos, já outros separam o programa por máquinas críticas, dando melhor condição para o direcionamento como um todo da manutenção.

Slack et al. (1999) afirma que o objetivo da manutenção preventiva é reduzir ou até mesmo eliminar a probabilidade de falha por manutenção em intervalos planejados. Estas atividades de manutenção incluem não só a restauração física do equipamento, mas também atividades de limpeza, lubrificação e verificação.

A figura 2 mostra claramente a ideia de como ocorre a manutenção preventiva, desde a perda de desempenho até as manutenções preventivas propriamente ditas e também a manutenção corretiva não planejada.

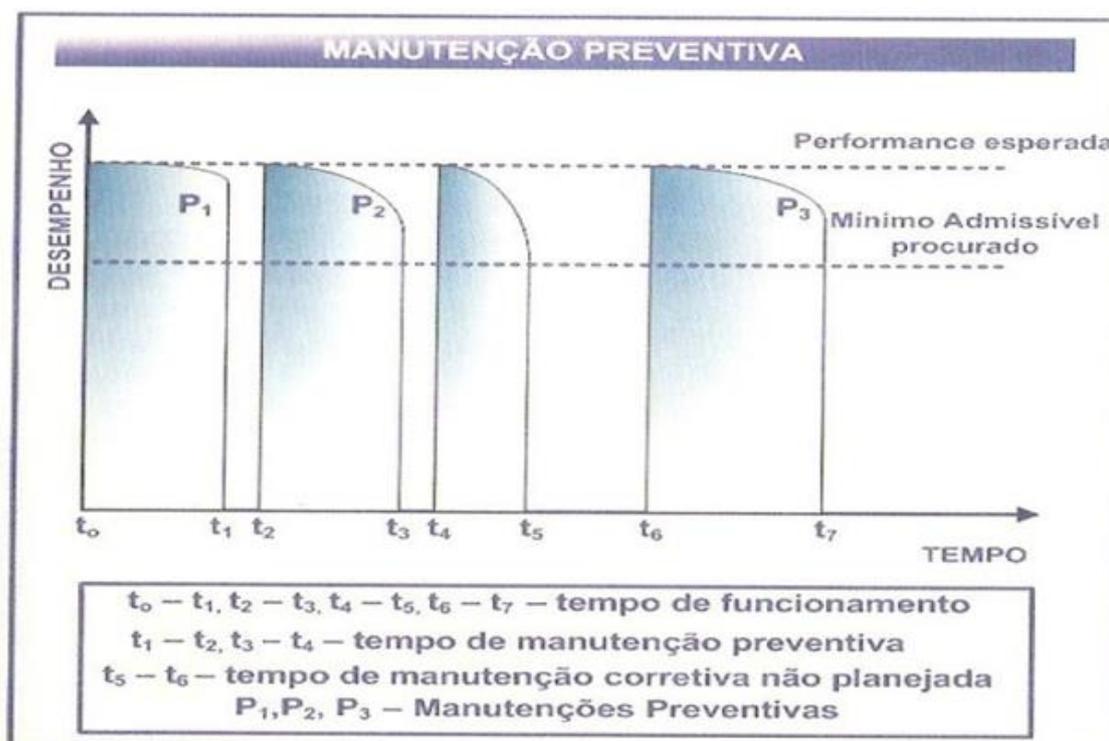


FIGURA 2 – Manutenção Preventiva

Fonte: Kardec e Nascif (2003)

Através da figura 2, podemos perceber que mesmo com a manutenção preventiva, como o acompanhamento não é feito em tempo real, mas apenas em períodos frequentes, não exime a possibilidade da ocorrência de uma falha inesperada que acarrete uma manutenção corretiva não planejada.

2.2.5 Manutenção Preditiva

As técnicas de Manutenção preditiva, devido ao uso de tecnologia avançada, costuma ser tratada de forma diferenciada dentro das empresas (XENOS, 1998).

Segundo Rodrigues (2003) a adoção desta modalidade surgiu na década de 40 ganhando forças na década de 90 com o desenvolvimento e o aumento no nível de automação dos sistemas industriais.

A manutenção preditiva ou manutenção sob condição, é abordada por Kardec e Nascif (2003) como “a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de CONDIÇÃO ou DESEMPENHO, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. Desta forma podemos dizer que o seu objetivo está focado na prevenção das falhas nos equipamentos através do acompanhamento de parâmetros diversos que traduzam a sua condição.

Este tipo de manutenção, não pode ser aplicado a qualquer equipamento. Para Kardec e Nascif (2003) além de o equipamento ter que permitir algum tipo de monitoramento/medição, este deve merecer esse tipo de ação tendo em vista os custos envolvidos no acompanhamento periódico e a instalação de sistemas de monitoramento contínuo. Ainda Kardec e Nascif (2003) ressaltam a importância de que ao definir a utilização da manutenção preditiva, deve ser estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico sistematizado.

Apesar de parecer muito custosa, se aplicada aos equipamentos realmente necessários, obtemos redução de custos de troca de peças pelo maior aproveitamento da vida útil do equipamento, ganhos em termos de segurança, e redução na ocorrência de falhas não esperadas que acabem compensando a sua utilização.

É válido ressaltar que, a necessidade de um acompanhamento, análise e diagnóstico sistematizado, por sua vez, geram também a necessidade de uma mão de obra mais qualificada. Caso contrário, existe um sério risco de os registros de informações do acompanhamento da manutenção não produzir qualquer ação que vá surtir efeito significativo.

A figura 3 esboça o esquema de manutenção preditiva elaborado por Kardec e Nascif (2003).

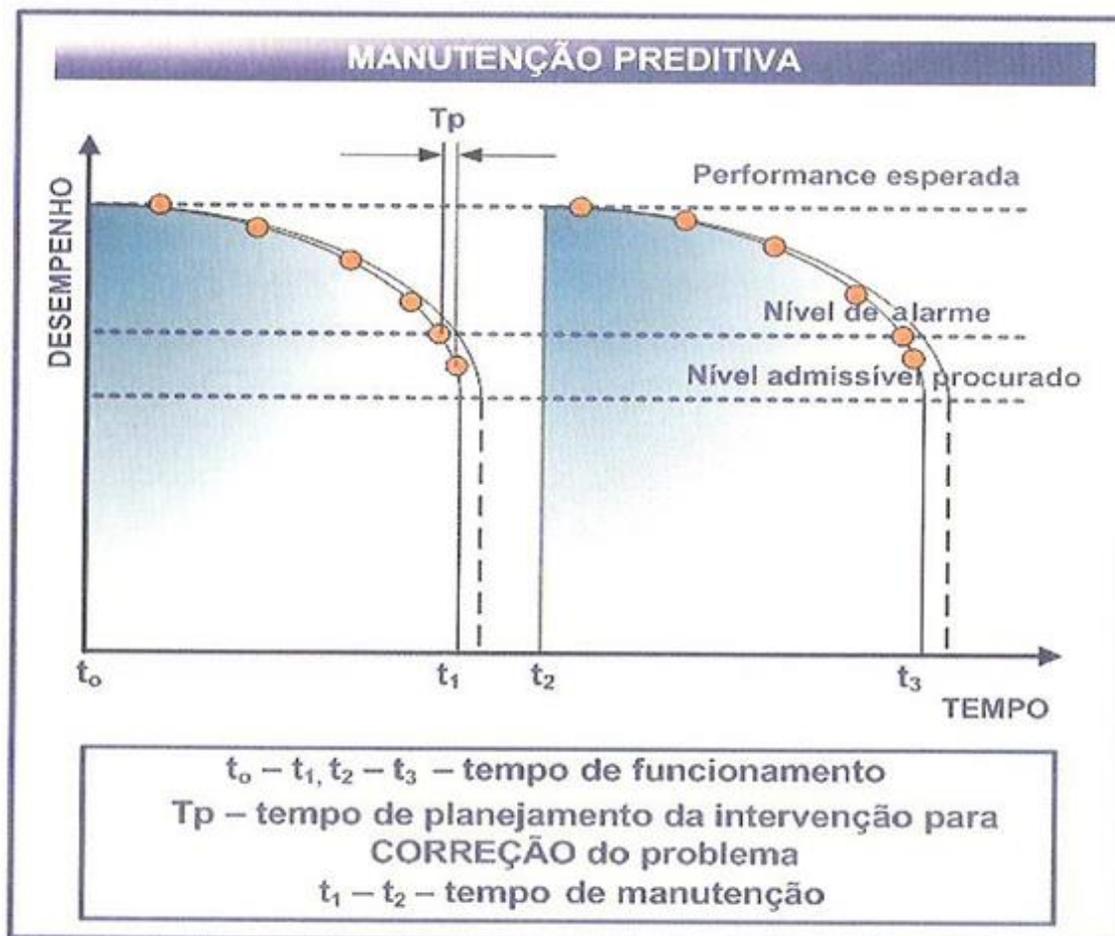


FIGURA 3 – Manutenção Preditiva

Fonte: Kardec e Nascif (2003)

Através da figura 3, podemos perceber a importância do acompanhamento preditivo principalmente para componentes considerados críticos. Fica claro como a manutenção preditiva atua na prevenção de falhas não planejadas que possam causar danos significativos não só quanto ao tempo parado para manutenção, mas aquisições de componentes de forma imediata, e danos em outros componentes que façam parte do mesmo sistema por exemplo.

2.3 FALHAS

Todo produto ou componente é planejado para executar uma função, e esta por sua vez, têm padrões especificados para cada uma delas. Toda via, é natural que ao decorrer do tempo este produto ou componente vá perdendo aos poucos a sua capacidade de desempenhá-la, apresentando então falhas.

A norma NBR 5462-1994 apresenta a falha como sendo:

“o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, quando o item deverá ser reparado ou substituído”. (NBR 5462-1994)

Junior (2013) define falha como sendo a incapacidade de um produto atender a um padrão de desempenho pré-estabelecido ou até mesmo a cessação de sua função requerida.

As falhas podem ocorrer por diversos fatores e de acordo com Xenos (1998) as causas fundamentais das falhas podem ser atribuídas à lubrificação inadequada; operação incorreta; sujeira, objetos estranhos e condições ambientais desfavoráveis e folgas.

Um esquema que relacionam as causas e a falha funcional pode ser visto na figura 4.



FIGURA 4 – Falhas funcionais e suas causas

Fonte: Junior (2013)

O fato de em todas as falhas acontecem de maneira repentina, mas sim, serem desenvolvidas ao longo do tempo faz surgir a necessidade da diferenciação de falha funcional e falha potencia ou falha parcial e falha total.

Neste sentido Fogliatto e Ribeiro (2009) definem a falha potencial como aquela que apresenta de forma parcial a perda da função com base no padrão de

desempenho estabelecido servindo como um indicativo de que a falha funcional está para ocorrer ou em processo de ocorrência.

Xenos (1998) reforça o conceito de falha potencial ao dizer que existem dois períodos de tempo entre as falhas, sendo o primeiro aquele entre a condição normal até o primeiro sinal de uma falha (falha potencial), e o segundo entre o primeiro sinal de uma falha até a sua ocorrência (falha funcional).

Moubray (2000) aborda as falhas funcionais como sendo, funcional parcial e funcional total. De acordo com ele, a falha parcial é aquela que apesar do componente estar falhando ele ainda está atuando de maneira a não ultrapassar os limites de tolerância requeridos pelo usuário. Já a falha total é aquela que o componente pode até estar em funcionamento, entretanto, com desempenho fora dos limites de tolerância requeridos pelo usuário.

2.4 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

O TPM ou Manutenção produtiva total originou no Japão através de uma empresa pertencente ao grupo Toyota na década de 70.

Nakajima (1988) define o TPM como “manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”.

Mckone et al. (2001) em seu artigo que discute o impacto da aplicação da metodologia TPM na performance da manufatura diz que, o TPM é uma metodologia em que através do envolvimento das pessoas e da atuação destas durante toda a vida útil do equipamento, consegue-se a maximização da eficiência dos equipamentos.

Analisando as citações do Nakajima (1988) e do Mckone et al. (2001), fica claro que uma das principais chaves para o sucesso da metodologia é o envolvimento das pessoas e não apenas o foco no equipamento. É válido ressaltar que, quando é tratado dentro do TPM o termo “envolvimento das pessoas”, não faz referência apenas aos operadores, mas também a alta direção.

Tondato e Fogliatto (2005) afirmam que o TPM através de pequenos grupos de atividades busca-se a erradicação das perdas e por consequência a maximização da eficiência em todos os processos.

De acordo com Kardec e Nascif (2003), o TPM tem como principal objetivo a maximização da eficiência não só dos equipamentos, mas da empresa como um todo, através principalmente do desenvolvimento das pessoas e melhorias que vão sendo incorporadas aos processos.

Takahashi (1993) aborda o TPM como “Campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima dos equipamentos, utilizando a filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento”.

No que diz respeito à manutenção, Bôas (2005) avalia a Manutenção Produtiva Total (MPT) como uma metodologia de grande impacto na redução dos custos globais da manutenção através da autonomia da operação quando atividades de limpeza, lubrificação e prevenção de focos e sujeira.

Por fim, o JIPM (*Japan Institute of plant maintenance*) diz que:

“O TPM é um método de gerenciamento da produção cujo tem sido desenvolvido no Japão ao longo das últimas décadas. Com a produção como o seu foco, tem sido envolvida em um programa cujo abrange quase todos os aspectos operacionais de uma companhia. O TPM cria uma cultura corporativa cuja se esforça constantemente para eliminar as perdas através de pequenos grupos de atividades.” (JIPM-S, 2015)

2.4.1 Pilares do TPM

O JIPM em sua abordagem do TPM propõe a divisão deste em 8 pilares que ficam cada qual com sua responsabilidade e/ou forma de atuação para atingir maior eficiência produtiva da companhia, sendo eles: Melhoria específica, manutenção autônoma, manutenção planejada, capacitação e treinamento, controle inicial do equipamento, manutenção da qualidade, TPM em escritórios, segurança e meio ambiente. Como se trata de uma proposta, a adesão ou não de todos estes pilares é opcional e de decisão da alta gerência.

2.4.2 Pilar Controle Inicial

Para garantir que projetos sejam implementados com a eficiência e no tempo previsto, é necessário um planejamento para evitar que problemas inesperados aconteçam principalmente durante as fases de execução.

Pascoali e Pascoali (2009) diz que este pilar é responsável pelo planejamento detalhado de qualquer tipo de projeto de forma a garantir total atendimento aos requisitos determinados no mesmo.

Ainda Pascoali e Pascoali (2009) associam este pilar à ferramenta EEM que tem por objetivo antever problemas e dificuldades que possam vir a ter durante a implementação de projetos de produto e equipamentos para que tenha um “*startup*” vertical.

O conceito do Early Equipment Management (EEM) e “*startup*” vertical pode ser visto através da figura 5.

Suzuki (1994) contribui com a ideia de que o pilar de controle inicial tem por objetivo alcançar de forma eficiente todas as atividades do projeto garantindo assim uma partida vertical.

No mesmo sentido Ribeiro (2003) aborda o objetivo do pilar de controle inicial como sendo a garantia de máxima eficiência durante a aquisição de novos equipamentos e/ou projetos.

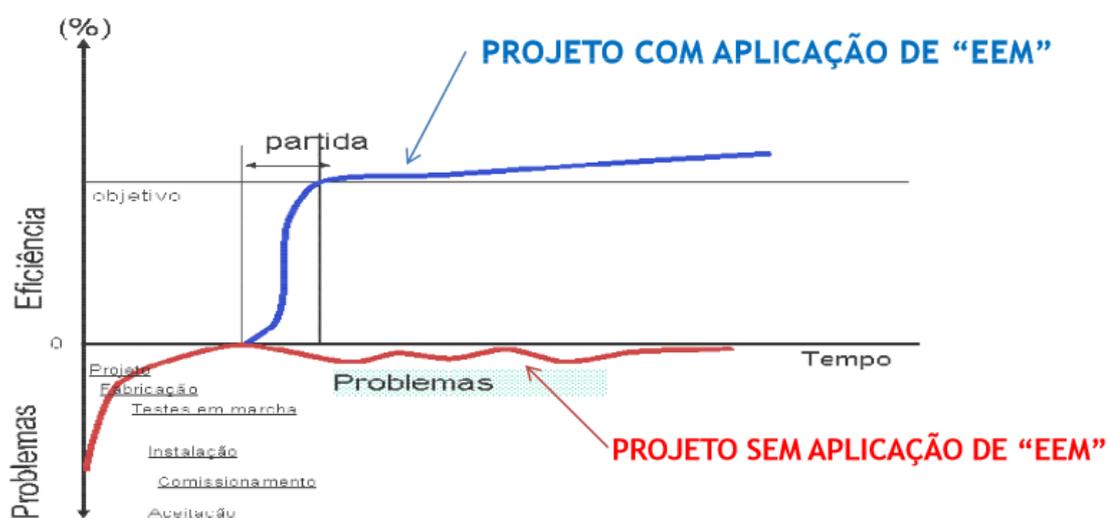


FIGURA 5 – EEM e “*Startup*” vertical

Fonte: Pascoali e Pascoali (2009)

2.4.3 Pilar TPM em Escritórios

O objetivo do TPM não está voltado apenas para a eficiência dos equipamentos. A velocidade e a qualidade com que as informações são tratadas dentro de uma organização também tem se tornado cada vez mais importante. Podemos dizer que, uma informação de má qualidade ou trabalhada de maneira inadequada, pode acarretar em tomadas de decisão incoerentes com a realidade da organização e prejudicar o processo produtivo.

Neste sentido Ribeiro (2003) afirma que a principal função deste pilar é otimizar os processos administrativos através da redução de perdas que são provenientes da geração ou transmissão de informações.

Da mesma forma, Furlan e Leão (2010) quem diz que as atividades deste pilar são capazes de melhorar a velocidade da tomada de decisão através da redução do *lead time* da informação e por consequência melhora o nível de qualidade dos serviços prestados como venda e assistência pós venda.

Shinotsuka (2001) ressalta que apesar deste pilar não envolver os departamentos de produção propriamente ditos, a atuação na qualidade e precisão da informação afeta diretamente as atividades destes departamentos.

2.4.4 Pilar Segurança

O indicador de segurança é um item de suma importância para o acompanhamento dentro das indústrias. A busca não só por “acidentes zero”, mas também por “incidente zero” torna-se cada vez mais evidente no âmbito industrial visto que, trás não só benefícios para a saúde física dos colaboradores, mas também para a saúde mental e clima organizacional das empresas.

De acordo com Furlan e Leão (2010), o pilar de segurança e meio ambiente atua com objetivo da criação de um ambiente de trabalho e processos com zero acidente e também, na utilização sustentável dos recursos ambientais e impactos gerados pelo processo.

Kardec e Nascif (2003) resumem o pilar de segurança e meio ambiente como aquele responsável pelo “estabelecimento de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente”.

2.4.5 Pilar Educação e Treinamento

O papel do pilar de educação e treinamento (é) fundamental para o TPM visto que, de nada adianta implementar melhorias ou desenvolver tecnologias se a organização não dispõe de pessoas capacitadas o suficientes que possam garantir que as condições melhoradas serão mantidas.

Ribeiro (2003) define este pilar como sendo aquele que tem o objetivo de tornar as pessoas capazes de atuar com pleno desempenho de suas atividades através do desenvolvimento de um sistema que possua clima transparente e motivador.

Com um pensamento convergente ao último, Furlan e Leão (2010) dizem que este pilar busca a prevenção de problemas que são provenientes de falta de capacitação através do treinamento rotineiro das pessoas em suas respectivas funções.

Por fim, Shinotsuka (2001) ressalta que para que o objetivo deste pilar seja alcançado com sucesso, os treinamentos não devem ser realizados de maneira aleatória, mas sim, baseado em uma matriz de habilidades que constam as necessidades e os *gaps* de cada colaborador envolvido no processo.

2.4.6 Pilar Manutenção Planejada

Historicamente a manutenção passou por um processo de evolução constante. Durante um determinado período, a manutenção foi considerada como uma atividade custosa que não representava retorno significativo e, atualmente contempla uma das chaves para o sucesso das indústrias no que diz respeito à eficiência e disponibilidade dos equipamentos bem como o “*saving*” gerado.

Para tanto, Branco (2004) define o pilar de manutenção planejada como aquele responsável por reduzir os custos da manutenção através da garantia da confiabilidade dos equipamentos.

Neste sentido Nakajima (1989) afirma que manutenção planejada deve ter o controle das atividades que dizem respeito à manutenção preventiva planejada com objetivo de otimizar continuamente a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos.

De acordo com Furlan e Leão (2010) é através da utilização de boas práticas de manutenção que este pilar garante o desempenho das funções do equipamento de forma que esteja dentro dos padrões do processo onde está inserido.

2.4.7 Pilar Melhoria Específica

As melhorias nas indústrias em geral têm como objetivo eliminar as perdas dos processos produtivos de forma a otimizar a eficiência global dos equipamentos. O fato é que as melhorias normalmente executadas de maneira aleatória nos processos não são capazes de garantir a eficiência que as indústrias desejam.

Sendo assim, Suzuki (1994) afirma que o pilar de melhoria específica vem para diferenciar sistematicamente suas melhorias das melhorias contínuas realizadas diariamente. De acordo com ele, esta sistemática se caracteriza pela disponibilização de recursos e a execução de atividades por pequenos grupos de melhoria cuidadosamente planejadas e supervisionadas.

Segundo Almeida e Souza (2001) o pilar de melhoria específica ou melhoria focada trabalha buscando a melhoria dos equipamentos tendo sempre como objetivos: eficiência máxima, utilização total de suas funções e capacidades.

Kardec e Nascif (2003) vão um pouco além à definição deste pilar. De acordo com eles, o pilar de melhoria específica tem o foco na melhoria global do negócio, sendo esta, relacionada ao aumento do rendimento, vida útil das instalações, confiabilidade dos equipamentos, velocidade e disponibilidade. Estes itens são consequências da atuação do pilar em problemas relacionados à vibração, ruído, consumo de energia, interrupções, entre outros.

Ribeiro (2010) trata este pilar como aquele cujo objetivo é potencializar os resultados da organização através da aplicação de técnicas de solução de problemas minimizando assim, as perdas paralelas de um sistema produtivo ineficiente. Ainda Ribeiro (2010) ressalta que durante a aplicação destas técnicas, é importante que tenha o envolvimento de pessoas de diferentes áreas ou funções de forma que a visão não seja unilateral.

2.4.8 Pilar Manutenção da Qualidade

A qualidade dos produtos e serviços tem sido cada vez mais valorizada pelos clientes, portanto, a análise para eliminação das condições do processo que interfiram na qualidade do produto torna-se inevitável.

Neste sentido, é o Falconi (1999) quem diz que o fator qualidade na tomada de decisão de compra pelo consumidor envolve:

“a qualidade do produto ou serviço (ausência de defeitos e presença de características que irão agradar o consumidor), a qualidade da rotina da empresa (previsibilidade e confiabilidade da informação), a qualidade das pessoas, a qualidade das pessoas, a qualidade da empresa, da administração, dos objetivos...” (FALCONI, 1999, p. 14)

Neste sentido Furlan e Leão (2010) tratam este pilar como a alteração do conceito de controle da qualidade através do produto para controle da qualidade do processo.

Castro et al. (2014) diz que o pilar da manutenção da qualidade é aquele que “visa melhorar a qualidade (tendência a zero defeito), envolvendo a análise e o melhoramento dos comportamentos de quem opera, da gestão dos materiais, dos métodos laborais e da gestão das máquinas.”

Dutra (2015) enfatiza que “O pilar Manutenção da Qualidade (Hinshitsu Hozen) tem como objetivo atuar na eliminação das perdas relativas à qualidade do equipamento, estabelecendo condições nos equipamentos que não produzam defeitos no produto final.”

2.4.9 Pilar Manutenção Autônoma

A filosofia da manutenção autônoma consiste na divisão do trabalho entre manutenção e operação, podendo ser considerada como uma das primeiras quebras de barreira entre as duas funções. Sua principal ideia é levar o espírito de senso de propriedade da máquina/posto de trabalho, ou seja, é fazer com que a operação se sinta “dona” e cuide da própria máquina.

Kardec (2002, p.43) ressalta que “a manutenção autônoma consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos e a habilidade de inspecionar e detectar problemas em fase incipiente, e até realizar pequenos reparos, ajustes e regulagens”.

Os principais objetivos da manutenção autônoma são o desenvolvimento da capacidade técnica das pessoas que estão na operação e por consequência, o restabelecimento e garantia das condições básicas do equipamento onde os mesmos trabalham além de é claro, a contínua melhoria nos processos. Isto pode se dar através de melhorias físicas ou até mesmo nos padrões de operação.

Neste sentido, Xenos (1998) diz que uma das maneiras de conseguir aumentar o tempo de funcionamento do equipamento e com baixo custo é através da capacitação dos operadores para que eles possam detectar as anomalias dos equipamentos, seja através dos sentidos humanos ou do uso de instrumentos.

Hartmann (1992) afirma que alguns dos principais benefícios que são obtidos através da aplicação da manutenção autônoma são: redução de falhas e seus custos, principalmente pela drástica redução/eliminação de pequenas paradas e do tempo de reparo.

Em seu livro, Xenos (1998) afirma que a eficiência das ações preventivas da manutenção, estão diretamente relacionadas aos elementos do “triângulo da manutenção eficiente” proposto por Masao Umeda como mostrado na figura 6.



FIGURA 6 – O triângulo eficiente da manutenção

Fonte: Xenos (1998)

A figura 6 de forma resumida quer dizer que uma manutenção eficiente não é obtida através apenas do trabalho do setor de manutenção. Devemos levar em consideração o trabalho realizado pelos operadores ou manutentores autônomos que também atuam diretamente na prevenção e tratativa das falhas. Desta forma, a cooperação entre ambos se torna a base da manutenção eficiente.

2.4.9.1 Metodologia Manutenção Autônoma

De acordo com Takahashi e Osada (2000), existem três tipos principais de problemas que ameaçam causar pequenas paradas, imediatas ou inevitáveis do equipamento, e até mesmo afetar a qualidade do produto. São elas: Acúmulo de sujeira e resíduos; Falta de Lubrificação/vazamento de óleo; Folga e oscilação de peças; e são nestes exatos pontos os focos de atuação da manutenção autônoma.

A metodologia de manutenção autônoma contempla o desenvolvimento de atividades que além de atuar diretamente nestas causas, capacitam à operação e tornam-nos cada vez mais autônomos quanto aos seus postos de trabalho. Pode-se verificar um esquema da metodologia de evolução da manutenção autônoma na figura 7.



FIGURA 7 – Desenvolvimento da manutenção autônoma

Fonte: Solving EFESO (2011)

A figura 7 representa claramente o resultado em conjunto relacionado ao desenvolvimento da manutenção autônoma. O Objetivo é que as máquinas se desenvolvam através do desenvolvimento dos operadores, e não o contrário.

Os três primeiros passos para as máquinas que envolvem os itens de limpeza inspeção e lubrificação estão fortemente sustentados pelo 5s, metodologia esta que surgiu para possibilitar um ambiente de trabalho adequado, onde as perdas geradas por estoques, tempo de procura, energia, defeito, segurança, dentre outros fossem reduzidas a zero.

De acordo com Mckone et al.(2001) a manutenção autônoma desenvolve rotinas de limpeza, inspeção e lubrificação e desta forma, simultaneamente se tornam capacitados para encontrar e resolver anomalias.

Para Dias (1997), o 5s é uma ferramenta que auxilia a organização e a limpeza do equipamento, sendo cada “S” uma palavra Japonesa que significam: organização, ordenação, limpeza, limpeza pessoal e disciplina.

A mudança de comportamento está relacionada à percepção da importância que é dada pela operação para as atividades relacionadas aos três primeiros passos para as máquinas. É muito comum no início ouvir dizer que a limpeza não é importante, que uma pequena avaria que não pare a produção também não é importante, e tão pouco que estas atividades fazem parte do trabalho da produção.

De acordo com Shirose et al. (1999) os três primeiros passos da manutenção autônoma estão voltados para restaurar as condições básicas do equipamento e garantir que esta condição se mantenha.

Nakazato (1998) aborda o passo 01 de manutenção autônoma como sendo o momento em que são desenvolvidas as atividades de: “Eliminar o lixo e sujeira que se formam junto aos equipamentos, lubrificação, reaperto de peças, identificação de problemas nos equipamentos e realização dos respectivos reparos”.

O passo 01 para as máquinas inicia-se preferencialmente com um dia “D” em que todos os envolvidos (operadores, manutentores, gestores) destinam este dia para uma limpeza geral do equipamento/área e identificação de todas as anomalias que são encontradas ao decorrer do dia. Estas anomalias são tratadas com o passar do tempo de forma a reestabelecer a condição básica da máquina.

Shirose et al. (1999) reforça a ideia do passo 01 dizendo que o objetivo deste é: “eliminar todo o pó e a sujeira do equipamento, lubrificar e apertar os parafusos. Encontrar e corrigir anomalias”.

Neste sentido, outra atividade importante é a definição das fontes de sujeira e locais de difícil acesso para limpar e inspecionar. É importante que seja feita com o maior nível de detalhes possível, pois é ela quem serve como um dos “*inputs*” para o desenvolvimento do plano de limpeza da máquina. Naturalmente, as áreas difíceis de limpar e inspecionar e as fontes de sujeiras devem ser analisados com maior critério já que são empecilhos para a garantia da condição ideal da máquina.

Determinado o plano de limpeza, inicia-se o desenvolvimento do passo 02. O principal objetivo é a criação do plano de inspeção, a análise das fontes de sujeira e locais de difícil acesso para limpar e inspecionar e também a instauração de uma gestão visual que facilite as atividades de inspeção como: pressão de bombas, pressão de ar comprimido, fluxo de fluidos, nível de lubrificantes, dentre outros.

Sukuzi (1994) é quem diz que através do desenvolvimento do passo 02, é possível reduzir o tempo de limpeza e organização do equipamento através da

eliminação das fontes de contaminação e facilitando o acesso às áreas que sejam de difícil acesso para limpar, inspecionar, reapertar ou lubrificar.

Desta forma a análise das fontes de sujeira e locais de difícil acesso é importante visto que, é através dela que são identificadas possíveis melhorias nos processos que possam primeiramente erradicar, caso contrário reduzir ou até mesmo conter estes pontos. Desta forma, as atividades de limpeza e/ou inspeção tornam-se muito mais fáceis de serem realizadas sem interferir na qualidade da operação.

Seguindo este raciocínio, Nakazato (1998) diz que as atividades do passo 02 giram em torno da constante busca pela eliminação das fontes geradoras de sujeira, definição de medidas que previnam respingos de lubrificação e que facilitem acesso as áreas para as rotinas diárias. Desta forma, os procedimentos de limpeza/inspeção terão uma duração menor.

O plano de inspeção e reaperto, como principal objetivo do passo 02, também reforça a ideia do Masao Umeda representada na figura 6 (O triângulo eficiente da manutenção). Tendo em vista que ao iniciar o desenvolvimento do plano de inspeção, boa parte das atividades de inspeção eram realizadas pela manutenção, o principal *“input”* deste plano é a transferência de atividades da manutenção para operação.

A transferência de atividades nada mais é o momento em que as pessoas da manutenção ensinam as atividades básicas de manutenção para os operadores de forma com que eles adotem isso para a sua rotina diária. Como resultado desta atividade, a área de manutenção fica menos sobrecarregada por não ter de executar as inspeções mais frequentes nas máquinas, os operadores desenvolvem tecnicamente os conceitos de inspeção e se familiarizam cada vez mais com a máquina e, por fim, as pequenas paradas, perdas de velocidades e quebras inesperadas são reduzidas pelo constante acompanhamento do operador.

Para garantir o processo de restauração das condições básicas, dá-se início ao passo 03. O objetivo é que sejam mantidos os padrões de limpeza e inspeção, e que os mesmos sejam avaliados no momento do desenvolvimento do plano de lubrificação.

Segundo Paula et al. (2010) durante o desenvolvimento do passo 03 devem ser observados não só a incorporação do padrão de lubrificação com todos os seus

controles visuais, mas também os de inspeção e limpeza de forma a determinar o padrão final destes.

Nakazato (1998) afirma que o passo 03 de manutenção autônoma consiste em “elaborar procedimentos operacionais para que a limpeza e a lubrificação e os reapertos possam ser executados com segurança e no menor tempo possível”.

Todavia, esta afirmação deve ser avaliada com alguns cuidados visto que, de acordo com a NR01, é obrigação do empregador: “elaborar ordens de serviço sobre segurança e saúde no trabalho, dando ciência aos empregados por comunicados, cartazes ou meios eletrônicos.”, além de informar “os riscos profissionais que possam originar-se nos locais de trabalho e os meios para prevenir e limitar tais riscos”. Desta forma, tendo em vista que as atividades de limpeza são desenvolvidas no passo 01, os procedimentos operacionais desta atividade devem ser estipulados previamente e não em passos posteriores.

Shirose et al.(1999) diz que neste passo de preparação dos padrões de limpeza e lubrificação é importante que os mesmos assegurem que as atividades sejam feitas de forma eficiente, se possível através da determinação de um programa para as tarefas periódicas.

Para que o plano de lubrificação seja desenvolvido com clareza e que também seja simples de ser executado, mais uma vez, contamos com as ações colaborativas entre manutenção e operação. Tendo em vista que na maioria dos casos, as empresas adotam a manutenção como responsável pela lubrificação ou até mesmo contrata um terceiro para executar este tipo de atividade, nada mais coerente que esta equipe responsável trabalhe junto da operação para a transferência de algumas de suas atividades.

Durante o desenvolvimento deste plano, é importante que sejam avaliadas as condições para lubrificação na máquina e também as condições para armazenagem dos lubrificantes. Estes pontos devem estar de maior fácil acesso e claro possível para operação, já que a atividade de lubrificação é uma das mais críticas do ponto de vista de garantia do desempenho do equipamento, já que qualquer lubrificação equivocada pode gerar um superaquecimento no sistema e por consequência danos aos componentes.

Por fim, Paula et al. (2010) aborda os três primeiros passos iniciais como sendo então aqueles capazes de reduzir através de suas atividades o MTBF, tendo

em vista que as condições básicas dos equipamentos agora estão satisfeitas, são efetuadas melhorias nos pontos deficientes e o desenvolvimento das habilidades dos operadores.

Tendo em vista que este trabalho abordará a comparação de indicadores antes e depois do desenvolvimento da metodologia de manutenção autônoma, será abordado no próximo tópico, alguns conceitos breves sobre indicadores de desempenho.

2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores de desempenho são normalmente utilizados para acompanhar os resultados que são importantes para o processo ou até mesmo para a organização como um todo. Alguns dos seus principais objetivos são determinados por Kaydos (1991) como sendo: identificar e diagnosticar problemas, entender o processo, e guiar e mudar comportamentos.

Neste sentido, Amaratunga e Baldry (2002) afirma que, os indicadores não devem ser tidos como uma entrega fim, mas sim, como um instrumento que contribua efetivamente para o direcionamento e alcance de propósitos gerenciais.

De acordo com Kiyon (2001) a medição envolve atividades, técnicas e pressupostos com o intuito de quantificar sejam variáveis ou atributos de um objeto a ser analisado.

É Paladini (2002) quem avança um pouco mais no conceito de indicadores de desempenho. Para ele, são divididos em três categorias:

- *In-line*: Estão relacionados diretamente ao processo produtivo de um bem ou serviço e, os esforços são concentrados nos métodos, materiais e equipamentos envolvidos de forma a corrigir e prevenir possíveis defeitos;
- *Off-line*: As atividades tem participação indireta na produção do bem ou serviço, servindo como suporte ao processo produtivo;
- *On-line*: Está relacionado ao ambiente externo, tendo como objetivo orientar a capacitação para reação às mudanças deste cenário;

Por fim, Kiyon (2001) *apud* Neely (1998) enfatiza que, os novos programas de qualidade, melhoria contínua, dentre outros, surgem com o objetivo de melhorar o desempenho dos processos e do negócio como um todo e que, para isto, são necessárias informações provenientes das medições de desempenho para determinar o nível do mesmo.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer tratamento científico e se constitui no caminho para encontrar respostas para questões propostas, utilizando métodos científicos (MARCONI; LAKATOS 2011).

Para Gil (1999) a pesquisa é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.”.

Silva e Menezes (2005) “é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos.”.

Esta pesquisa classifica-se da seguinte forma:

a) Quanto à natureza:

Este tipo de pesquisa de acordo com Silva e Menezes (2005) pode ser classificada como pesquisa aplicada, pois, segundo elas a pesquisa aplicada é aquela que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.” Neste sentido, este trabalho está fundamentado na aplicação de uma metodologia em uma enchedora de bebidas em latas na busca da otimização dos resultados operacionais da mesma.

b) Quanto à abordagem:

A pesquisa pode ter abordagem qualitativa, quantitativa ou combinada.

A abordagem qualitativa segundo Turrioni e Mello (2011) é aquela que possui uma interação entre o mundo real e o sujeito, funcionando como um vínculo entre o mundo objetivo e a subjetividade que não pode ser traduzida em números, desta forma não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas.

A abordagem quantitativa segundo Silva e Menezes (2005) traduz tudo que pode ser quantificável, transformando informações em números de forma com que possam ser classificadas e analisadas. Do contrário da qualitativa, esta requer o uso de recursos estatísticos como percentagem, média, desvio padrão, correlação, etc.

Desta forma esta pesquisa pode ser classificada então como combinada, uma vez que existe a combinação das características da pesquisa qualitativa através do desenvolvimento dos planos de limpeza, inspeção e lubrificação, por exemplo, e, quantitativa pelo fato de envolver a avaliação de indicadores operacionais em pelo menos uma das etapas do processo de pesquisa.

c) Quanto aos procedimentos técnicos:

Esta pesquisa é classificada como estudo de caso, visto que, segundo Gil (1999), o estudo de caso é aquele que “envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.”. Os dados utilizados para análise dos resultados do objeto de estudo nesta pesquisa estão situados foram obtidos entre os anos de 2013 e 2014.

d) Quanto aos objetivos:

Para este item, esta pesquisa se classifica como exploratória. Segundo Gil (1999) é aquela que tem envolvido em seu escopo o levantamento bibliográfico, análise de exemplos que facilitem o entendimento ou até mesmo entrevistas com pessoas que tenham experiências práticas com o problema em estudo.

3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido em uma indústria multinacional de grande porte do ramo alimentício, mais especificamente uma indústria de bebidas a qual está situada no estado do Paraná.

Uma indústria cervejeira possui três áreas principais, são elas: utilidades, processo de fabricação e envasamento.

A área de utilidades é caracterizada pelo fornecimento de energia para os processos produtivos. Os insumos fornecidos por este setor podem envolver: vapor, amônia, energia elétrica, gás carbônico, água, ar comprimido e solução aquosa de soda cáustica (NaOH).

O processo de fabricação consiste na obtenção da cerveja propriamente dita. Este processo envolve resumidamente a fabricação, fermentação e a filtração.

Ao obter-se a cerveja, a mesma deve ser envasada em sua respectiva embalagem sendo as mais usuais: latas, garrafas, e barris de *chopp*. Para cada uma

destas embalagens o processo de envasamento pode ter ou não algumas de suas etapas.

Para este trabalho optou-se por estudar especificamente a linha de latas na área de envasamento. Essa consiste nas seguintes etapas:

- Despaletização;
- Enchimento e recravação;
- Pasteurização;
- Embalamento;
- Paletização;

De acordo com Santos e Ribeiro (2005) em uma indústria cervejeira a área de envasamento é a que possui os equipamentos com maior complexidade mecânica, maior índice de manutenção e também onde podem ocorrer as maiores perdas por acidente e má operação através da regulagem inadequada de máquinas e quebras de garrafas por exemplo.

Apesar de não aparentar, este processo é também de suma importância para a garantia de um produto de qualidade. Por exemplo, é no processo de enchimento, objeto deste estudo, que pode ocorrer o contato da cerveja com oxigênio em excesso. Desta forma dá-se início ao processo químico de oxidação que tem como consequências a alteração no paladar, nítidas turvações e condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos e modificações na coloração.

O contato com o oxigênio é reduzido ao seu nível mínimo aceitável através da insuflação de CO₂ diretamente na garrafa ou no reservatório da enchedora; ter uma bomba de vácuo operando em condições normais; evitar paradas na enchedora durante o processo de enchimento; manter o sistema de “quebra bolhas” funcionando adequadamente”.

O processo de enchimento é um tanto quanto sensível, além da possibilidade de afetar a qualidade do produto através do contato com o oxigênio, este processo pode ter outros defeitos relacionados ao:

- Nível de enchimento, que por consequência pode aumentar o índice de refugos.
- Falha na recravação: latas sem pressão
- Temperatura da cerveja: aumento da turbulência do líquido ocasionando em uma embalagem mal cheia

- Ausência de sincronismo da enchedora e recravadora: aumento do estouro de garrafas ou latas furadas

De forma resumida então, para ter um processo de enchimento estável, e manter as características sensoriais da cerveja, deve-se ter uma alta pressão, uma baixa temperatura e remoção do oxigênio.

3.2 INDICADORES

Para a definição dos indicadores a serem avaliados neste estudo, precisou-se primeiramente entender quais os indicadores estavam envolvidos não só na máquina enchedora de bebidas, mas também em toda a linha a qual está inserida.

Uma vez que a manutenção autônoma foi aplicada em uma máquina que está inserida em um processo produtivo de fluxo contínuo, espera-se que além do impacto positivo nos indicadores exclusivos a ela, possam-se obter resultados significativos em indicadores de desempenho ou qualidade da linha como um todo.

3.2.1 Identificação, definição e análise dos indicadores (Revisão)

Com base nos relatórios de turnos e das reuniões diárias de indicadores foram elencados alguns indicadores de desempenho como demonstrado no quadro 1.

INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL	
OPI	<i>First Time Right Packaging</i>
Refugo	Higiene, Organização e Limpeza
<i>Extract Losses</i>	
<i>Packaging material losses</i>	

QUADRO 1 – Indicadores de desempenho

Fonte: Autoria Própria

Apesar de ter em mãos a lista dos indicadores, necessitou buscar a definição de cada um deles, visto que, alguns ainda eram muito amplos e necessitavam ser desdobrados a níveis inferiores.

3.2.2 Higiene Organização e Limpeza (HOC)

O HOC é um índice que foi criado pela cervejaria para avaliar de maneira constante o nível de criticidade das áreas quanto aos níveis de higiene, organização e limpeza.

O fato de ser uma empresa alimentícia reforça ainda mais a importância de um acompanhamento mais próximo destes fatores, visto que, é uma maneira de assegurar que não só o ambiente em que o alimento está sendo produzido/acondicionado, mas também o próprio produto são seguros e adequados para o consumo humano.

O HOC em termos de organização, um dos princípios do 5s, avalia se os locais e materiais estão demarcados, identificados e dispostos em seus respectivos lugares, sejam elas *checklists* de operação, ferramentas de trabalho, insumos de produção, instrumentos de controle acoplados ao equipamento (manômetros por exemplo), dentre outros.

Em termos de higiene e limpeza, são avaliadas por definição da Organização Pan-Americana da Saúde (2006), respectivamente: “Todas as condições e medidas necessárias para garantir a segurança e a adequação dos alimentos em todas as etapas da cadeia de alimentos”, e, “Remoção de terra, resíduos alimentares, sujidades, gordura ou outro material indesejável”.

Como as áreas são avaliadas separadamente, e, existe uma avaliação para a área das enchedoras de latas, conseguimos mensurar o impacto direto do time de manutenção autônoma neste indicador.

3.2.3 Operational Performance Indicator (OPI)

O *operational performance indicator* (OPI) mensura o quão produtiva é a linha em termos de tempo de produção com relação ao tempo que ela estava disponível para produção.

Desta forma o OPI é calculado de acordo com a equação 01:

$$OPI = \frac{TEMPO DE PRODUÇÃO TEÓRICO}{TEMPO DE TRABALHO EFETIVO} \quad (1)$$

O tempo de produção teórico é o tempo em que a linha está efetivamente produzindo, ou seja, são desconsiderados todos os tempos de manutenção planejada, tempo em que não havia produção programada, paradas externas, pequenas paradas e atividades de retrabalhos.

O tempo de trabalho efetivo por sua vez, é o tempo em que a linha esteve disponível para produção, desta forma, são apenas desconsiderados os tempos de manutenção planejada e o tempo sem produção programada.

Como este indicador está relacionado à linha de envasamento de latas como um todo, mesmo após ter sido desenvolvido as atividades de manutenção autônoma na máquina enchedora, ainda é possível que este tenha um resultado pior que o ano anterior por influência negativa de outras máquinas.

Desta forma, será necessário desdobrar as perdas deste indicador com o objetivo de identificar a real evolução do equipamento. Uma maneira de fazer este desdobramento é identificando pontualmente qual foi o impacto da enchedora nas perdas do OPI.

Um dos desdobramentos que pode ser feito é avaliando em quanto a máquina estudada foi responsável pela perda de OPI referente às pequenas paradas e perdas de velocidade. Esta variável possui duas características principais as quais são:

- O equipamento principal parou por menos de 5 minutos;

- O equipamento principal está trabalhando abaixo da sua velocidade nominal.

Desta forma temos a equação 02,

$$PERDA\ PEQ.\ PAR = \frac{PEQ.\ PAR + PERDA\ VELOCIDADE}{TEMPO\ DE\ TRABALHO\ EFETIVO} \quad (2)$$

A segunda análise a ser feita, é referente às perdas por quebras. As quebras foram definidas para quando:

- O equipamento principal para por 5 ou mais de 5 min por uma falha mecânica, elétrica, instrumentos sistemas de controles, etc.

Assim podemos mensurar as perdas por quebras de forma similar às perdas por pequenas paradas e perdas de velocidade, assim temos a equação 03.

$$PERDA\ QUEBRAS = \frac{QUEBRAS}{TEMPO\ DE\ TRABALHO\ EFETIVO} \quad (3)$$

Depois de identificada a estrutura do indicador principal (OPI) e feito o seu desdobramento, podemos dizer que é pertinente a utilização do mesmo como parte integrante da análise do impacto da manutenção autônoma.

3.2.4 FTR Packaging

O *First Time Right* ou FTR é um indicador que representa o quão eficaz é o controle do processo no que diz respeito à qualidade do produto. Ele é definido como uma porcentagem em que as condições básicas de produtos e processos estão sendo realizados dentro dos intervalos de controle de seus parâmetros. O foco do mesmo está em parâmetros que estejam sendo controlados diretamente pelos operadores.

Desta forma, o FTR pode ser calculado como mostrado na equação 04.

$$\% FTR PACKAGING = 100 * \frac{N^{\circ} AMOSTRAS - N^{\circ} FALHAS}{N^{\circ} AMOSTRAS} \quad (4)$$

O FTR, por sua vez, envolve mais de um parâmetro em sua análise os quais são:

- Nível de Enchimento;
- *Packaging Quality Index* ou PQI / Rotulagem;
- Unidades de Pasteurização (UP);
- *Foreign Gas* ou Ar Total;

É válido ressaltar que independente se a amostra apresenta falha em um, dois, ou até mesmo nos três parâmetros, é considerada apenas uma falha.

Sabendo disso, para uma melhor avaliação precisou-se identificar através da definição de cada um deles, quais destes parâmetros são impactados diretamente pelo desempenho da enchedora e então desdobrar o seu FTR em específico.

3.2.5 FTR PQI

O PQI diz respeito à qualidade da rotulagem e embalagem. O parâmetro de rótulo é avaliado quanto ao seu posicionamento se estão bem fixados, se não há excesso de cola e similares, sendo assim, esta parte do indicador não é avaliado na linha de latas já que não existe este processo no seu envasamento.

O parâmetro embalagem avalia o estado do pacote formado com as unidades de produto o qual não pode estar rasgado, ou até mesmo umedecido e também a qualidade de formação do *pallet* que por sua vez, não pode estar com as camadas tortas gerando risco de queda, nem mesmo, com o filme frouxo ou rasgado.

Ambos estes parâmetros do PQI então, não sofrem interferência das atividades do time de manutenção autônoma aqui estudada, desta forma, podemos deixa-lo de fora da análise.

3.2.6 FTR UP

A unidade de pasteurização ou UP é a unidade de medida para o tratamento térmico da cerveja. O nível de pasteurização ou UP tem como objetivo inibir os microorganismos e leveduras prejudiciais à mesma, livrando-a das formas patogênicas e prolongando a sua estabilidade, sem alterar profundamente suas propriedades e passando-a ser biologicamente estável.

Uma unidade de UP equivale à permanência da cerveja a 60°C durante 1 minuto. A curva de pasteurização pode ser vista na figura 08.

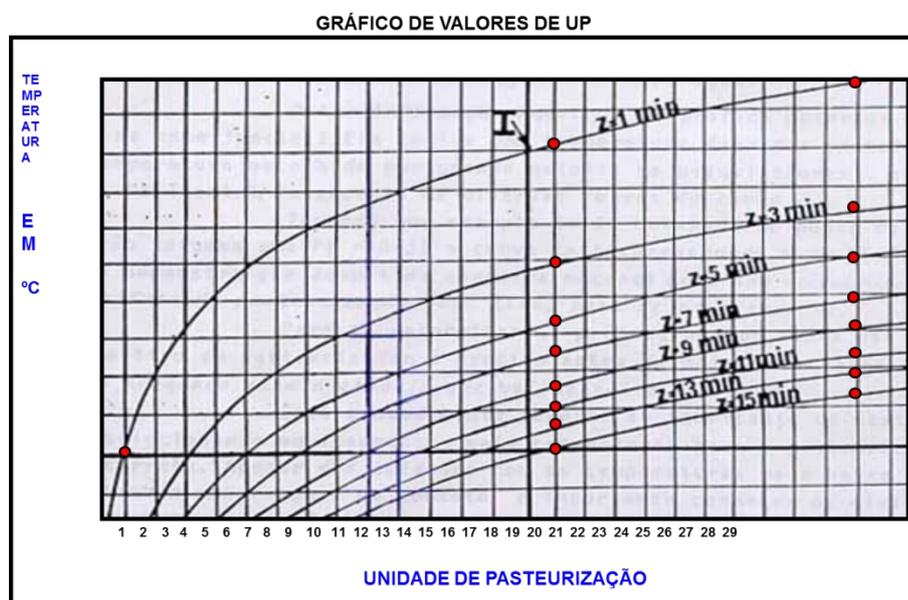


Figura 8 – Unidades de Pasteurização

Fonte: Módulo de pasteurização da empresa

Tendo definido então a UP, podemos afirmar que este indicador não possui relação direta com o equipamento enchedora, recravadora, ou alimentador de tampas e, portanto não será avaliado.

3.2.7 FTR Filling Level

O nível de enchimento é o parâmetro que como o próprio nome já diz, avalia se a embalagem foi envasada a um nível aceitável para aquele produto. Portanto,

deve ser necessariamente avaliado, visto que o desempenho da máquina enchedora impacta diretamente neste parâmetro. Podemos calcular então o FTR Nível de Enchimento conforme equação 05:

$$FTR \text{ NÍVEL} = \frac{N^{\circ} \text{ AMOSTRAS} - N^{\circ} \text{ FALHAS VOLUME}}{N^{\circ} \text{ AMOSTRAS}} \quad (5)$$

O nível de enchimento está diretamente relacionado ao desempenho do equipamento através de suas condições básicas garantidas como, por exemplo, pressão da bomba de alívio, inibidor de bolhas, válvulas de enchimento, pressão de injeção de CO₂ na pré-lavagem, dentre outros.

Este parâmetro também pode ser afetado pelo ritmo de produção da linha, já que a cerveja “estacionada” na cúpula da enchedora tende a elevar a sua temperatura e a temperatura da cerveja também interfere no nível de enchimento. Isto se dá, pois uma maior temperatura diminui a solubilidade dos gases no líquido.

3.2.8 FTR Foreign Gas

O Oxigênio (O₂) tem uma interferência direta na qualidade da cerveja, e, no processo de envasamento de bebida, é um dos parâmetros que mais pode afetar este aspecto.

A presença de oxigênio em excesso na cerveja em sua embalagem acelera o seu processo de degradação, já que, ao ter o contato, independentemente da pressão e temperatura, iniciará o processo químico de oxidação que tem por consequências: a alteração no paladar, turvações, e condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos e modificações na colocação.

A medida fundamental para se obter uma cerveja com um mínimo de teor em O₂ é proceder ao vácuo no interior da garrafa. Nas enchedoras, há a etapa da pré-evacuação, ou seja, a expulsão do ar ainda existente com gás carbônico e ainda uma última etapa, no caso de uma linha de latas, o quebra bolhas, que é uma última injeção de CO₂ momento antes da recravação.

Neste sentido o FTR *Foreign gas* é um indicador utilizado para avaliar o quão eficiente o processo está no que diz respeito à presença de oxigênio nos lotes, evidenciando se está dentro da faixa de qualidade estabelecida. Percebe-se que, a atuação da enchedora tem interferência direta neste resultado, portanto, deve ser avaliado neste trabalho.

3.2.9 Packaging Material Losses

Uma parte das perdas de insumos dos processos produtivos é inerente aos processos, no entanto, esta perda em demasiado deve ser estudada e propostas melhorias para que possam ser reduzidas ao seu mínimo.

O *Packaging Material Losses* é um indicador que mensura uma parte destas perdas. No caso deste estudo, estamos falando da perda de latas total durante um período X de produção.

O cálculo deste indicador é muito simples e pode ser demonstrado de acordo com a equação 06:

$$PML = \frac{INPUT\ LATAS - OUTPUT\ LATAS}{INPUT\ LATAS} \quad (6)$$

Devemos ressaltar que as perdas de latas ocorrem no processo como um todo, desde a despaletização à paletização. Sendo assim, apesar de podermos avaliar o resultado deste indicador da linha, fica difícil através dele mensurar qual o ganho ou a perda real resultante da enchedora.

3.2.10 Perda de Extrato

A perda de extrato também é um indicador de suma importância para o envasamento. É através dele que é mensurado o quanto de líquido foi perdido sob responsabilidade da área.

A perda de extrato assim como PML está presente em praticamente todo o processo de envasamento. Neste caso, exceto no processo de despaletização e transporte de latas até a enchedora já que ainda não iniciou o processo de envase.

Para definirmos a perda de extrato da linha, precisamos conhecer o quanto de produto foi entregue ao centro de distribuição (CD), desta forma, garante-se que o produto saiu do processo de envase em conformidade para o processo de armazenamento e venda. É necessário também ter o conhecimento de quanto de produto foi envasado pela enchedora.

Tendo conhecimento destas variáveis, podemos definir a perda de extrato gerada pelo envasamento através da equação 07:

$$PERDA DE EXTRATO = \frac{QTD\ ENVASADA - QTD\ CD}{QTD\ ENVASADA} \quad (7)$$

Para este indicador, também é difícil mensurar o impacto da enchedora, já que ao perder latas já envasadas nos trechos de transporte, por exemplo, impactaria na perda de extrato e também em PML.

3.2.11 Refugo

Os refugos acontecem por perdas inerentes e não inerentes ao processo. No caso do envasamento da linha de latas desta cervejaria, existem dois pontos de refugo, sendo o primeiro logo após a saída da enchedora e o segundo após o pasteurizador.

Podemos dizer que o refugo representa uma parte das perdas do PML e da perda de extrato, já que ambas não serão entregues ao CD. Os refugos normalmente estão associados à: embalagens mal cheias, embalagens sem pressão, com falhas de recravação ou micro furos.

Desta forma, este indicador se aproxima um pouco mais do resultado do desempenho da enchedora e recravadora de bebidas, já que as perdas são

controladas por um inspetor eletrônico e a boa parte das falhas está relacionada a estes processos. O resultado do refugo então é dado pela equação 8:

$$\text{ÍNDICE DE REFUGO} = \frac{\text{QTD REFUGADA}}{\text{QTD ENVASADA}} \quad (8)$$

Podemos definir este indicador como um dos que serão avaliados, entretanto com algumas ressalvas por processos intermediários que possam afetar este número.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 DESENVOLVIMENTO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

4.1.1 Manutenção Autônoma passo 01

Esta etapa da metodologia da manutenção autônoma teve por objetivo maior o desenvolvimento do plano de limpeza provisório da enchedora da linha de latas. Para isto, a metodologia foi abordada com algumas etapas chave:

- Planejamento e preparação para limpeza inicial;
- Limpeza Inicial;
- Identificação de Fontes de sujeira e locais de difícil acesso;
- Identificação e retirada de etiquetas de anomalias;
- Criação dos padrões provisórios de limpeza;

Para iniciar as atividades de manutenção autônoma, foi necessário primeiramente dar o treinamento da metodologia para toda a equipe da operação e manutenção envolvida na atividade. O treinamento contemplou aproximadamente 02 horas de teoria e 8 horas de atividade prática na qual foi realizado o dia D.

O dia D foi aquele em que os operadores e manutentores trabalharam em equipe para realização da limpeza inicial da máquina. A limpeza envolveu não só as partes externas bem como desmontagens de válvulas de enchimento, transportes, dentre outros componentes para que pudessem ser evidenciadas também as condições físicas gerais da máquina, as fontes de sujeira que muitas vezes poderiam estar invisíveis externamente e também os locais de difícil acesso.

O dia D resumiu em 43 anomalias identificadas na área dentre condições básicas e de segurança, 12 áreas de difícil acesso e 20 áreas de fontes de sujeira. A lista de fontes de sujeira pode ser verificada na quadro 02 e a lista de locais de difícil acesso no quadro 03.

Tipo de Sujeira	Local/Componente	Quando ocorre
<ul style="list-style-type: none"> • Cerveja 	<ul style="list-style-type: none"> • Base da cúpula 	<ul style="list-style-type: none"> • Início de produção • Descarte da cúpula • Vazamento no enchimento
<ul style="list-style-type: none"> • Cerveja 	<ul style="list-style-type: none"> • Correntão da recravadora 	<ul style="list-style-type: none"> • Latas travadas no correntão
<ul style="list-style-type: none"> • Cerveja 	<ul style="list-style-type: none"> • Recravadora 	<ul style="list-style-type: none"> • Latas travadas na estrela da recravadora
<ul style="list-style-type: none"> • Cerveja 	<ul style="list-style-type: none"> • Piso ao redor da máquina 	<ul style="list-style-type: none"> • Descarte da cúpula • Latas travadas na recravadora
<ul style="list-style-type: none"> • Óleo/Graxa 	<ul style="list-style-type: none"> • Redutor da Enchedora 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamentos • Excesso de lubrificação
<ul style="list-style-type: none"> • Óleo/Graxa 	<ul style="list-style-type: none"> • Recravadora 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamentos • Excesso de lubrificação
<ul style="list-style-type: none"> • Óleo/Graxa 	<ul style="list-style-type: none"> • Coletor de água 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamentos • Excesso de lubrificação
<ul style="list-style-type: none"> • Óleo/Graxa 	<ul style="list-style-type: none"> • Motores 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamentos • Excesso de lubrificação
<ul style="list-style-type: none"> • Lubrificação água 	<ul style="list-style-type: none"> • Cúpula da enchedora 	<ul style="list-style-type: none"> • Em produção • Excesso de lubrificação

QUADRO 2 – Fontes de Sujeira

Fonte: Material do Time de Manutenção Autônoma

ÁREA DE DIFÍCIL ACESSO	O QUE DIFICULTA A LIMPEZA/INSPEÇÃO/LUBRIFICAÇÃO
Cremalheira da Cúpula	<ul style="list-style-type: none"> Local fechado necessitando desmontar componentes para acesso
Redutor da Enchedora	<ul style="list-style-type: none"> Local fechado necessitando desmontar componentes para acesso
Proteção correntão	<ul style="list-style-type: none"> Local fechado necessitando desmontar componentes para acesso
Tubulações inferiores da Enchedora	<ul style="list-style-type: none"> O espaço de acesso às tubulações localizadas embaixo da cúpula é muito pequeno, impedindo o acesso.
Cúpula da Enchedora	<ul style="list-style-type: none"> Acesso pelas portas laterais sem apoio para limpeza manual
Plataformas de acesso à máquina	<ul style="list-style-type: none"> As plataformas são baixas, tendo o operador que se abaixar para efetuar a limpeza gerando problemas ergonômicos.
Eletrocalhas	<ul style="list-style-type: none"> Para realizar atividades nas eletro calhas necessitam de duas pessoas, escada e cinto de segurança e permissão de trabalho por escrito devido ser classificada como trabalho em altura.

QUADRO 3 – Locais de difícil acesso

Fonte: Material do Time de Manutenção Autônoma

As fontes de sujeira e locais de difícil acesso foram determinadas de tal maneira que possibilitou o desenvolvimento do plano provisório de limpeza, servindo como um dos *inputs* para tal plano.

O plano de limpeza traça não só os locais os quais deverão ser limpos mas também um breve descritivo da atividade, parâmetros de limpeza, materiais, métodos e ferramentas, EPI's, frequência e a lição ponto a ponto (LPP) a ser seguida. O plano de limpeza é acompanhado por uma gestão visual de cartões de rotina para que a operação tenha o controle de suas rotinas, avaliando com frequência, quais rotinas devem ou não ser executadas em um determinado momento.

O plano de limpeza resumido desenvolvido para esta máquina pode ser verificado no quadro 04:

ATIVIDADE	EPI	FREQUÊNCIA	STATUS MAQUINA
Limpeza da Cúpula: Realizar com a máquina em emergência isolando sensores e sondas de nível	Óculos de segurança, luva de látex, botina de segurança, protetor auricular.	Semanal	Parada
Limpeza da recravadora: Limpar roletes, prato de liberação de tampas, prato base, régua de CO ₂ e portas do equipamento.	Óculos de segurança, luva de látex, botina de segurança, protetor auricular.	Semanal	Parada
Limpeza do filtro Y de cerveja: Abrir	Óculos de segurança, luva de		

o filtro "y" de cerveja das duas enchedoras e realizar a limpeza do elemento filtrante. Executar este cartão antes de realizar CIP da Enchedora.	látex, botina de segurança, protetor auricular.	Bimestral	Parada
Limpeza inferior da enchedora Limpar somente com wap as portas, pés, bases, tubulações e a cúpula.	Óculos de segurança, luva de látex, botina de segurança, protetor auricular.	Semanal	Em produção
Limpeza inferior da enchedora: Rodar a máquina e aplicar o sabão Hypofoam em toda a estrutura inferior. Deixar agindo por 10 minutos para o sabão ter efeito diante a sujeira na máquina. Realizar a limpeza dom wap.	Óculos de segurança, luva de látex, botina de segurança, protetor auricular.	Semanal	Parada

QUADRO 4 – Plano de limpeza resumido

Fonte: Material do Time de Manutenção Autônoma

Após a finalização do passo 01 de manutenção autônoma, iniciaram-se as atividades de preparação para o passo 02.

4.1.2 Manutenção Autônoma passo 02

Já com o plano de limpeza definido, o próximo passo dentre as etapas de restauração das condições básicas é a definição de um plano de inspeção para a operação. Para que as atividades fossem iniciadas, assim como no passo 01, foi ministrado um treinamento de 8 horas sobre a metodologia de manutenção autônoma passo 02, hierarquia de solução de problemas e análise de falhas.

O desenvolvimento desta etapa girou em torno de alguns objetivos e atividades:

- Eliminar/Reduzir/Conter as fontes de contaminação;
- Reduzir as barreiras para acessibilidade e visibilidade das máquinas e equipamentos;
- Melhorar a capacidade dos operadores para encontrar todos os pontos onde as contaminações (Fontes de Sujeiras) são geradas;
- Definição do Plano de Inspeção;
- Implementação de uma gestão visual para a área;

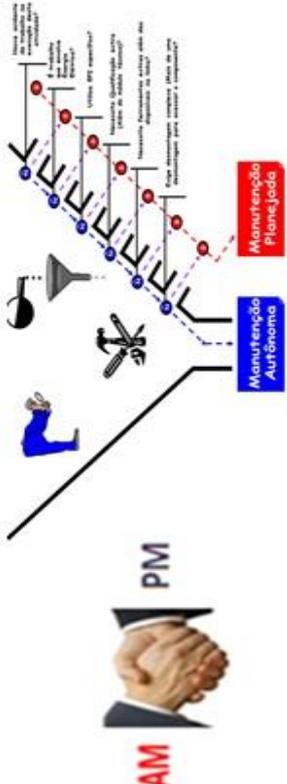
Para a definição do plano de inspeção, foram utilizadas como base as atividades da equipe de manutenção existentes no plano de inspeção dos mesmos, para que fosse analisada a possibilidade de a operação executar ou não uma atividade através de um “funil de transferência” e também, as atividades de inspeção já executadas pela operação.

O funil de transferência é uma matriz em que na primeira coluna estão listadas as atividades que a equipe de manutenção executa, e nas colunas seguintes, estão relacionados alguns requisitos limitadores à operação que vão sendo analisados ao longo das reuniões para verificar se são ou não atendidos.

Para que a atividade seja transferida da manutenção para a operação são avaliados dois pontos:

- Para ser atendido, o requisito deve ter um “Não” como resposta. Desta forma é garante-se que a operação não é limitada por aquele requisito em específico.
- Todos os requisitos devem ser atendidos, caso contrário a atividade permanece com a equipe de manutenção.

O modelo do funil de transferência utilizado neste trabalho pode ser verificado na figura 09.



DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO MÁQUINA	MÁQUINA	TEMPO REQUERIDO DO CENTRO DE TRABALHO	LINHA	Houve acidente de trabalho na execução desta atividade?	É necessário utilizar Epi específico?	É trabalho que envolve energia elétrica?	Exige desmontagem complexa (mais de uma desmontagem para acessar o componente)?	Necessita de ferramentas extras além das disponíveis nas linhas?	Necessita de qualificação extra (além do módulo técnico)?	Aprovado no funil
SENS. E FOTOCEL. FIXAR	ENCHEDORA L04-BK02	2	PMELL	LINH-A04	sim	não	sim	não	não	
CONEXÕES SENS. E FOTOCEL. APERTAR	ENCHEDORA L04-BK02	2	PMELL	LINH-A04						
SENS. E FOTOCEL. LIMPAR	ENCHEDORA L04-BK02	2	PMELL	LINH-A04						
SISTEMA DE SEGURANÇA REVISAR	ENCHEDORA L04-BK02	2	PMELL	LINH-A04						
COLETOR CO2 REVISAR	ENCHEDORA L04-BK02	7	PMEE	LINH-A04						
ROLAMENTO COLETOR CENTRAL TROCAR	ENCHEDORA L04-BK02	5	PMEE	LINH-A04						
PAINEL ELÉTRICA LIMPAR	ENCHEDORA L04-BK02	3,5	PMELL	LINH-A04						
PAINEL CONTROLE MANUT. REALIZAR	ENCHEDORA L04-BK02	2	PMELL	LINH-A04						
COMEX. TERRA MOTOR PRINCIPAL REVISAR	ENCHEDORA L04-BK02	0,5	PMELL	LINH-A04						
PARAFUSOS ESTRUTURA REAPERTAR	ENCHEDORA L04-BK02	2	PMEE	LINH-A04						
VAZAMENTOS SISTEMA PNEUMÁTICO REVISAR	ENCHEDORA L04-BK02	1	PMEE	LINH-A04						
VOLTS AMPERES MOTOR MEDIR	ENCHEDORA L04-BK02	0,3	PMELL	LINH-A04						
TEMPERATURA MOTOR REVISAR	ENCHEDORA L04-BK02	0,1	PMELL	LINH-A04						
ALAVANCAS BORBOLETA REVISAR	ENCHEDORA L04-BK02	1	PMDFE	LINH-A04						

Figura 9 – Funil de transferência

Fonte: Material do time de manutenção autônoma

Ao todo, foram listadas 54 atividades da manutenção e 17 delas foram aprovadas para serem transferidas para a operação. Como a operação já executava 26 inspeções, o plano de inspeção passou a constar 43 itens.

O plano de inspeção resumido desenvolvido para esta máquina pode ser verificado conforme quadro 05.

ATIVIDADE	FERRAMENTA E MÉTODO	EPI	FREQUÊNCIA	STATUS MÁQUINA
Inspeção das réguas de alívio da enchedora	Visual	Óculos de segurança, luva, botina de segurança, protetor auricular.	Semanal	Parada
Inspeção e reaperto da fixação da cúpula	Chave 19mm	Óculos de segurança, luva, botina de segurança, protetor auricular.	Trimestral	Parada
Inspeção nos tanques de solução, válvulas de acionamento e bomba de envio	Visual e audição	Óculos de segurança, luva, botina de segurança, protetor auricular.	Quinzenal	Parada
Inspeção das correntes de tração da csw.	Visual e manual	Óculos de segurança, luva, botina de segurança, protetor auricular.	Mensal	Parada

QUADRO 5 – Plano de inspeção resumido

Fonte: Material do Time de Manutenção Autônoma

Durante o desenvolvimento do passo 02, foram propostas 09 sugestões de melhoria para eliminar/reduzir/conter as fontes de contaminação existentes na área de atuação do time, e, outras 12 melhorias para itens relacionados à segurança, pequenas paradas, e melhoria da visibilidade para limpeza/inspeção.

Uma das melhorias que mais trouxe resultado quanto à garantia da limpeza foi a implementação de um sistema de limpeza dos transportes em produção. Durante o passo 01, a limpeza dos transportes era realizada de maneira manual, e a atividade exigia que a linha estivesse parada para tal, visto que, por ser uma parte rotativa, poderia expor a segurança do operador em risco.

A melhoria consiste na instalação de um tubo vazado com conexões para engate de mangueiras nas laterais dos transportadores de latas de forma que, a medida que o transporte estivesse em operação, a água iria lavando a esteira por dentro do transporte. A ideia pode ser verificada através da figura 10.



Figura 10 – Sistema de limpeza dos transportes

Fonte: Material do time de manutenção autônoma

Outra melhoria que também foi realizada para eliminar/reduzir/conter as fontes de contaminação existentes na área de atuação do time também está relacionada aos transportes.

A melhoria consistiu na confecção de chapas para servir de bandejas embaixo dos transportes, direcionando a água diretamente para as canaletas. Desta forma, conseguiu-se que nem a lubrificação, nem a água proveniente da lavagem

dos transportes em produção, caíssem diretamente no piso, o que além de gerar limbos gerava também uma condição totalmente insegura para a operação, com riscos de escorregarem e se machucarem.

Esta melhoria pode ser verificada conforme figura 11.



Figura 11 – Bandejas dos transportes

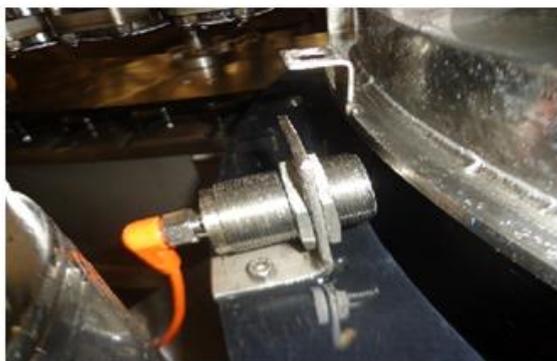
Fonte: Material do time de manutenção autônoma

Com intuito de reduzir as barreiras para acessibilidade e visibilidade das máquinas e equipamentos na recravadora, por exemplo, foi confeccionada uma chapa de acrílico para a porta frontal da mesma. Assim, o operador não precisaria ficar abrindo e fechando a porta para verificar a condição de limpeza ou até mesmo realizar uma inspeção visual na condição de recravação das embalagens. A melhoria está representada na figura 12.



Figura 12 – Acrílico da porta da recravadora
Fonte: Material do time de manutenção autônoma

Duas melhorias foram muito significativas no que diz respeito às pequenas paradas destas máquinas. A primeira, expressa na figura 13, está relacionada à falha na contagem de latas na entrada da enchedora. Esta falha ocorria devido ao sensor estar fixado por duas porcas apenas, que iam afrouxando com o passar do tempo e com a vibração da máquina. Desta forma, o sensor ficava fora de posição, não fazia a identificação e contagem correta das latas gerando alarmes e necessidades de ajuste e *reset* do equipamento. Para tal, foi feito um novo sistema de fixação do sensor baseado em um mancal.



Sensor de entrada de fixado por porcas



Sensor fixado por mancal

Figura 13 – Sensor de entrada da enchedora
Fonte: Material do time de manutenção autônoma

A segunda melhoria relacionada às pequenas paradas foi realizada sobre a falha de corte de pacotes de tampas. Quando a falha ocorria, em algumas vezes a agulha do carrinho de corte danificava as primeiras tampas do pacote, desta forma, quando as tampas eram transferidas para o canal de tampas, tendiam a ir pedaços de papel e tampas encavaladas no meio e a falha só era percebida quando travavam no canal da recravadora. Isso gerava não só pequenas paradas bem como perda de latas, tampas, e cerveja. A ilustração do problema pode ser vista na figura 14.

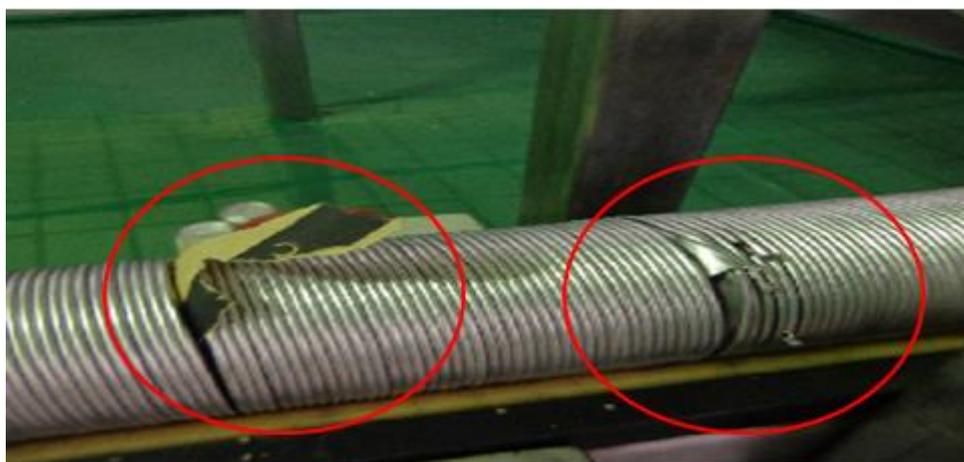


Figura 14 – Falha no corte de pacotes

Fonte: Material do time de manutenção autônoma

Para resolver o problema foi instalado um limitador de espaço antes das roldanas de tração para o pulmão, para que as tampas danificadas e os pedaços de papéis travem antes de chegar a recravadora. Assim, a máquina pararia por um sensor de presença que acusaria a falta de tampas no canal, entretanto, o tempo de recuperação desta falha seria bem menor que o anterior.

Como já dito na introdução deste tópico, o passo 02 consiste também na implementação de um sistema de gestão visual que facilite a orientação não só da operação, mas de todos que por ali passam. Foram implementados sistemas de identificação de nível (mínimo e máximo) de óleo, faixa de intervalo de pressão de trabalho em manômetros, fluxo da produção, rotação de motores, gabaritos para identificação de desgaste de esteiras, dentre outros.

Todas as entradas de ar comprimido que possuem um manômetro conforme figura 15, foram identificados com range de trabalho para facilitar a evidência de que a pressão está coerente com o procedimento operacional ou não.



Figura 15 – Faixa de trabalho dos manômetros
Fonte: Material do time de manutenção autônoma

Alguns dos trabalhos realizados pela operação juntamente à manutenção neste período, como times de melhoria, resultaram também em padrões que ajudaram na identificação de desgastes inerentes ao processo. Um destes padrões foi a criação de um gabarito de conferência de espessura das esteiras plásticas que pode ser visto na figura 16.



Figura 16 – Gabarito de espessura de esteiras plásticas
Fonte: Material do time de manutenção autônoma

Com todas estas atividades desenvolvidas, encerrou-se o passo 02 com sucesso, tendo sido toda a metodologia cumprida e atingido os objetivos pré-estabelecidos pela mesma. Na sequência, iniciaram o passo 03, o qual se refere às atividades de lubrificação.

4.1.3 Manutenção Autônoma passo 03

Para encerrar o ciclo de restauração das condições básicas do equipamento e o processo de mudança de comportamento quanto ao senso de propriedade do operador quanto à sua área de trabalho, foram iniciadas as atividades de lubrificação.

Os principais objetivos desta etapa giram em torno de:

- Definir um plano de lubrificação;
- Simplificar o sistema de lubrificação;
- Definir o sistema de gestão de lubrificantes;

Para o início das atividades referentes à este passo, da mesma forma que o passo anterior, foi realizada uma reunião juntamente a equipe de manutenção planejada para avaliar através do funil de transferência os itens de lubrificação que existiam em seu plano de lubrificação no SAP. Desta forma, poderia ser verificada a possibilidade ou não de uma atividade ser transferida.

Ao todo foram identificados 40 pontos de lubrificação distribuídos entre enchedora, recravadora e transporte de entrada e saída das linhas 04 e 05. Destes 40 pontos, 22 foram transferidos para a operação e 18 continuaram com a equipe de manutenção.

A maior parte dos pontos que não foram transferidos deve-se ao fato de exigirem desmontagem complexa (mais de uma desmontagem para acessar o componente) para executar a atividade, e/ou, o fato de o operador ter contato com o lubrificante de certa maneira que possa colocar em risco a segurança alimentar caso não seja realizada com certa perícia.

Ao final desta análise, e, definidos os padrões da operação, pôde-se finalizar o plano de lubrificação resumido que pode ser verificado no quadro 06.

ATIVIDADE	FERRAMENTA E MÉTODO	EPI	FREQUÊNCIA	STATUS MAQUINA
Lubrificação dos mancais do redutor principal (enchedora)	(Polyrex – EM) bomba graxeira	Óculos; Protetor auricular; Luva; Botina.	Quinzenal	Em Produção
Lubrificação dos sistemas pneumáticos	TELLUS 32 / LP 10	Óculos; Protetor auricular; Luva; Botina.	Quinzenal	Em Produção
Lubrificação centralizada da recravadora	(Alvânia-EP01) bomba graxeira	Óculos; Protetor auricular; Luva; Botina.	Quinzenal	Em Produção
Distribuidos de tampas da recravadora	Verkofood 0	Óculos; Protetor auricular; Luva; Botina.	Quinzenal	Parada

QUADRO 6 – Plano de lubrificação resumido
Fonte: Material do Time de Manutenção Autônoma

Sendo um dos objetivos do time a simplificação do sistema de lubrificação que envolve a facilitação do acesso, redução do tempo de lubrificação ou até mesmo a redução do número de lubrificantes utilizados, foram desenvolvidas 2 melhorias para otimização destes resultados.

A primeira melhoria faz referência ao sistema de lubrificação dos mancais do redutor e rolamento central da cúpula da enchedora. Ambos os itens, são de difícil acesso, tendo o operador que adentrar a máquina em um espaço que não permite movimentos livres e lubrificar ponto à ponto que por sinal eram isolados.

Desta forma foi efetuada a instalação de mangueiras e réguas de lubrificação referente a 02 pontos do rolamento central e 06 pontos referentes aos mancais do redutor da enchedora. Com isso os 08 pontos ficam centralizados somente em um local, facilitando e diminuindo o tempo para a lubrificação. A melhoria pode ser visualizada através da figura 17.



Figura 17 – Lubrificação mancais do redutor e rolamento central

Fonte: Material do time de manutenção autônoma

A segunda melhoria, semelhantemente à primeira, está relacionada ao sistema de lubrificação do conjunto de engrenagens do sistema de transmissão entra a enchedora e a recravadora.

A primeira dificuldade envolvida nesta atividade era o fato de que devido ao sistema de transmissão ser naturalmente rotativo, a lubrificação só era possível de ser realizada no momento em que a máquina não estivesse em produção.

A segunda dificuldade é que o componente é isolado por uma proteção de inox, visto que pelo motivo de o sistema ser rotativo, deve ser protegido para não gerar o risco à segurança dos operadores ou manutentores.

Portanto, foi desenvolvido um novo sistema de lubrificação para este componente que consiste na externalização dos pontos de lubrificação para fora do

sistema de transmissão, fixando-as na lateral da recravadora. Assim, não era mais necessária a desmontagem da proteção de inox para realizar a atividade, e tampouco era necessário que a máquina estivesse parada para tal.

O sistema de transmissão protegido pela chapa de inox pode ser visto conforme figura 18.



Figura 18 – Proteção do sistema de transmissão enchedora/recravadora

Fonte: Material do time de manutenção autônoma

Na chapa de inox da figura 18 foram fixados então os bicos injetores de lubrificação conforme figura 19.



Figura 19 – Bicos injetores

Fonte: Material do time de manutenção autônoma

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito na metodologia, o acompanhamento dos indicadores durante o período de um ano de desenvolvimento da metodologia de manutenção autônoma demonstrou resultados significativos em indicadores relacionados ao equipamento estudado.

No primeiro indicador discutido no desenvolvimento deste trabalho, o HOC, que mensura a adequação da área com os padrões de excelência quanto à organização, higiene e limpeza estabelecidos pela empresa, é possível verificar o impacto do trabalho da manutenção autônoma.

No ano de 2013, como pode ser visto no gráfico 01, o ano terminou com o indicador abaixo da meta. Este resultado não significava necessariamente que a área estava ruim quanto aos padrões avaliados, mas que existiam ainda oportunidades para o nível esperado com os trabalhos a serem desenvolvidos no ano seguinte.

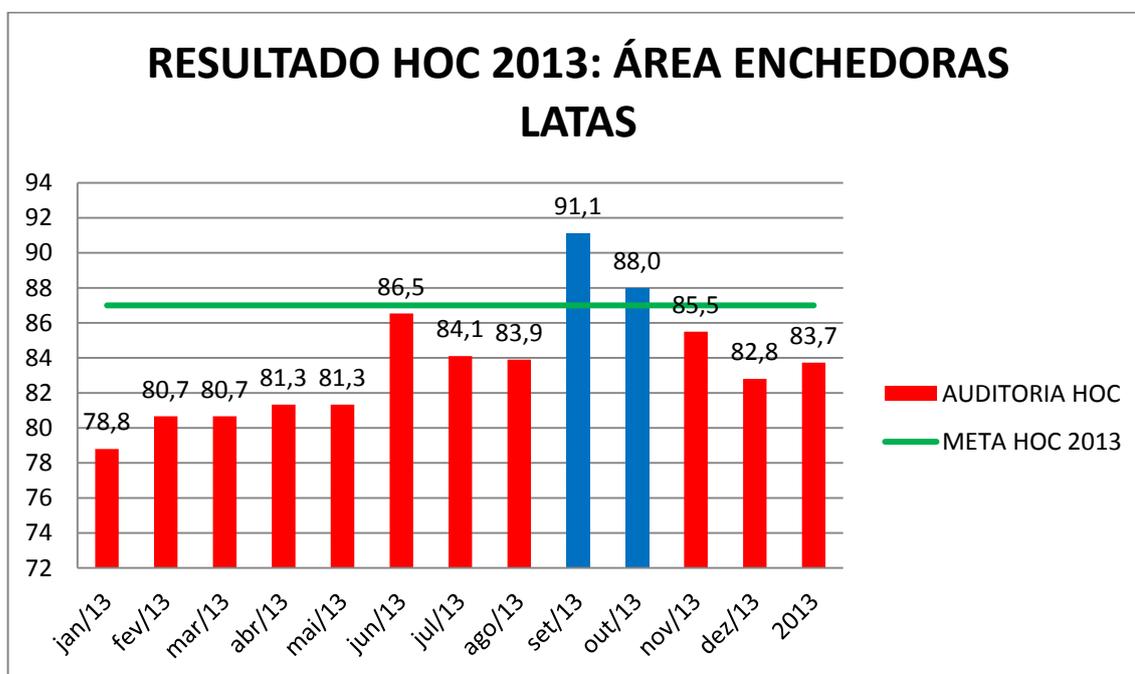


Gráfico 01 – HOC 2013

Fonte: Material da empresa

No ano de desenvolvimento da metodologia, como pode ser visto no gráfico 02, o indicador teve uma melhora significativa. Principalmente após os 06 primeiros meses, período este em que as atividades do passo 02 cujos alguns dos objetivos são: eliminar/reduzir/conter as fontes de contaminação, redução das barreiras para acessibilidade e visibilidade das máquinas estão diretamente relacionados a este indicador. E foi justamente através do desenvolvimento

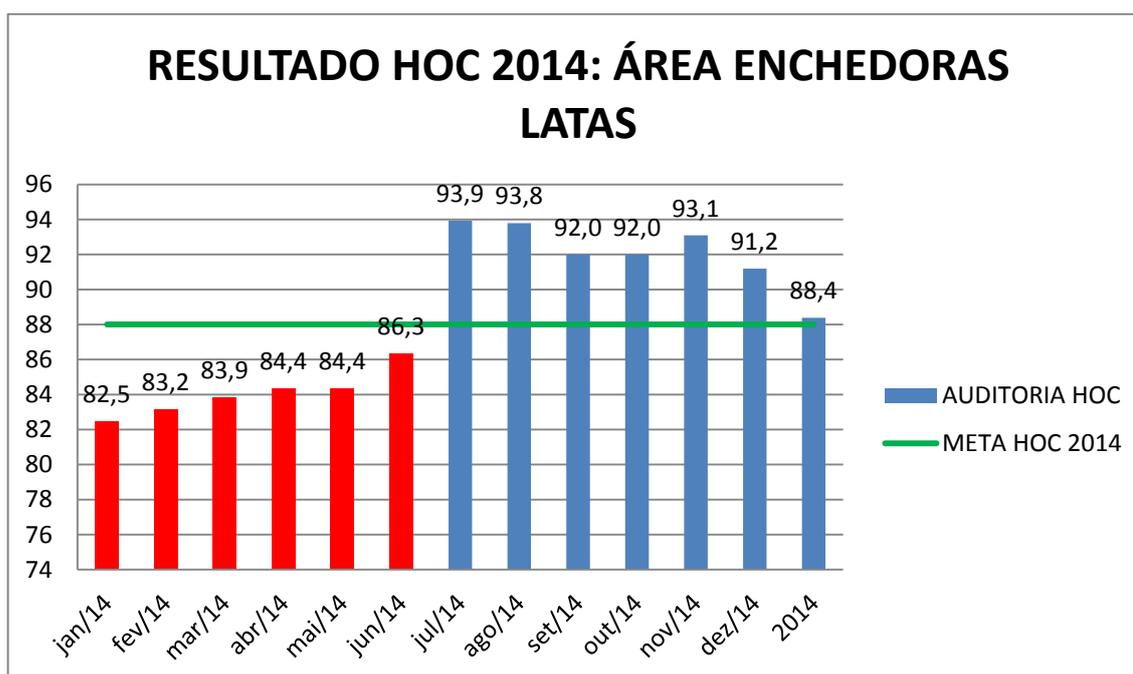


Gráfico 02 – HOC 2014

Fonte: Material da empresa

Outros dois indicadores avaliados neste trabalho foram os impactos das pequenas paradas, perdas de velocidade e quebras no desempenho operacional dos equipamentos estudados.

Na linha 4, podemos verificar através do quadro 07 que houve uma melhora no indicador principal, dentre estes acima relacionados, que tem impacto direto da manutenção autônoma que são as pequenas paradas e perdas de velocidade (*minor stops*).

Apesar de o índice de quebras ter piorado nestes equipamentos, a perda total dos dois indicadores houve uma melhora. Isto significa que o impacto da melhoria das pequenas paradas foi maior que o impacto negativo pelas quebras.

INDICADORES LINHA 4	RESULTADO 2013	RESULTADO 2014	AVALIAÇÃO
% <i>minor stops</i>	1,82%	1,76%	Melhorou 
% <i>breakdown</i>	3,70%	3,87%	Piorou 
% total	5,52%	5,48%	Melhorou 

QUADRO 7 – INDICADORES LINHA 4

Fonte: Material da empresa

Na linha 5, conforme quadro 8, os resultados foram positivos em todos os aspectos, deixando ainda mais evidente a melhoria alcançada com os trabalhos de manutenção autônoma.

INDICADORES LINHA 5	RESULTADO 2013	RESULTADO 2014	AVALIAÇÃO
<i>% minor stops</i>	2,03%	1,18%	Melhorou 😊
<i>% breakdown</i>	2,70%	2,65%	Melhorou 😊
<i>% total</i>	4,73%	3,83%	Melhorou 😊

QUADRO 8 – INDICADORES LINHA 5

Fonte: Material da empresa

O quarto indicador avaliado, foi a assertividade geral no que diz respeito ao nível de enchimento das embalagens/lotos. Este indicador já possuía um nível totalmente aceitável em relação ao que a empresa esperava antes mesmo do desenvolvimento das atividades de manutenção autônoma, entretanto, como princípio de melhoria contínua, existe sempre a possibilidade de melhorar.

O resultado do ano anterior ao desenvolvimento da manutenção autônoma pode ser visto nos gráfico 03 e gráfico 04 respectivamente para as linhas 4 e 5.

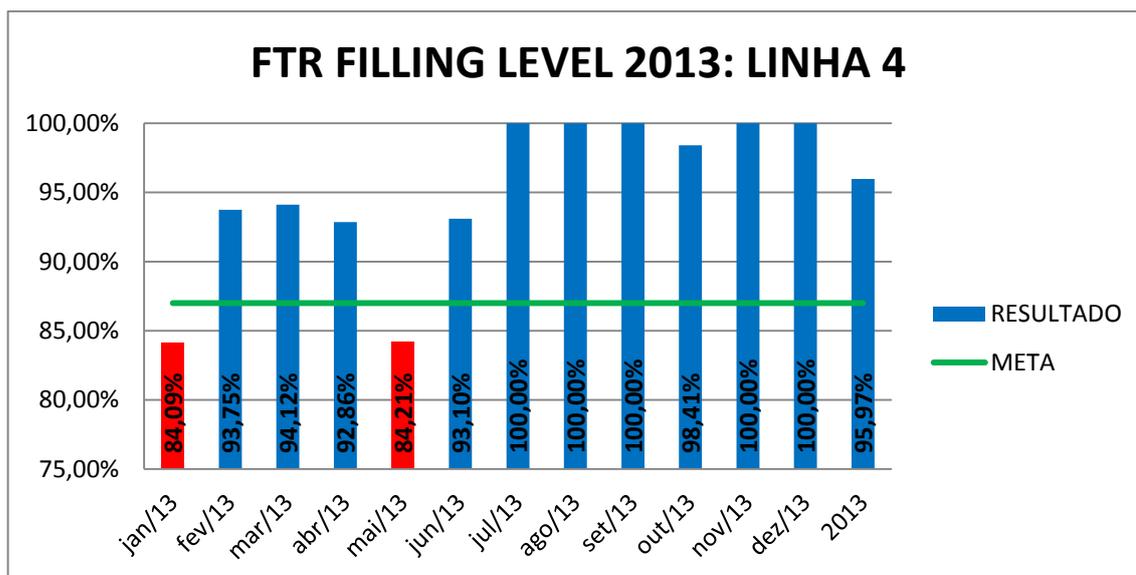


Gráfico 03 – NÍVEL DE ENCHIMENTO DA LINHA 4 EM 2013

Fonte: Material da empresa

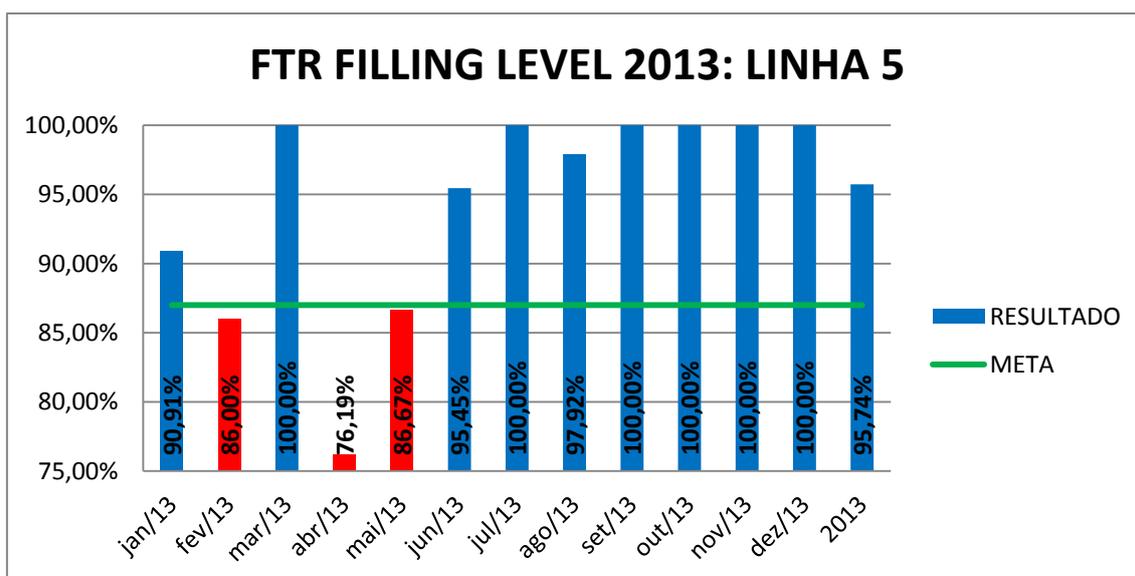


Gráfico 04 – NÍVEL DE ENCHIMENTO DA LINHA 5 EM 2013

Fonte: Material da empresa

O desenvolvimento da manutenção autônoma resultou em uma melhora no nível de enchimento geral do equipamento. Isto se deve principalmente às manutenções em válvulas de enchimento com uma frequência pré-estabelecida, manutenção em réguas de alívio, inspeções de pressão de ar constantemente, dentre outros padrões de inspeção e manutenção pela própria operação. Estes resultados podem ser vistos nos gráficos 05 e 06 respectivamente para as linhas 4 e 5.

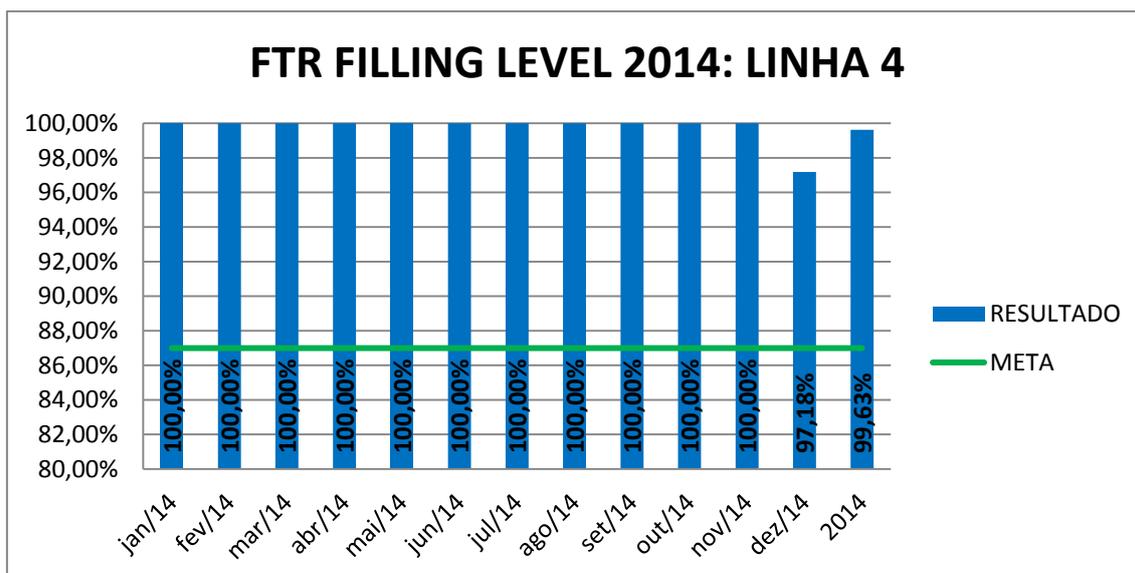


Gráfico 04 – NÍVEL DE ENCHIMENTO DA LINHA 4 EM 2014

Fonte: Material da empresa

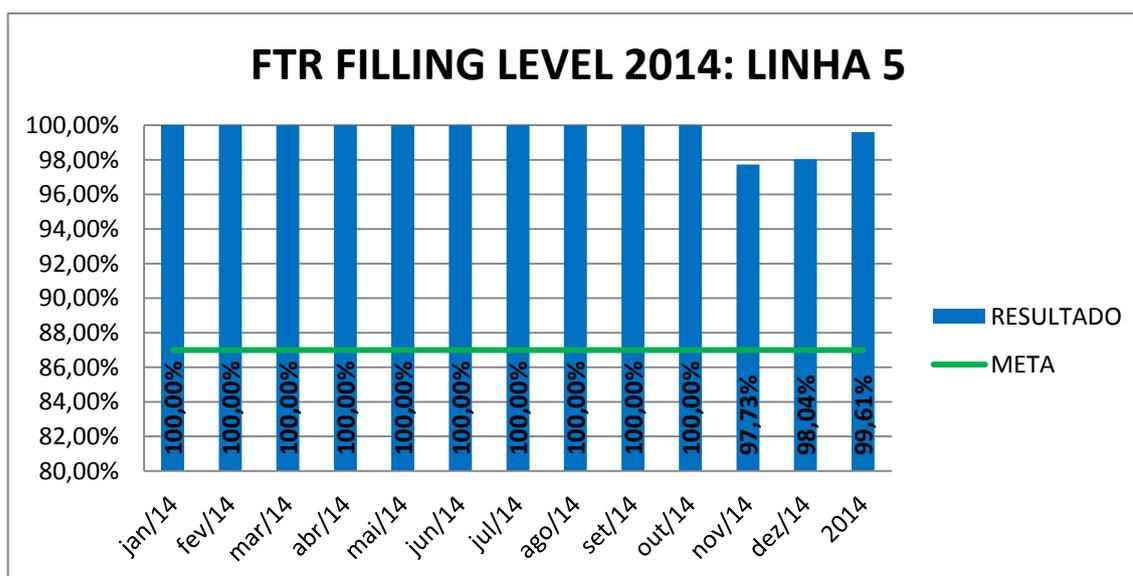


Gráfico 06 – NÍVEL DE ENCHIMENTO DA LINHA 5 EM 2014

Fonte: Material da empresa

Da mesma forma que o indicador de nível de enchimento, o indicador para nível de O₂ na embalagem, também antes mesmo do desenvolvimento das atividades de manutenção autônoma já possuía resultado expressivo com índices de 98,31% e 98,93% nas linhas 4 e 5 respectivamente. Estes resultados podem ser vistos nos gráficos 07 e 08.

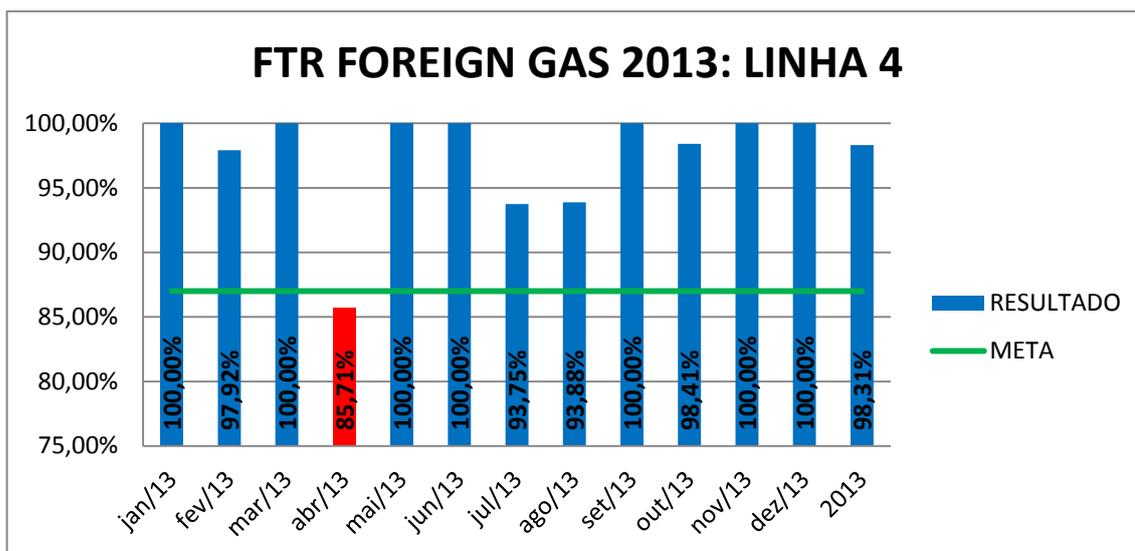


Gráfico 07 – FOREIGN GAS DA LINHA 4 EM 2013

Fonte: Material da empresa

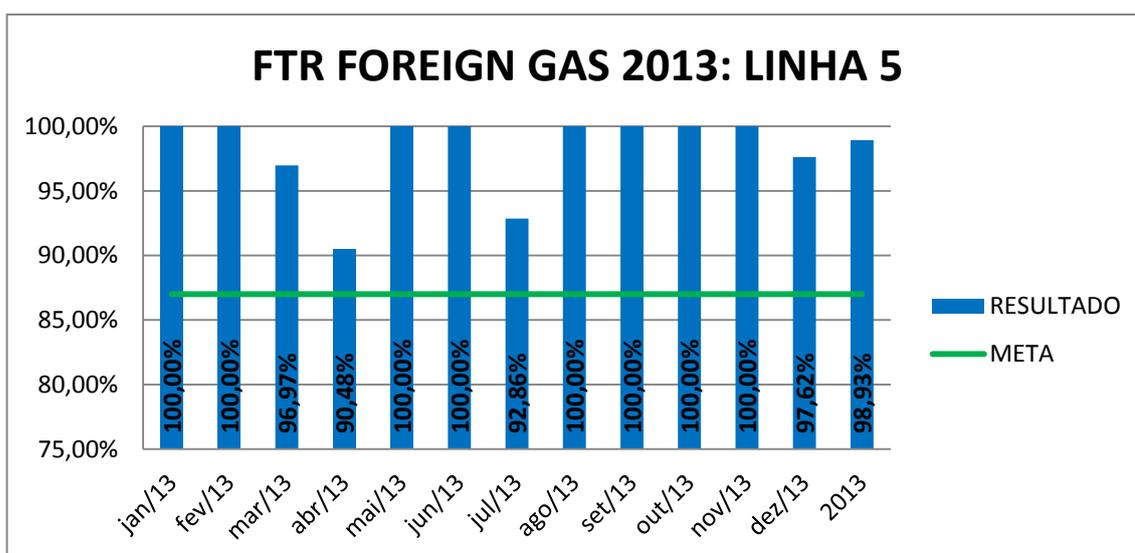


Gráfico 08 – FOREIGN GAS DA LINHA 5 EM 2013

Fonte: Material da empresa

Após o desenvolvimento e manutenção contínua das atividades de manutenção autônoma, é possível perceber nitidamente a evolução deste indicador. Ambas as linhas alcançaram um resultado de 100% de *foreign gas* dentro da faixa pré-estabelecida. Estes resultados se devem principalmente pelas manutenções executadas periodicamente nas válvulas de CO₂, sistema quebra bolhas entre a enchedora e a recravadora, cames de abertura, *orings* de CO₂, dentre outros componentes. Os gráficos 09 e 10 representam os resultados referentes à *foreign gas* nas linhas 04 e 05.

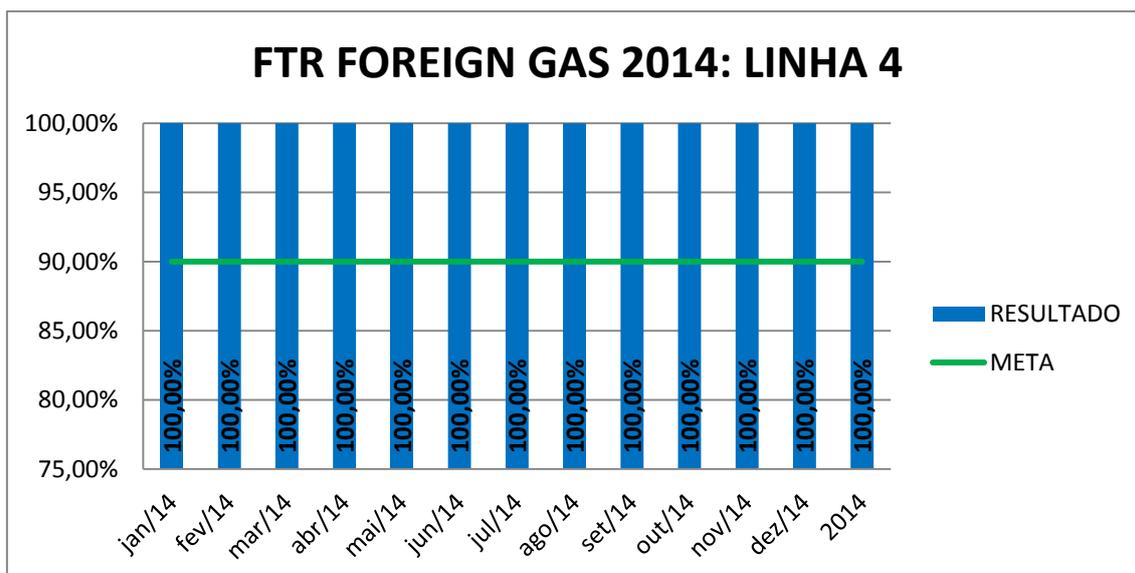


Gráfico 09 – FOREIGN GAS DA LINHA 4 EM 2014

Fonte: Material da empresa

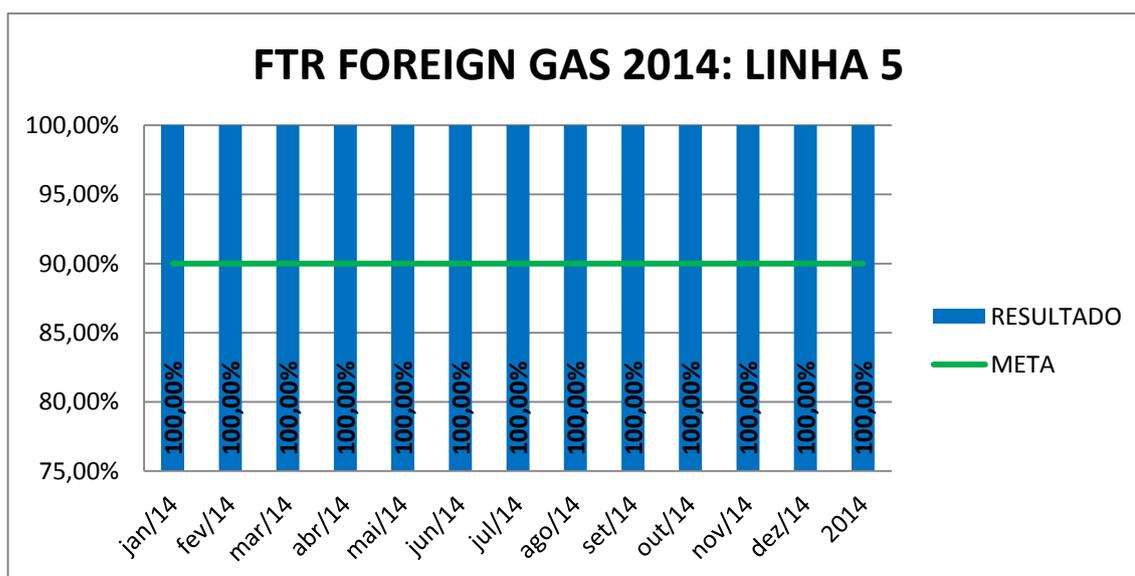


Gráfico 10 – FOREIGN GAS DA LINHA 5 EM 2014

Fonte: Material da empresa

Por último, foi analisado o indicador de % refugos nas linhas. Os resultados do ano de 2013 estavam ruins para a linha 4, entretanto para a linha 5 estavam dentro da meta estabelecida. Os resultados deste ano estão representados nos gráficos 11 e 12 para as linhas 4 e 5 respectivamente.

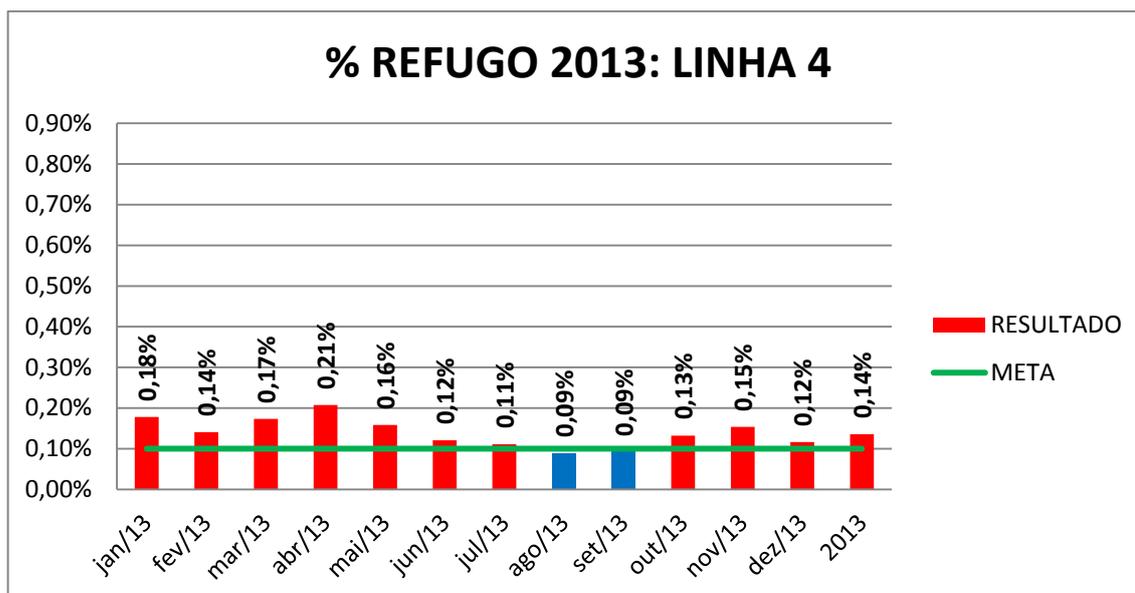


Gráfico 11 – % REFUGO LINHA 04 EM 2013

Fonte: Material da empresa

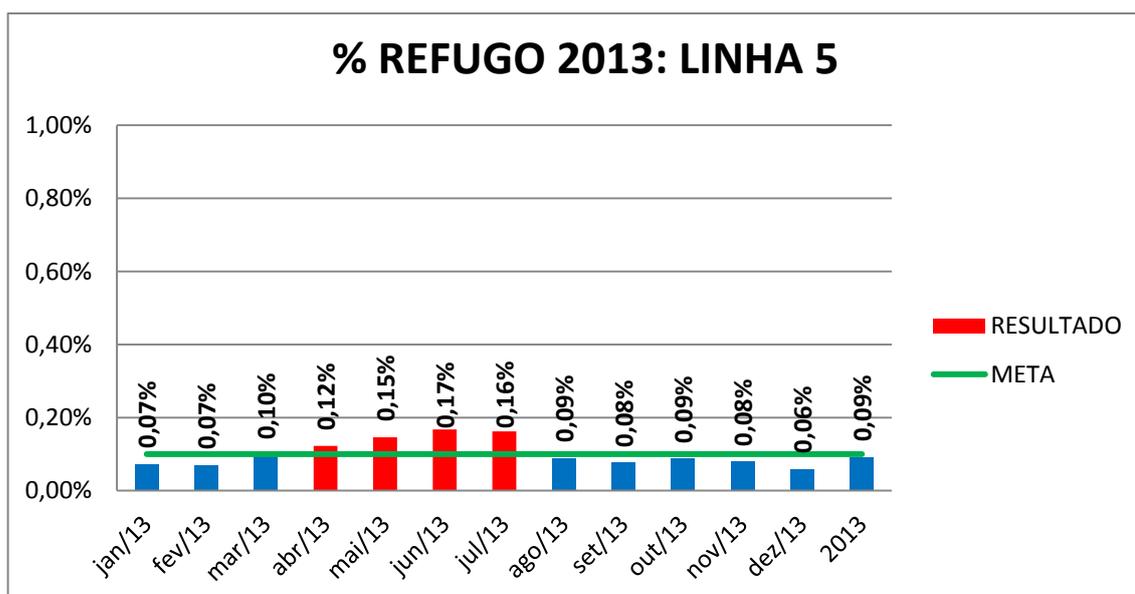


Gráfico 12 – % REFUGO LINHA 05 EM 2013

Fonte: Material da empresa

Após as atividades do time, notou-se que o indicador referente aos refugos das duas linhas obteve resultados negativos em relação ao ano anterior. Nota-se, entretanto que houve uma quebra significativa para o resultado na linha 04 e duas quebras na linha 05 conforme pode ser verificado nos gráficos 13 e 14.

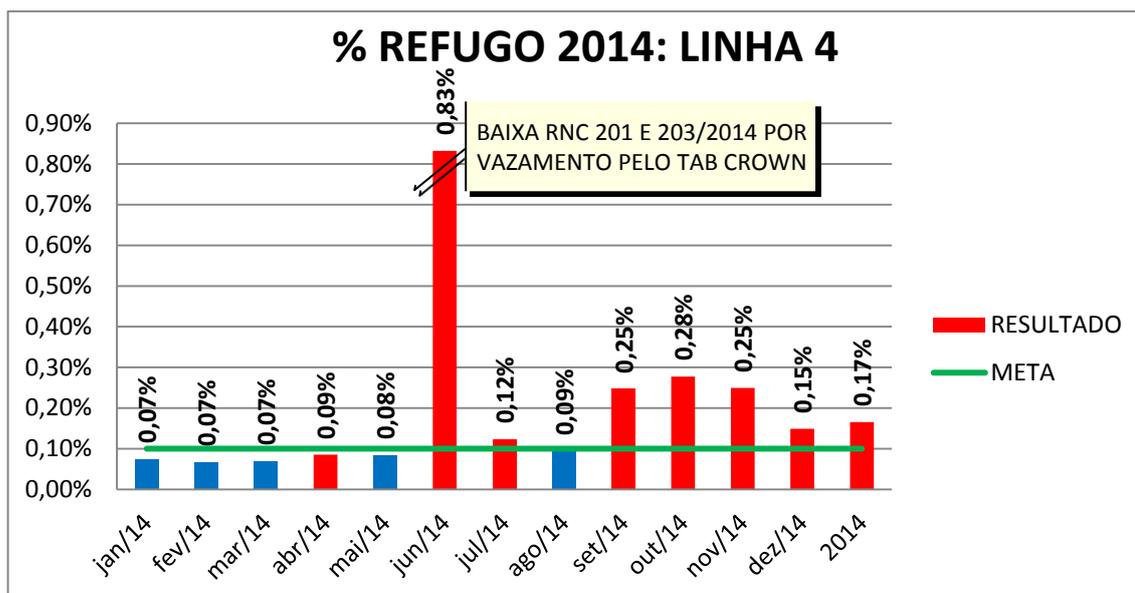


Gráfico 13 – % REFUGO LINHA 04 EM 2014

Fonte: Material da empresa

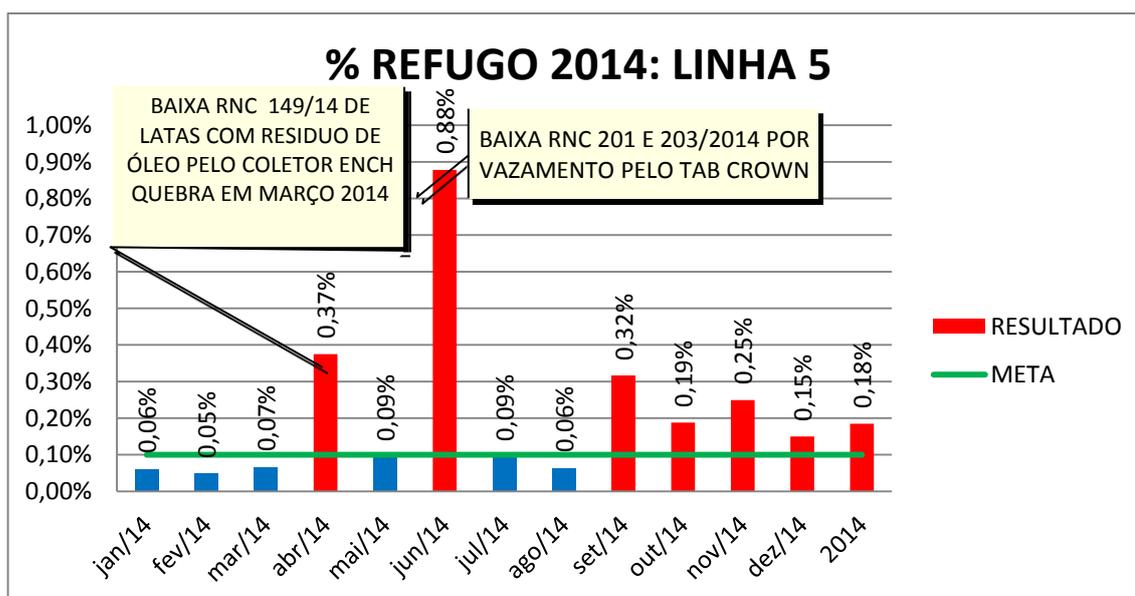


Gráfico 14 – % REFUGO LINHA 05 EM 2014

Fonte: Material da empresa

Apesar de o resultado aparentemente ser negativo para a enchedora, esta conclusão é um pouco precipitada. Conforme discutido na apresentação deste indicador, existem dois pontos de refugo. O primeiro está localizado logo após a recravadora, sendo que este refuga as latas realmente mal cheias ou sem tampa. O segundo está localizado após o pasteurizador, o qual refuga latas sem pressão, com micro furos ou mal cheias.

Como latas sem pressão, e com micro furos não são problemas provenientes do conjunto de enchimento e recravação, deveriam ser, portanto, expurgados da análise. Desta forma, teríamos apenas os resultados com falhas relacionadas ao objeto deste estudo. Podemos ainda dizer que, o fato de o indicador *FTR Filling level* ter apresentado resultados expressivamente positivos, dificilmente o resultado de refugos por nível de enchimento e sem pressão seriam negativos. Conclui-se então, que a abordagem deste indicador não está no nível de desdobramento adequado para uma análise coesa.

Em relação à metodologia da manutenção autônoma, o seu desenvolvimento demonstrou-se simples e flexível para gerar as entregas de cada um dos passos. Desta forma, é válido ressaltar que independentemente do porte da empresa, é possível implementar a manutenção autônoma e obter resultados para o processo. Talvez, o mais importante da manutenção autônoma seja a percepção de cada pessoa envolvida quanto ao senso de propriedade, pois é através dela que se tem a garantia de que as condições serão reestabelecidas, melhorias serão pensadas e desenvolvidas e o padrão será mantido.

Tendo em vista os resultados descritos neste trabalho através dos indicadores selecionados para a avaliação dos mesmos, podemos dizer que o desenvolvimento da metodologia do TPM sem dúvida alguma proporcionou uma evolução significativa não só nas máquinas, bem como em sua área como um todo e também para as pessoas.

Enquanto podemos apontar resultados para as máquinas quanto à melhoria do índice de quebras, pequenas paradas, nível de enchimento, *Foreign gas* e medidas de controle que possam manter estes índices, para a área é possível destacar a certeza de que se tornou um ambiente muito mais seguro com toda a implementação de uma gestão visual e a padronização das atividades.

Todos estes resultados estão paralelamente atrelados ao desenvolvimento das pessoas envolvidas. A evolução dos resultados e mais importante, a manutenção dos mesmos mostra que as pessoas desenvolveram em nível de criticidade para a análise dos problemas, conhecimento técnico, e senso de “dono” de sua área.

Por fim, todos estes ganhos e manutenção dos resultados agora entram em um ciclo de melhoria contínua.

6 CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados obtidos e descritos ao longo deste trabalho, pode-se dizer que os objetivos específicos foram plenamente atendidos. Isto se deve ao desenvolvimento da manutenção autônoma passos 01, 02 e 03 os quais geraram respectivamente os planos de limpeza, inspeção e lubrificação das máquinas estudadas. Outro ponto refere-se à definição e desdobramento de todos os indicadores relacionados à linha para que na sequência fossem avaliados quanto ao impacto das atividades anteriores.

Paralelamente às entregas principais destes passos, podemos ressaltar também o ganho em gestão visual proporcionado por estas atividades e as melhorias desenvolvidas pela operação para evolução dos resultados dos indicadores analisados. Ao todo, foram listados 13 indicadores considerando linhas 04 e 05, sendo seus resultados positivos em 10 destes, fato este que comprova a eficácia da metodologia.

Os resultados alcançados se devem a implementação da metodologia de manutenção autônoma de forma consistente, principalmente no que se diz respeito a uma cultura da operação voltada para “ser dono do equipamento”. Pode-se dizer que este é o maior benefício obtido, já que é através desta cultura que garantimos que as melhorias e resultados positivos sejam permanentes e não pontuais no tempo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adiel Teixeira de; SOUZA, Fernando Campello. **Gestão da Manutenção na direção da competitividade**. Recife-PE, 2001.

AMARATUNGA, D.; BALDRY, D. *Moving from performance measurement to performance management*. *Facilities*, v. 20, n. 5-6, p. 217-223, 2002.

Arato Jr., A. (2004). “**Manutenção preditiva usando análise de vibrações**”, Barueri, SP: Manole, p. 6.

ARAÚJO, Igor Mateus de; SANTOS, Crisluci Karina Souza. **Manutenção elétrica industrial**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 37 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Regulamentadora 1 – NR 01**. Disponível em < <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr1.htm>> Acesso em 05 de Junho de 2015.

BÔAS, Adriano Toledo Vilas. **GESTÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL: CONCEITOS E ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO**. 2005. 64 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

BRAIDOTTI JUNIOR, José Wagner. **A falha não é uma opção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2013.

CARREIRA, Filipe; SILVA, Luís; CANEIRA, Tiago. **Manutenção – Evolução e Sua Importância**. 2010. - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior Engenharia de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2010.

CASTRO, Antonio Marques de et al. **A Gestão do Conhecimento, como ferramenta à Manutenção Produtiva Total**, TPM - Total Productive Maintenance. In: Congresso ADM, 1., 2014, Ponta Grossa.

DIAS, S. L. V. **Avaliação do Programa de TPM em uma Indústria Metal-Mecânica do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS. 1997

DUTRA, Thiago. **Os 8 Pilares do TPM**. Disponível em: <<http://brasilengenhariademanutencao.blogspot.com.br/2012/11/os-8-pilares-do-tpm.html>>. Acesso em: 29 de maio de 2015.

Solving Efeso Consulting. **Passo Inicial Manutenção Autônoma**. 2011.

FALCONI, Vicente Campos. **TQC Controle da Qualidade Total** (no estilo Japonês). 8ª Edição. Editora EDG, 1999.

FOGLIATTO, Flavio Sanson; RIBEIRO, Jose Luis Duarte. **CONFIABILIDADE E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**. Campus, 2009.

FURLAN, Emerson; LEÃO, Moisés Souza. **Manutenção Autônoma: Um Estudo de Caso em Uma empresa de Embalagens Cartonadas**. 2010. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Faculdade Cenecista de Capivari-sp – Facecap, Capivari, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

HARTMANN, E.H. **Successfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant.** Pittsburgh, EUA: TPM Press, 1992.

JIPM. Japan Institute of Plant Maintenance Solutions Company Limited. **JIPM-S.** Disponível em: < <http://www.tpm.jipms.jp/>>. Acesso em 18 mai. 2015.

KARDEC, A; **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma.** Rio de Janeiro: ABRAMAN:2002. 236 p.

KARDEC, A; NASCIF, J; **Livro: Manutenção: Função Estratégica;** 2ª edição – Editor de desenvolvimento gerencial; 2003.

KAYDOS, W; ***Measuring, Managing, and Maximizing Performance.*** Portland, Productivity Press: 1991.

MCKONE, K.; ROGER G. SCHROEDER, K. **The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance.** Journal of Operations Management, 19, 2001, 39-58.[3]

KIYAN, F.M; **Proposta para desenvolvimento de indicadores de desempenho como suporte estratégico.** 118 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2001.

KODALI, R.; CHANDRA, S. ***Analytical hierarchy process for justification of total productive maintenance. Production Planning & Control.*** v. 12, n. 7, p 695-705, 2001.

SILVA, E.L; MENEZES, E.M; **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** Florianópolis. 2005.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Atlas, 2011.

MOUBRAY, J. **Reliability-Centered Maintenance**. 2nd ed - Woodbine, NJ Industrial Press Inc., 1997.

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. Aladon Ltd. Lutterworth. (2000)

NAKAJIMA, S. **Total Productive Maintenance**. Productivity Press. 1988

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1989, 111p

NAKAZATO, Koichi. "**Overseas Instructor's Courses Text**", JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance, Tokyo, Japan. Tradução: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, São Paulo, 1998.

PALADINI, E. P. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002.

PAULA, L.F; SILVA, M.M; ROCHA, T.J.S; FERNANDES, J.C;. **Manutenção e Lubrificação de Equipamentos - Os oito pilares da TPM**. – Faculdade de Engenharia de Bauru, Bauru, 2010.

PASCOLI, Sandra Virgínia Tolesano; PASCOLI, José Américo. **Boletim Informativo nº 01/09**. Itapuí: Qualisoluções, 2009. Color.

PINTO, A.K.; XAVIER, J. N. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed.1999.

RESENDE, Andre Alves de; DIAS, Lucas Ponsoni. **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM): CONSIDERAÇÕES SOBRE CASOS DE SUCESSO.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014. Curitiba: ENEGEP, 2014. p. 1 - 17. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_105_24987.pdf>. Acesso em: 12 maio 2015.

RIBEIRO, C.R.; **Processo de implementação da manutenção produtiva total (T.P.M.) na indústria brasileira.** 2003. 84f. Monografia (Graduação) – Curso de Administração. Taubaté/SP.

RIBEIRO, Haroldo. **Desmistificando o TPM, Como implantar o TPM em empresas fora do Japão.** São Caetano do Sul: PDCA Editora, 2010.

RODRIGUES, Marcelo. **MANUTENÇÃO INDUSTRIAL EM CURITIBA E CIDADES CIRCUNVIZINHAS: UM DIAGNÓSTICO ATUAL.** 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia, Tecnologia e Desenvolvimento, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <http://files.dirppg.ct.utfpr.edu.br/ppgte/dissertacoes/2003/ppgte_dissertacao_111_2003.pdf>. Acesso em: 10 maio de 2015.

SANTOS, M.S.; RIBEIRO, F.M; **Cervejas e Refrigerantes.** São Paulo : CETESB, 2005.

SHIROSE K.; KIMURA Y.; NOKASU Y.; TANIGUCHI S.; TANAKA S.; YOSHIDA R.; MITOME Y. **Mantenimento Autônomo por Operarios.** Madrid: TGP Hoshin, 1999.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção.** London: Pitman Publishing, 1999. 525 p.

SUZUKI, Tokutaro. **TPM for Process Industries**. Portland: Productivity Press, 1994. 388 p.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

TAKAHASHI, Y ; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. 2.ed. São Paulo: Instituto IMAN, 2000. 322p.

TAVARES, Lourival Augusto. **Manutenção Centrada no Negócio (Business Centered Maintenance)**. In: CONGRESSO DE GESTÃO E TÉCNICAS NA MANUTENÇÃO, 5., 2001, Belo Horizonte. TecEm, 2001. p. 1 - 13.

TONDATO, R.; FOGLIATO, F. S. **Manutenção Produtiva Total na Indústria de Processos Gráficos**. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005.

TURRONI, J.B; MELLO, C.H.P; **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Itajubá. 2011.

XENOS, Harilaus G.. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.