



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS RUSSAS
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

GILVAN ANTONIO CAPPI

**APLICAÇÃO DO PLANO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO NO PROCESSO DE
ENGARRAFAMENTO DE UMA LINHA PRODUTIVA E SEU IMPACTO NO
DESEMPENHO DE UMA EMPRESA DO SETOR DE BEBIDAS DO CEARÁ: UM
ESTUDO DE CASO**

RUSSAS

2022

GILVAN ANTONIO CAPPI

APLICAÇÃO DO PLANO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO NO PROCESSO DE
ENGARRAFAMENTO DE UMA LINHA PRODUTIVA E SEU IMPACTO NO
DESEMPENHO DE UMA EMPRESA DO SETOR DE BEBIDAS DO CEARÁ: UM
ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia Mecânica da
Universidade Federal do Ceará, Campus
Russas, como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Profa. Dra. Caroliny Gomes de
Oliveira

RUSSAS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C247a Cappi, Gilvan Antonio.
Aplicação do plano e controle de manutenção no processo de engarrafamento de uma linha produtiva e seu impacto no desempenho de uma empresa do setor de bebidas do Ceará: Um estudo de caso / Gilvan Antonio Cappi. – 2022.
75 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia Mecânica, Russas, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Caroliny Gomes de Oliveira.

1. Planejamento e controle de manutenção. 2. PCM. 3. Indicadores de desempenho. 4. Engarrafamento. I. Título.

CDD 620.1

GILVAN ANTONIO CAPPI

APLICAÇÃO DO PLANO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO NO PROCESSO DE
ENGARRAFAMENTO DE UMA LINHA PRODUTIVA E SEU IMPACTO NO
DESEMPENHO DE UMA EMPRESA DO SETOR DE BEBIDAS DO CEARÁ: UM
ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia Mecânica da
Universidade Federal do Ceará, Campus
Russas, como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovado em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Caroliny Gomes de Oliveira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. Ramon Rudá Brito Medeiros
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Pedro Helton Magalhães Pinheiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente de agradecer a Deus por toda a minha saúde e por me abençoar todos os dias desde que eu nasci.

Também gostaria de agradecer a meu pai, Gilvan Cappi por todos os ensinamentos e conselhos sempre que possível; a minha mãe, Elyane Kadur Deniz, pelo apoio incondicional desde o berço; a minha irmã, Rafaela Cappi, por sempre me ajudar nos “perrengues” pessoais e profissionais da vida e a toda minha família, em especial a família Cappi, pelo suporte e pelo amor, melhor família não há e minha gratidão por todos será eterna.

Aos meus companheiros de caminhada dentro da universidade, que fizeram os dias mais leves e a rotina menos pesada, que tenho orgulho em chamar de amigos, saibam que estarei aqui para tudo o que precisarem, são eles: Edgar Bruno; Pedro Henrique Macena, João Paulo Alves (JP), João Victor Nogueira (Pias); Bruno Herculano (Pomps); Lardner Dias (Piras); Orismildes Neto e a todos que também estiveram comigo durante esse percurso.

Um agradecimento especial a Jorge Jackiw e a Francisco Thyallen, por abrirem as portas da empresa para minha coleta de dados, a toda a equipe de manutenção que se colocou à disposição para responder minhas perguntas, sem vocês, esse trabalho não seria possível.

A Profa. Dra. Caroliny Gomes de Oliveira, pela excelente orientação e por estar sempre a disposição para tirar as minhas dúvidas.

Aos professores participantes da banca examinadora: Prof. Dr. Ramon Rudá Brito Medeiros e Prof. Dr. Pedro Helton Magalhães Pinheiro pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

A Universidade Federal do Ceará - Campus Russas, por ter me dado a chance de ingresso no ensino superior, ao reitor, e a todos os coordenadores, professores, secretários, técnicos, servidores e aos outros funcionários responsáveis por fazer desta universidade uma das melhores do Brasil, que continuem alimentando os sonhos dos jovens desse país.

“Não conseguia encontrar o carro dos meus sonhos, então projetei um.” (Ferdinand Porsche).

RESUMO

Em um cenário de intensa competição de mercado, as empresas buscam incessantemente maneiras para tornar seus meios produtivos mais eficientes, buscando sempre aliar isso a redução dos custos e o desempenho de suas linhas de produção, para isso, o setor de manutenção aparece como crucial para o cumprimento dessas metas, em uma empresa de bebidas não é diferente. O presente trabalho busca ilustrar a aplicação de um método de gestão de manutenção chamado Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), em um maquinário específico responsável pelo engarrafamento de uma linha de produtos e seu impacto positivo no desempenho da instalação. Os indicadores de desempenho presentes no PCM ganham destaque, pois estão diretamente ligados ao aumento da confiabilidade do equipamento industrial, haja visto que, à medida que há um controle das variáveis envolvidas, menores serão as chances de ocorrer eventos inesperados. Para a realização deste trabalho, foi obtido acesso a relatórios relacionados com o equipamento estudado, além de entrevistar e conversar com os colaboradores responsáveis pela manutenção, onde os mesmos compartilharam suas conclusões a respeito da aplicação do PCM. Para obtenção dos resultados, foi obtido acesso aos dados antes e depois da aplicação do PCM e seus indicadores, realizados entre Janeiro de 2013 até Junho de 2017, para fazer uma análise da situação pré e pós implantação do método, na qual demonstrou como foi realizado desde a etapa inicial (referência bibliográfica, elaboração de procedimentos) até a etapa final (análise do impacto no desempenho e visão dos responsáveis) e a comprovação de que a implementação do PCM é eficiente no desempenho da linha.

Palavras-chave: Planejamento e Controle de Manutenção; PCM; Indicadores de desempenho; Engarrafamento.

ABSTRACT

In an intense market competition scenario, the companies search incessantly ways to make your productive means more efficient, allying this to a costs decrease and the performance of your productive lines, for that to happen, the maintenance sector shows up in a crucial way to achievement of goals, in a drinks company it is not different. The present work seeks to illustrate the application of a maintenance management method called Planning and Controlling of Maintenance (PCM) in a specific machine responsible for the bottling of a productive line and its positive impact in the installation performance. The performance indicators presents on PCM gain prominence because they are directly linked to the industry equipment reliability increase, because as long as there is variables control, lower are the chances of unexpected events occurring. For the fulfillment of this work, the author had access to relatories linked to the studied equipment, in addition to interview and talk to the contributors responsible for the maintenance, where they shared their conclusions on the PCM application. For the results achievement, was obtained access to the data before and after the PCM application and it's indicators, carried out between January 2013 and June 2017 to do an pre and post analysis of the method situation, which it is gonna be demonstrated how it was made since the initial step (bibliography reference, procedure elaboration) to final stage (performance impact analyses and the responsables view), and the comprovation that the PCM's application is efficient.

Keywords: Planning and Controlling of maintenance; PCM; Performance indicators; Bottling machine.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gerações da manutenção.....	15
Figura 2 – Evolução da manutenção.....	17
Figura 3 – Exemplo de tagueamento.....	27
Figura 4 – Formato de <i>Tag</i> para instrumentos de acordo com a ISA 5.1.....	28
Figura 5 – Código padrão de alguns equipamentos.....	29
Figura 6 – Ordem de serviço.....	31
Figura 7 – Perguntas do 5W2H.....	32
Figura 8 – OS com 5W2H implementado (modelo).....	34
Figura 9 – OS com histórico de manutenção.....	37
Figura 10 – Vista panorâmica da Engarrafadora DRV-VF-N 80.....	45
Figura 11 – Aplicação padrão do <i>tag</i>	47
Figura 12 – Fluxograma relacionado aos tipos de manutenção.....	48
Figura 13 – Etapas de avaliação.....	49
Figura 14 – Fluxograma de orientação para o relatório semanal do PCM.....	52
Figura 15 – Aplicação do método <i>kaizen</i>	58
Figura 16 – Tagueamento aplicado a engarrafadora.....	59
Figura 17 – Codificação do ativo.....	59
Figura 18 – Componentes com estratégia corretiva na engarrafadora.....	60
Figura 19 – Ativos com planejamento preventivo.....	61
Figura 20 – Ativos com planejamento preditivo.....	62
Figura 21 – Fluxograma para implantação dos indicadores.....	63
Figura 22 – Pré e pós-implantação do PCM e seus indicadores.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros que devem nortear a execução da Matriz de Criticidade.....	35
Quadro 2 – Painel de indicadores.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios e parâmetros para Manutenção Preventiva.....	50
Tabela 2 – Critérios e parâmetros para Manutenção Preditiva.....	51
Tabela 3 – Critérios e parâmetros para Manutenção Corretiva.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CMF	Custo de Manutenção Sobre Faturamento
CPMV	Custo de Manutenção Sobre Valor de Reposição
FMEA	Análise do Modo e Efeito de Falha
HH	Homem-Hora
ISA	Sociedade Internacional de Automação
ISO	Organização Internacional de Normalização
MCC	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MTBF	Tempo Médio Entre Falhas
MTTR	Tempo Médio de Reparo
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
NR	Norma Regulamentadora
OEE	Eficiência Global dos Equipamentos
ONU	Organização das Nações Unidas
OS	Ordem de Serviço
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
PDM	Padrão de Descrição dos Materiais
SAP	Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema
SS	Solicitação de Serviço
TPM	Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivo geral	13
1.2	Objetivos específicos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Uma breve história da manutenção	14
2.2	Evolução da manutenção	15
2.3	Conceito de manutenção	17
2.3.1	<i>Termos aplicados a manutenção</i>	18
2.4	Classificação da manutenção	19
2.4.1	<i>Manutenção corretiva</i>	19
2.4.2	<i>Manutenção preventiva</i>	20
2.4.3	<i>Manutenção preditiva</i>	21
2.4.4	<i>Manutenção autônoma</i>	21
2.5	Gestão de manutenção	22
2.6	Planejamento e controle de manutenção (PCM)	23
2.6.1	<i>Definição do PCM</i>	23
2.6.2	<i>Funções e objetivos do PCM</i>	23
2.6.3	<i>Ações requeridas e benefícios</i>	24
2.6.4	<i>Implementação do PCM</i>	24
2.6.5	<i>Tagueamento</i>	27
2.6.6	<i>Padrão de descrição dos materiais</i>	28
2.6.7	<i>Processamento dos serviços de manutenção</i>	29
2.6.7.1	<i>Ordem de serviço – OS</i>	29
2.6.7.2	<i>Solicitação dos serviços de manutenção – SS</i>	31
2.6.8	<i>5W2H</i>	32
2.6.9	<i>Criticidade</i>	34
2.6.10	<i>Registro histórico de manutenção</i>	36
2.7	Indicadores de desempenho	37
2.7.1	<i>MTBF</i>	38
2.7.2	<i>MTTR</i>	38
2.7.3	<i>Disponibilidade</i>	38
2.7.4	<i>Confiabilidade</i>	39
2.7.5	<i>Backlog</i>	39
2.7.6	<i>Custo de manutenção sobre faturamento (CMV)</i>	40
2.7.7	<i>Indicador de manutenção corretiva e preventiva</i>	40
2.7.8	<i>Custo de manutenção sobre valor de reposição (CPMV)</i>	41
2.7.9	<i>Indicador de eficiência global dos equipamentos (OEE)</i>	41
3	METODOLOGIA	42
3.1	A empresa	42
3.2	Avaliação pré-implementação do PCM	43

3.3	Motivação para implantação do PCM.....	44
3.4	A engarrafadora.....	44
3.5	Metodologia kaizen.....	46
3.6	Método de rastreio e identificação dos equipamentos.....	47
3.7	Implementação dos tipos de manutenção.....	47
3.7.1	<i>Análise e classificação dos métodos de manutenção.....</i>	48
3.8	Elaboração da instrução.....	51
3.8.1	<i>Responsabilidades.....</i>	52
3.8.2	<i>Variáveis.....</i>	53
3.8.3	<i>Indicadores.....</i>	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1	Implantação do PCM.....	57
4.1.1	<i>Aplicação geral das ferramentas de manutenção.....</i>	57
4.1.1.1	<i>Kaizen aplicado a engarrafadora.....</i>	57
4.1.1.2	<i>Aplicação do tagging.....</i>	59
4.1.1.3	<i>Definição dos tipos de manutenção.....</i>	60
4.1.1.3.1	<i>Aplicação do plano corretivo.....</i>	60
4.1.1.3.2	<i>Aplicação do plano preventivo.....</i>	61
4.1.1.3.3	<i>Aplicação do plano preditivo.....</i>	62
4.1.2	<i>Aplicação dos indicadores de desempenho.....</i>	62
4.2	A execução.....	63
4.3	Sistema de gestão por indicadores.....	65
4.4	Resultados da implantação do PCM.....	66
4.4.1	<i>Visão da operação e manutenção.....</i>	67
4.4.2	<i>Análise percentual dos resultados.....</i>	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
	REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

A busca por excelência por partes das empresas se dá com o aumento da competitividade no cenário industrial brasileiro, com a premissa sempre de fazer a produção crescer, dos custos decrescer e da qualidade requerida se manter a um grau que visa atender os parâmetros de qualidade da empresa em questão.

Em um cenário como esse, manter a competitividade a um estágio crescente se torna um desafio, a indústria de bebidas não alcoólicas encontra-se nesse patamar, por isso, o setor busca constantemente otimizar seus processos ao máximo, seja inovando seus produtos, seja tentando diminuir seus custos de produção, dentre as estratégias usadas, o setor de manutenção acaba sendo foco dessas mudanças.

Inúmeras empresas das mais diversas áreas veem o setor de manutenção como um custo adicional e não como um investimento a longo prazo, esse campo tem como objetivo garantir que os processos que envolvam maquinários industriais funcionem continuamente e desempenhem seu papel da melhor forma. O bom funcionamento em questão é realizado por meio de um conjunto de procedimentos previamente mapeados, dentre os planos de manutenção mais utilizados podemos citar: *FMEA* (Análise de Modo e Efeito de Falha), *MCC* (Manutenção Centrada de Confiabilidade), *PCM* (Planejamento e Controle de Manutenção), entre outros.

A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma visita técnica em uma empresa do segmento econômico de bebidas do estado do Ceará, e foi notado o uso do PCM como a principal forma de planejamento para a manutenção dos equipamentos industriais. Um dos responsáveis pelo segmento contou que há aproximadamente 2.000 planos de controle de manutenção e que todos são imprescindíveis para se manter a excelência dos processos de fabricação e o aumento dos indicadores de desempenho da empresa.

Dentre todos os processos que ocorrem até a saída do produto final do fabricante rumo ao ponto de venda, o engarrafamento ganha destaque por ser de suma importância na fabricação de bebidas não alcoólicas em garrafa plástica, um dos itens de maiores vendas da empresa. Tal recurso também demanda bastante atenção do setor de manutenção, nesse caso, o PCM atua de forma direta no funcionamento dos maquinários industriais responsáveis por esse processo.

1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicação do método PCM no setor de manutenção de um processo de engarrafamento de uma indústria de bebidas do Ceará e avaliar seus impactos na produção.

1.2 Objetivos específicos

Com base em dados coletados pode-se afirmar que a empresa não obtinha resultados positivos, visto a confiabilidade duvidosa da engarrafadora, a análise dos impactos pós PCM mostrará se ele surge como um método assertivo para os manutentores. Para aplicação dessa ferramenta, os responsáveis fizeram uma minuciosa pesquisa sobre as literaturas que trazem à tona esse tipo de conteúdo.

Um objetivo claro da aplicação é a notória variabilidade com que esse método é implementado em diferentes empresas, a corporação estudada não é diferente, pois ela tem os seus próprios métodos para se planejar e gerir a manutenção, devendo buscar uma adequação do modelo. Essa variabilidade deve-se mostrar útil, pois pode elucidar o quão importante uma boa base teórica é para a tomada de decisões.

A análise feita também vai mostrar o grau de importância de se ter um fluxo de informação bem filtrado, levando em consideração os registros feitos pelos colaboradores da manutenção para evitar que ocorrências de falhas, quebras ou panes voltem a acontecer, além de evidenciar também a necessidade de haver uma boa comunicação entre os responsáveis.

Outra meta que também pode ser citada é o legado deixado pela aplicação do planejamento e controle de manutenção, ou seja, se foi viável a empresa a sua implementação e se os resultados foram satisfatórios no quesito desempenho da engarrafadora.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uma breve história da manutenção

No cenário da indústria, a manutenção possui um papel de suma importância, independente de qual o segmento econômico e sua relação com a conservação de equipamentos e instalações é direta, garantindo a qualidade do produto, algo extremamente necessário para se conquistar espaço no mercado, atendendo aos níveis que são exigidos por fornecedores, que aumentam dia após dia.

Segundo Viana (2002) realiza algumas considerações a respeito do surgimento da manutenção.

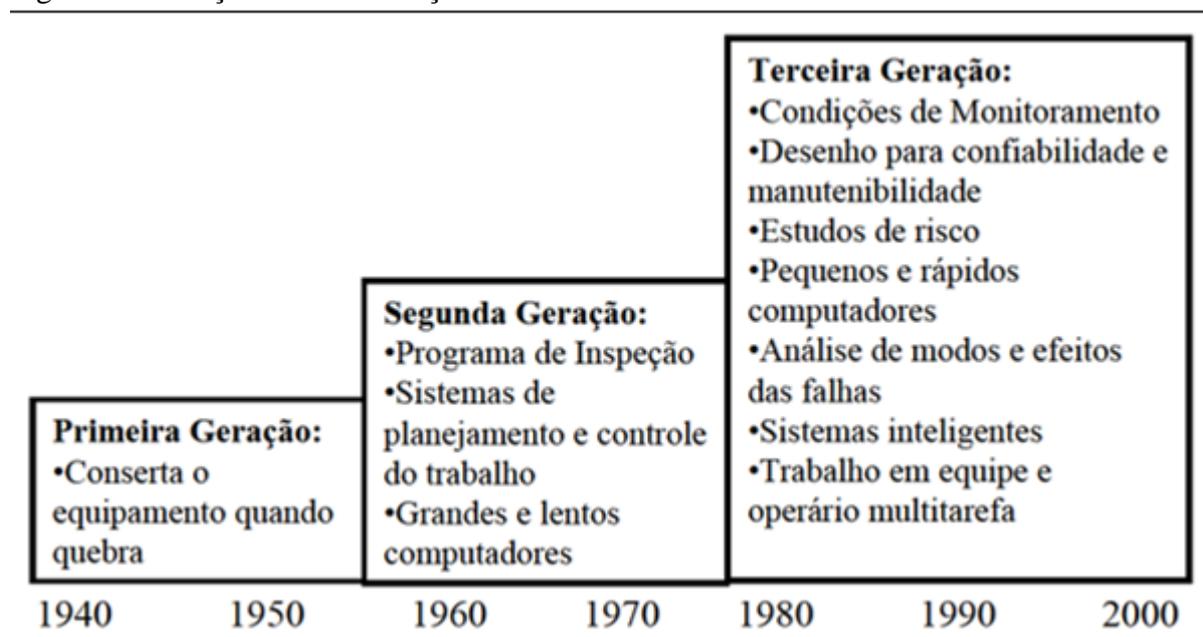
- Podemos não perceber, mas a manutenção, palavra derivada do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem, está presente na história humana há eras, desde o momento em que começamos a manusear instrumentos de produção. Com o advento da Revolução Industrial no final do século XVIII, a sociedade humana começou a se agigantar, no tocante à sua capacidade de produzir bens de consumo. No século XX as revoluções foram várias, sendo peculiares as ocorridas no campo da tecnologia, cada vez mais rápidas e impactantes no *modus vivendi* do homem. (VIANA, 2002, p. 1)
- Observamos novidades como o telefone transcorrer meio século entre a sua invenção e sua aplicação industrial e comercial; a televisão, 12 anos; o transistor, 5 anos e o laser, um ano e meio, mas na mesma tocada que aparecem e são comercializados, os bens de produção atualmente se tornam obsoletos. Como os bens de produção, fábricas inteiras, ou até mesmo um setor industrial completo, podem se tornar ultrapassados em poucos anos. (VIANA, 2002, p. 1)

Equipamentos de alta tecnologia e alta capacidade produtiva devem ser implantados no setor de manutenção, pois torna a área mais exigente quanto a disponibilidade, além claro,

de ser imprescindível para o setor, operadores que atuem de forma racional e produtiva, evoluindo assim técnicas de organização e planejamento nas empresas.

De acordo com Moubray (2000), a atividade de manutenção passou por um processo de evolução no decorrer dos anos, tendo início a partir da década de 30. Esse processo de evolução pode ser identificado em três gerações, conforme Figura 1.

Figura 1 – Gerações da manutenção



Fonte: Adaptado de Moubray (2000)

2.2 Evolução da manutenção

O setor de manutenção passou por certas gerações durante a história, na Segunda Guerra Mundial ela foi caracterizada por consertos logo após a quebra de um equipamento, sendo que na época não havia grande importância pois não era uma atividade planejada, ou seja, não existia a preocupação dos tempos de reparo necessários para os equipamentos.

Já a segunda geração teve início após a Segunda Guerra Mundial, em um contexto que a indústria ganhou muito destaque com o desenvolvimento de atividades mais complexas, onde a manutenção acabou ganhando grande importância e as empresas começaram a se preocupar mais em evitar falhas, o que contribuiu para o surgimento da manutenção preventiva, que tem como principal objetivo revisões gerais em maquinários realizados periodicamente.

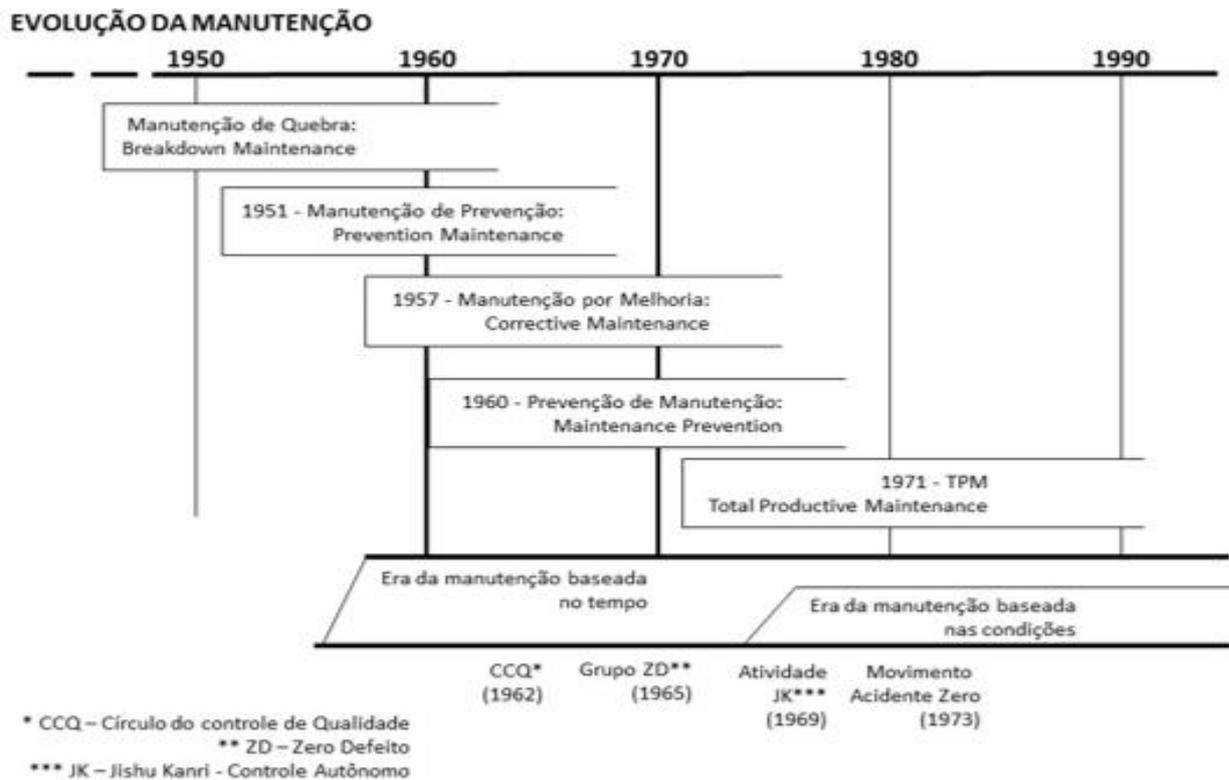
Na terceira geração, a qual a filosofia do “*Just in time*” estava em evidência, a manutenção tornou-se tendência mundial nas grandes empresas com o objetivo de reduzir os estoques e automatizar o máximo de processos possíveis, nessa fase, máquinas capazes de detectar erros e tomar ações de paradas de correção ganharam destaque e uma alta procura.

O “*Just in time*” surgiu da necessidade de se aprimorar a eficiência de produção, com isso a Toyota desenvolveu um conjunto de práticas baseadas na filosofia descrita, essas práticas tinham como objetivo montar um sistema que administrasse e pudesse controlar a produção de acordo com as demandas, minimizando recursos e atrasos de entrega. Ele surge como a obtenção de grandes resultados reduzindo perdas, Pascal (2008) diz que esse sistema está estruturado na necessidade de se produzir somente o necessário na hora necessária, caracterizando assim o sistema de produção puxada.

O método “*Just in time*” e a produção puxada estão diretamente ligados, ou seja, só existe produção se existir demanda, porém nos dias de hoje as empresas utilizam a produção empurrada, que independente da demanda existe a produção.

A Toyota adota uma autonomia das equipes produtivas para a maioria das atividades operacionais, incluindo atividades de manutenção, alguns outros autores, como Pinto e Xavier (2006), caracterizam uma quarta geração onde essa prioriza a manutenibilidade disponibilidade e confiabilidade, dando a essa atividade uma fundamental importância no cenário industrial, pois os equipamentos disponibilizados devem estar vinculados diretamente ao atendimento das demandas de produção, tornando as empresas mais competitivas. A Figura 2 mostra de forma mais clara as gerações da manutenção ao longo do tempo.

Figura 2 – Evolução da manutenção



Fonte: Adaptado de Vitebsk (1997)

2.3 O Conceito de manutenção

A manutenção pode ser explicada como um ato que permite viabilizar e proporcionar que um determinado equipamento ou sistema tenha condições de realizar as funções pela qual foi projetado. Algumas outras definições dizem que a manutenção pode ser conceituada como uma tentativa de evitar que falhas aconteçam, conservando suas instalações físicas através de processos preventivos, diminuindo a ocorrência de falhas não previstas. Para que um equipamento ou sistema desempenhe suas funções de forma satisfatória, o setor de manutenção deve estar sempre bem alinhado com essas definições, assegurando que não ocorra falhas e resulte em produtos de qualidade.

2.3.1 Termos Aplicados a Manutenção

Viana (2002) cita alguns termos aplicados à manutenção com as suas respectivas definições, os mesmos serão abordados a seguir, visando uma compreensão mais aprofundada sobre o trabalho acadêmico desenvolvido:

- a) Falha: Momento em que um componente ou equipamento não consegue mais desempenhar sua função requerida.
- b) Defeito: Considerado como o desvio da característica de um item quando comparado aos seus requisitos.
- c) Defeito crítico: Conceituado como defeito que terá como resultado condições inseguras para pessoas e danos materiais significativos.
- d) *Benchmark*: São os valores mais expressivos dos líderes de mercado reconhecidos, ou seja, valores que devem ser alcançados, tendo em vista a excelência.
- e) *Benchmarking*: É a ação de buscar a comparação com os líderes reconhecidos, visando adotar as medidas que estão trazendo excelentes resultados para eles.
- f) Confiabilidade: Pode ser conceituada como a capacidade de um item desempenhar uma determinada função requerida, sob condições e intervalo de tempo predeterminado.
- g) Item de Controle: São indicadores que tem por finalidade realizar a medição da qualidade do processo.
- h) Banco de dados: Pode ser conceituado como um conjunto de informações referente à manutenção, pessoal, serviços, eventos, ocorrências.
- i) Componente: Integrante de um equipamento.
- j) Tag: Endereço físico de equipamento ou conjunto de equipamentos.
- k) FMEA: É uma ferramenta utilizada para análise de efeitos e modos de falha, cujo objetivo consiste na garantia da qualidade.
- l) Followup: Acompanhamento ou monitoramento de determinada situação que se deseja obter status atualizado.
- m) Feedback: Considerado como o retorno sobre uma informação passada.
- n) Manutenibilidade: É a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções desejadas, bem como, requeridas.
- o) Manutenção planejada: Manutenção realizada com base em ações e controles predeterminados, ou seja, é a manutenção onde se possui todas as informações do que

será realizado, bem como, os recursos necessários antes do início da intervenção.

- p) p) Manutenção por ocasião: É a manutenção realizada aproveitando-se o tempo em que determinado item não está em operação.
- q) Manutenção programada: É a manutenção realizada com base em uma frequência pré-estabelecida.
- r) *Retrofitting*: É a intervenção realizada em um equipamento com a finalidade de realizar a sua atualização tecnológica.
- s) Ordem de manutenção (OM): É a instrução de trabalho enviada à execução de manutenção, geralmente emitida pelo planejamento, com as atividades a serem executadas em determinada intervenção. A ordem de manutenção deve conter o centro de trabalho a que se destina a atividade, o material a ser utilizado, caso necessário, e o tempo de trabalho previsto para execução da atividade solicitada.
- t) Pane: Um item em falha apresenta um determinado estado, este, por sua vez, é denominado pane.
- u) Reparo: É a ação de restituir determinado item danificado, colocando o mesmo em condição aceitável de utilização.
- v) HH: É a hora de trabalho do mantenedor.

2.4 Classificação da manutenção

As maneiras de se intervir nos instrumentos de produção com o objetivo de evitar alguma falha possuem classificações, são os chamados tipos de manutenção, dentre eles podemos descrever: manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção autônoma. Segundo Viana (2002) há um consenso em torno das classificações, pois as mudanças sofridas por cada uma até hoje são irrelevantes.

2.4.1 Manutenção corretiva

De acordo com a norma NBR 5462 (1994), manutenção corretiva pode ser definida como uma ação efetuada logo após a ocorrência de algo não planejado inicialmente, com o objetivo de corrigir ou melhorar o desempenho do processo em questão, podendo ser uma falha,

pane, entre outros. Essa ação consiste em realocar um item previamente escolhido no mesmo local da ocorrência visando obter condições de executar a função requerida.

Alguns autores como Slack, Chambers e Johnston (2002) dividiram a manutenção corretiva em manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não planejada, sendo essa ocorrendo após o fato, o que implica altos custos por conta de perdas de produção, além da extensão dos equipamentos ser maior. Em outras palavras, quando a manutenção corretiva ocorre de maneira não planejada, quem comanda são os equipamentos. Já a manutenção corretiva planejada é feita em posse de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo uma decisão gerencial de se operar um maquinário até ocorrer a falha, por ser planejada acaba sendo um meio mais barato, mais seguro, mais rápido e mais viável para as empresas.

Para Eduardo (2003), a manutenção corretiva não é economicamente viável para as empresas já que as paradas são inesperadas e não há como se prever como ocorrerá a falha, também é pertinente se afirmar que os custos aumentam pois o ciclo de produção é interrompido, podendo perder matéria prima, além de afetar a segurança dos trabalhadores e o meio ambiente.

2.4.2 Manutenção preventiva

De acordo com NBR 5462 (1994), a manutenção preventiva pode ser definida como atividades realizadas com intervalos predeterminados ou conforme critérios pré-estabelecidos a fim de diminuir a chance de um item falhar, se degradar ou não funcionar. Esse tipo de manutenção se baseia no princípio de que todo o equipamento em algum momento de sua vida útil estará sujeito a um processo de deterioração ou desgaste, tornando inevitável a necessidade de algumas intervenções de reparo, troca de peças e componentes, lubrificação e inspeções.

De acordo com as definições apresentadas, é pertinente afirmar que a manutenção preventiva otimiza, de forma notável, todo o processo produtivo, pois as chances de quebras inesperadas são reduzidas significativamente, tornando a disponibilidade de equipamentos próximo ao esperado para obtenção da produção planejada, proporcionando dessa forma o maior controle sobre eles. Desvios e falhas sempre podem ocorrer, porém com esse tipo de manutenção são considerados casos isolados, podendo ser tratados rapidamente.

2.4.3 Manutenção preditiva

Segundo consta na ABNT NBR 5462 (1994), a manutenção preditiva atua sob condições baseados no estado dos equipamentos, tentando definir um estado futuro do sistema, para realizar esse tipo de manutenção é necessária uma coleta de dados ao longo de um determinado período, utilizando sempre uma instrumentação específica que possa analisar as variáveis presentes. Esse tipo de manutenção permite um diagnóstico preciso, pois pode prever a deterioração de qualquer processo, prevenindo falhas e quebras.

Alguns autores, como Xenos (2014), dissertam que a manutenção preditiva elimina desmontagens necessárias para inspeção, aumenta a disponibilidade dos equipamentos, aproveitando sua vida útil ao máximo, também há o aumento do grau de confiabilidade delas, além de poder determinar de forma antecipada a necessidade de serviços de manutenção em alguma parte específica de uma máquina. Dentre algumas técnicas de manutenção preditiva podemos citar: Análise de vibrações, termografia e ultrassom.

Já para Viana (2002), esse tipo de manutenção pode ser entendido como um conjunto de atividades de manutenção preventiva, cuja principal função é monitorar máquinas e peças, tendo em vista analisar possíveis falhas de maneira antecipada.

2.4.4 Manutenção autônoma

A implantação desse tipo de manutenção tem se tornado algo diferencial para as empresas, visto que para muitos é a medida mais correta a se utilizar, pois capacita uma operação para realização de intervenções necessárias aos equipamentos, detendo maior conhecimento sobre eles.

Muitos profissionais da área de manutenção defendem que a manutenção autônoma, por si só, não é um tipo de manutenção, configurando-se no máximo como um dos alicerces do TPM (*Total Productive Maintenance*). No meu ponto de vista, no momento em que há um planejamento e programação para a realização de serviços por

parte dos operadores, temos uma atividade mantenedora presente e efetiva no organismo produtivo. Daí sua caracterização como tipo de manutenção, influenciando decisivamente na política de manutenção a ser encaminhada por uma empresa (VIANA, 2002, p. 16).

2.5 Gestão de manutenção

O avanço progressivo tecnológico torna o segmento industrial suscetível a constantes mudanças, em conhecimento disso, a gestão de manutenção acaba assumindo responsabilidades cada vez maiores, exigindo ampla capacitação da mão de obra à medida que a exigência na qualidade e na produtividade também crescem de forma significativa.

O gestor de manutenção possui um papel fundamental em um cenário de aumento de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, sendo esses indicadores chaves para se aumentar a produtividade de uma empresa e, conseqüentemente, a tornar mais competitiva no mercado. Dentre as funções do gestor de manutenção podemos destacar o desenvolvimento de suas equipes no senso de propriedade, visando sempre a conservação de suas instalações com base em um planejamento, com isso falhas e quebras inesperadas poderão ser administradas de forma rápida e eficiente.

Segundo Falconi (2004), o estabelecimento de metas é uma ação crucial para o gerenciamento de manutenção, pois ajudam os gestores a se obter uma análise ampla de seus equipamentos. Os gestores devem sempre ter conhecimento de que a gestão de manutenção é responsável pela viabilização do orçamento destinado às manutenções e garantia dos planejamentos preventivos, diminuindo a necessidade de manutenções corretivas programadas, bem como as preventivas emergenciais

Slack (2002) disserta sobre os objetivos da gestão de manutenção, dentre eles pode-se citar a redução de custos, aumento da vida útil dos equipamentos, aumento da confiabilidade dos equipamentos, maior qualidade de produtos, maior segurança aos responsáveis pela manutenção, preservação do meio ambiente, entre outros.

2.6 Planejamento e controle de manutenção (PCM)

Em algumas empresas a manutenção se tornou tão importante que o PCM passou a compor uma área de assessoramento à supervisão geral de produção, uma vez que influencia também a área de operação. No final da década de 80, com as exigências de aumento da qualidade dos produtos e serviços pelos consumidores, a manutenção passou a ser um elemento importante no desempenho dos equipamentos, haja vista impactar diretamente no produto.

Este reconhecimento foi acatado pela ISO, quando em 1993 revisa a norma série 9000 para incluir a função manutenção no processo de certificação dando, portanto, o reconhecimento (já identificado pela ONU em 1975) da estrutura organizacional de equivalência dessas duas funções.

2.6.1 Definição de PCM

“Planejamento e controle de manutenção” pode ser definido como um conjunto de ações que tem como objetivo preparar, programar e verificar os resultados obtidos das atividades de manutenção. O PCM é responsável por gerenciar os serviços de manutenção sempre planejando e controlando alocação de recursos, tempo e custos para garantir a eficiência das operações.

Para algumas empresas, o PCM pode ser um indicador parcial de sucesso a longo prazo, visto que os recursos mal-conservados podem interromper as operações e, conseqüentemente, fazer com que elas percam condições monetárias.

2.6.2 Funções e objetivos do PCM

As empresas possuem o costume de utilizar o PCM com base em um cronograma de funções, o qual serve de guia para os operadores, dentre as funções tem-se: planejamento, programação e controle.

- a) Planejamento: Nesta primeira etapa os operadores devem identificar com antecedência fatores como custos, benefícios, cronograma e recursos necessários.

- b) Programação: Esta etapa possibilita melhorias quanto à produtividade e a qualidade do serviço de produção
- c) Controle: Essa última etapa atua para identificar possíveis mudanças nos objetivos e fazer uma tomada de decisão certa

A implantação do método PCM possui uma grande variedade de metas e finalidades para o setor de manutenção, entre elas pode-se citar a extensão da vida útil da usina, maquinário ou outras instalações, minimizando o seu desgaste, melhoria da qualidade dos produtos, maximização da eficiência economia na produção pela utilização otimizada das instalações disponíveis e aumento da confiabilidade por parte dos operadores.

2.6.3 Ações requeridas e benefícios

Algumas ações devem ser tomadas antes da implementação do método PCM, tais como desenvolver políticas, procedimentos e padrões de manutenção, documentar e registrar cada atividade realizada, prever as despesas de manutenção e preparar um orçamento que assegure as mesmas, além de implementar normas de segurança conforme o necessário para o uso correto de equipamentos específicos, como caldeiras, pontes rolantes, entre outros.

O planejamento e controle de manutenção fornece algumas vantagens para o sistema produtivo, entre os benefícios gerados pode-se citar o aumento da qualidade da produção, maior segurança por parte dos operadores, redução de custos desnecessários e a obtenção de indicadores de manutenção.

2.6.4 Implementação do PCM

Geralmente a implantação do PCM se dá por meio da instalação de um *software* específico para esse propósito, podendo ser customizado de acordo com as necessidades da empresa, planilhas eletrônicas, que tem como função primordial o armazenamento de dados, também é possível de se utilizar o PCM, porém não é recomendado, visto que é necessário análise e extração dos dados, bem como a geração de relatórios de manutenção para se implementar o método.

A implementação do PCM se dá em 3 etapas, sendo elas:

- a) Levantamento de dados: Durante essa etapa é necessário identificar e listar todos os equipamentos, máquinas, componentes, peças, entre outros. É a partir dessa coleta de dados que as próximas etapas poderão ser cumpridas e delineadas adequadamente.
- b) Definições: Nesta etapa é preciso definir quais são as prioridades do setor de manutenção, em outras palavras, que necessitam de manutenção mais frequente. É também nessa etapa em que deve se estabelecer o sistema informatizado que será utilizado na gestão de manutenção (software, sistema de planilhas ou outro), além do formato com que os registros serão lançados e o limite de atendimento para cada ordem de serviço.
- c) Implantação: Durante a última etapa é criado e estruturado o sistema de gerenciamento, podendo ser gerado especificamente para a empresa ou adquirido já pronto, visto que a maioria dos softwares desenhados para PCM são customizáveis e permitem adequações para cada tipo de atividade. Feito a estruturação, os dados coletados nas etapas anteriores devem ser lançados na ferramenta e, com a análise já existente, serão determinados os indicadores de desempenho para o acompanhamento das manutenções.

Depois que o sistema é implementado, a definição das atividades relacionadas à manutenção passa a ser realizada de maneira ágil e certa pelo método PCM, os tópicos a seguir explicam de que maneira ele atua no planejamento da manutenção e na definição das atividades.

- 1) Elaboração do cronograma de manutenção:
 - Por meio das informações relacionadas às máquinas e os equipamentos da empresa, o cronograma é elaborado com atividades de manutenção que podem ser tanto preditivas como preventivas, é nessa etapa que as prioridades são levadas em conta, além do tempo entre uma manutenção e outra.
 - O planejamento do cronograma pode ser alterado a qualquer momento, visto que necessidades urgentes podem surgir de forma não prevista.

- 2) Programação das atividades junto à área operacional:

- Estabelecer e programar as atividades de parada junto à área operacional com o cronograma já estabelecido é essencial para implantação do PCM, nessa etapa eles se mostram uma ferramenta extremamente necessária, visto que, por meio da padronização correta já proporcionada pelo sistema, é possível cumprir os prazos e executar os serviços em tempo hábil.

3) Planejamento dos recursos necessários:

- Os operadores devem ter conhecimento de que o PCM interliga as áreas de manutenção com as áreas de produção e estoque, essa conexão torna possível o planejamento dos recursos necessários para as manutenções de maneira rápida e organizada.
- Essa etapa possibilita saber com antecedência a necessidade de compra de peças de reposição em falta no estoque, por exemplo, evitando que manutenções já planejadas sejam inviabilizadas por falta de recursos.

4) Padronização e instrução das atividades a serem realizadas:

- O setor de manutenção é o principal agente na obtenção e no aumento da qualidade dentro de uma companhia, por meio da padronização feita pelo PCM, não só a qualidade dos produtos e dos serviços aumentam, mas como a facilidade do trabalho dos responsáveis pelo setor, diminuindo de maneira significativa falhas, quebras, erros e equívocos, contribuindo na adequação da empresa as normas estabelecidas por lei.

5) Acompanhamento da manutenção:

- O método PCM prevê o acompanhamento da manutenção por meio de alertas e geração de ordens de serviço, com base neles o programa indica o momento exato de se executar cada manutenção.

6) Verificação dos resultados:

- Durante a última etapa é fornecida aos operadores diversos dados que servirão para a análise do setor de manutenção, a verificação desses resultados entrega aos responsáveis informações sobre o custo de manutenção por

máquina/setor/tipo de manutenção existentes, por exemplo, além de qual o consumo de peças, quantas manutenções, sejam preditivas corretivas ou preventivas são executados periodicamente, quantas paradas tem interferido na produção, se a mão de obra está sendo bem aplicada, entre outras perguntas.

- Além de responder a essas perguntas estratégicas, o PCM também responde questões mais operacionais, o que permite uma melhor tomada de decisão e, conseqüentemente, uma melhora constante dos indicadores do método, tornando possível a conclusão de que a geração de relatórios, tabelas e gráficos pelo método PCM se torna rápido, fácil e intuitiva, segundo alguns autores, o ideal para as empresas.

2.6.5 Tagueamento

“Tag”, em inglês, significa etiqueta e representa a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos. A aplicação do tagueamento em máquinas e equipamentos é um jeito viável de fazer o cadastro e rastreamento quanto a manutenção desses ativos, sendo a base para gestão deles, muito utilizado pelo PCM, mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Exemplo de Tagueamento

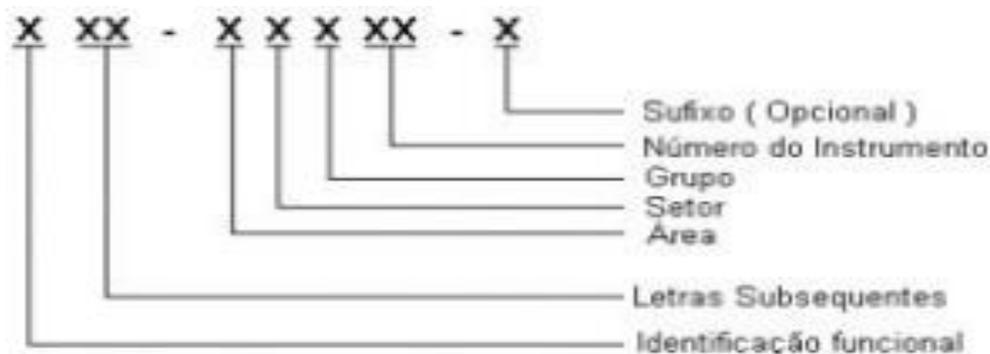


Fonte: Retirado da plataforma Engenharia 360

Existe em vigor uma norma internacional que se refere ao tagueamento, é a norma ISA 5.1, que estabelece um padrão na designação de instrumentos e sistemas de instrumentação

utilizados para medir e controlar processos industriais. Geralmente as empresas procuram o seu próprio padrão baseado em alguns critérios, como padrões de qualidade, funcionalidade, entre outros. A Figura 4 mostra o formato *Tag* utilizado pelas empresas.

Figura 4 – Formato de *Tag* para instrumentos de acordo com a ISA 5.1



Fonte: Retirado da plataforma Engenharia 360

É pertinente afirmar que para a manutenção o tagueamento auxilia como base na gestão de instalações, podendo agilizar o planejamento e a programação de intervenções necessárias. O tagueamento também auxilia na identificação das máquinas nas ordens de serviço destinadas aos técnicos de manutenção, fazendo com que eles não fiquem perdidos ao identificar o equipamento da ordem, além de gerar histórico das peças e dos equipamentos no sistema de gestão da empresa e ajudar na elaboração de procedimentos referentes ao equipamento.

2.6.6 Padrão de descrição dos materiais

É definido como um conjunto de regras para se obter a nomenclatura de ativos e seus componentes, a fim de evitar ambiguidades, permitindo uma busca rápida e eficiente, pois os nomes e códigos dos ativos são genéricos e padronizados. Também pode ser classificado como um cadastro com informações necessárias e relevantes para a empresa, conforme mostrado na Figura 5.

De acordo com Gasnier (2007), alguns pré-requisitos devem ser considerados antes de utilizar essa ferramenta junto ao PCM, tais como: Unicidade, simplicidade, classificável, operacional e versátil.

A utilização do PDM possibilita o início de um trabalho de análise do histórico de manutenções, consumo de peças, alocação de horas dos operadores e acompanhamento de custos.

Figura 5 – Código padrão de alguns equipamentos

Código	Descrição do Equipamento
MOT-0002	Motor Diesel
GAV-0001	Gaveta Elétrica
GAV-0002	Gaveta Elétrica
RED-0001	Redutor SEW
RED-0002	Redutor SEW
VEC-0001	Válvula de Enchimento

Fonte: Adaptado de Gasnier (2007)

2.6.7 Processamento dos serviços de manutenção

O método de planejamento e controle de manutenção passa por um processamento de seus serviços, esse processamento pode ser dividido em 2 partes: Ordem de serviço (OS) e solicitação dos serviços de manutenção (SS).

2.6.7.1 Ordem de serviço - OS

É um documento que contém a formalização de um acordo entre o prestador e o cliente do trabalho que será executado, sendo emitido após o comunicado de que o serviço poderá ser realizado, conforme mostrado na Figura 6. É considerado o principal documento constituinte do PCM, pois ela será utilizada como guia para o operador de manutenção para execução do trabalho, logo ela deve conter informações o que o capacite executar o serviço.

As ordens de serviço, que também podem ser chamadas de ordens de trabalho, têm como seus principais objetivos definir e detalhar os serviços que devem ser executados e indicar

os meios e recursos necessários, além de receber as apropriações que alimentam o sistema financeiro da organização e fornecer os dados necessários histórico de manutenção. Os planejadores devem detalhar nas ordens de serviço os seguintes critérios:

- Tagueamento
- Criticidade
- Prioridade
- Descrição do serviço
- Tipo de serviço (inspeção, manutenção preventiva, corretiva ou preditiva)
- Campo para grupamento de equipamento por especialidade
- O detalhamento em tarefas e a dependência entre elas
- Indicação dos procedimentos de trabalho aplicáveis
- Ferramentas e máquinas de apoio necessárias
- Análise de risco das atividades
- EPI's necessários
- Centro de custos
- Orçamento do serviço
- Campo para identificar motivos de bloqueio de serviço (material, liberação, mão-de-obra)

Quanto mais detalhada estiver a ordem de serviço, mais ela permite definir de forma precisa sua expectativa de duração, em uma situação ideal, depois de concluir o detalhamento das ordens, espera-se obter uma visão global das atividades de manutenção, que inclui o plano de 52 semanas, a carga futura, o tamanho da lotação necessária, previsão de consumo de materiais e sobressalentes, a quantificação necessária para contratação de serviços de terceiros e a distribuição percentual de aplicação de técnicas de manutenção, sejam elas preditiva, corretiva ou preventiva.

Figura 6 – Ordem de serviço

ORDEM DE SERVIÇO (OS)					N° 12345	
TAG – 29-MB-45		CCAM – MB A3		CC 290045-32		
TIPO DE SERVIÇO		Manutenção Preventiva		Data – 12/04/2012		
Descrição da OS		Manutenção Eletro-mecânica				
Tarefa	Descrição	Tempo (h)	Recursos M.O.	Dep.	B*	Observações
01	Análise Preliminar de Risco	0,5	1EL, 1 ME		M	
02	Retirar Permissão de Trabalho (PT)	0,5	1EL, 1 ME	01		
03	Desenergizar e bloquear	0,5	1EL	02		
04	Liberar o serviço	0,5				Operador da área
05	Desconectar os cabos do motor e desacoplar	1,0	1EL, 1ME	03,04		
06	Retirar bomba e motor	1,0	1EL, 1 ME	05		
07	Apoio de máquina de elevação de carga	1,0	1 OM			
08	Revisar Motor Elétrico	8,0	1 EL			
09	Revisar Bomba	8,0	2 ME			
10	Montar Motor e Bomba na Base	3,0	1ME,1EL	08,09		
11	Apoio de Máquina de elevação de carga	1,0	1 OM			
12	Testar e fazer relatório de manutenção	1,0	1ME,1EL			
13	Apropriar os serviços (MO e materiais)	1,0	1ME, 1EL			
ORÇAMENTAÇÃO DA OS						
Mão de Obra			Material		Qte	R\$ total
Funcão	Hh	R\$/h	R\$ total			
Mecânico	24	50,00	1.200,00	Rolamento NU 310	1	1.120,00
Eletricista	16,5	50,00	825,00	Rolamento 6220	1	650,00
Operador de Máquina	1,0	40,00	40,00	Rolamento 7208	2	3.220,00
				Retentor ABZ87	2	300,00
				Anel O 1/8x3.1/4in	2	64,00
				Produtos de limpeza		24,00
TOTAL			2.065,00	TOTAL		5.378,00
TOTAL GERAL R\$ 7.443,00						
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES						
<ul style="list-style-type: none"> • EPI complementares – nenhum • Procedimentos aplicáveis – Mec-016/06, Elt-023/06, Ope-045/05, Seg-011/06 • Ferramentas especiais <ul style="list-style-type: none"> ◦ Chave de batida 2.3/4" ◦ Cabo de aço (eslinga) d 1/2" • Máquina de elevação de carga – Guindaste PH 003 capacidade 10 toneladas • Peso da bomba – 150 kg • Peso do motor elétrico – 250 kg • Planejador de contato – Helio – ramal 456 						

Fonte: Retirado da plataforma DRB-m/Automação

É importante salientar que as ordens de serviço de manutenção também podem ser geradas automaticamente em virtude dos planos de manutenção das empresas, onde estão cadastrados os processos preventivos, checklists, cronogramas de lubrificação, entre outros.

2.6.7.2 Solicitação dos serviços de manutenção - SS

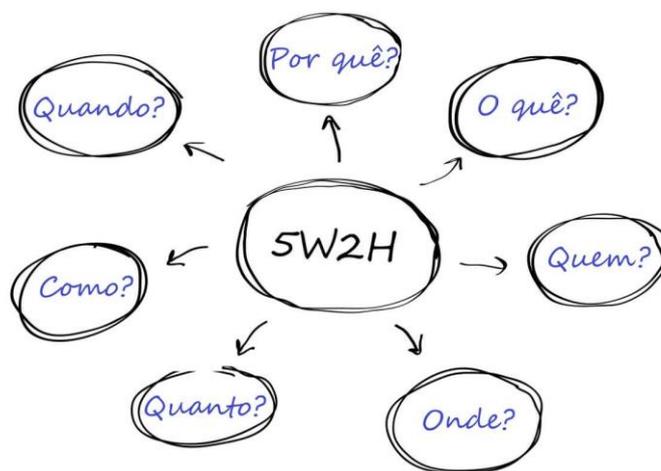
As solicitações de serviços de manutenção são documentos que devem registrar a necessidade de intervenção em um ativo, ela pode ser gerada em nível operacional tanto pelas lideranças de setores como pelos próprios mantenedores, porém é recomendado que sejam filtradas por quem opera o setor, reduzida duplicidade e pedidos incoerentes.

Essa solicitação é uma situação bastante comum em empresas que não possuem um departamento de PCM especializado, onde é feito solicitações informalmente, abrir com o cliente interno passando a necessidade diretamente para responsável pela manutenção.

2.6.8 5W2H

Em empresas que o PCM é aplicado, é comum a utilização da ferramenta 5W2H, sendo um *checklist* administrativo de atividades, prazos e responsabilidades que devem ser desenvolvidos com clareza e eficiência por todos os funcionários envolvidos em um projeto, sua principal função é definir o que (*what*) será feito, por que (*why*) será feito, onde (*where*) será feito, quem (*who*) irá fazer, quando (*When*) será feito, como (*how*) será feito e quanto custará (*how much*), conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Perguntas do 5W2H



Fonte: Retirado da plataforma Thomaz Ribas (2021).

Essas perguntas são direcionadas ao processo produtivo e permitem aos responsáveis identificar quais são as rotinas mais importantes e detectar seus problemas sempre apontando soluções. É considerado pelas empresas uma ferramenta bastante prática e que permite identificar quais são os dados e rotinas mais importantes de um projeto ou de uma unidade de produção.

A técnica 5W2H pode ser usada em 3 etapas na solução de problemas:

- Diagnóstico: Investigação de um problema ou processo sempre tentando aumentar o nível de informações e buscar rapidamente as falhas.
- Plano de ação: Sua montagem deve auxiliar sobre o que deve ser feito para eliminar um determinado problema.

- Padronização: Procedimentos que devem ser seguidos como modelo, para prevenir o reaparecimento de novos modelos.

As fases de planejamento e definição do plano de ação são 2 das mais importantes para a realização de um projeto, a ferramenta 5W2H torna-se muito útil também para os gestores de manutenção, que normalmente não tem muito tempo para a gestão em si, permitindo-lhes chegar aos resultados pretendidos de maneira eficaz. Com a sua utilização é possível definir as tarefas e os recursos necessários, além de controlar os prazos e custos, detalhando de forma simples seus projetos.

Em alguns casos, algumas empresas implementam a ferramenta 5W2H para fazer a proposta de solicitação de serviço (SS), nessa situação a ordem é mais simples para que possa ser criada por qualquer usuário, porém é importante o aval do supervisor do setor para que o SS possa ser avaliado pelo programador de manutenção, virando assim, uma OS, como mostrado na Figura 8. Esse modelo busca obter o máximo de informações fundamentais necessárias, porém sem preenchimento obrigatório de todos os campos disponíveis, o que permite os operadores fazerem desde solicitações elaboradas e completas, até simples pedidos com textos escritos sem muito aprofundamento.

Figura 8 – OS com 5W2H implementado (modelo)

ORDEM DE SERVIÇO (OS)							
DPTO:	PROD	Nº da OS:	12345	C. CUSTO:	1305	STATUS:	NÃO INICIADA
SETOR:	ENVL	ORIGEM da OS:	Via 55	TIPO:	Corretiva	URGENTE (X)	
LINHA:	01	Nº SS ORIGEM:	10205	EQUIPE:	Mecânica 2		
ATIVO:	POSICIONADOR DE FRASCOS IMSR PFP27200 - ENVL01						
TAG:	ENVL01-10-04 CONJUNTO DA ÁRVORE DO POSICIONADOR - DESC.022201C05-04						
MOTIVO DO SERVIÇO - WHY							
DESCRIÇÃO PADRÃO:	NR 12 com Defeito						
DESCRIÇÃO MANUAL:							
BREVE HISTÓRICO:				RESPONSÁVEL:	DATA:		
Sensor Queimado				Pedro		17/11/2016	
CLP Queimado				Fulano		16/11/2016	
Rolamento da Parte YYY desgastado				Pedro		10/10/2016	
O QUE FAZER - WHAT							
DESCRIÇÃO PADRÃO DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO:							
Informar o técnico de segurança via email antes de executar o reparo, o mesmo deve acompanhar sempre que possível, ou então dar o aval de que está ok a alteração via email.							
DESCRIÇÃO MANUAL DE EXECUÇÃO:							
QUANDO - WHEN							
DATA PREVISTA:	/ /	TEMPO PREVISTO:	06:00h	TEMPO P/ TESTES:	02:00h		
REALIZADO:	/ /	REALIZADO:	08:00h	REALIZADO:	02:00h		
QUEM - WHO							
EXECUTANTE:				EQUIPE:	PREV.:	REALIZ.:	
Mário				Pintores		: h : h	
Alceu				Elétrica 2		: h : h	
Oscar				Pintores		: h : h	
COMO - HOW							
FERRAMENTAS/EQUIP.:							
EPI/TREINAMENTOS:							
CÓDIGO:	PEÇAS:	QUANT.:	RETIRADA:	REALIZ.:			
77.00.00.00	peça 2	3	17/11/16	: h : h			
77.00.00.01	peça 1	10	24/11/16	: h : h			
77.00.00.03	peça 3	25	22/11/16	: h : h			
ASSINATURAS:							
SOLICITANTE		APROVAÇÃO		MANUTENÇÃO		DATA	

Fonte: Retirado de Jacó (2017)

2.6.9 Criticidade

Uma outra técnica que é bastante aplicada pelo setor de manutenção das empresas é o método da criticidade, que pode ser definido como o ato de designar o grau de importância de cada máquina e equipamento presente em um sistema produtivo, tem como principal função definir quais equipamentos devem ter preferência de atendimento em caso de emergências, além de ser o responsável por distribuir os recursos voltados para aquela manutenção.

A elaboração da chamada matriz de criticidade deve ser o primeiro passo a ser tomado na atividade de planejar a manutenção dos ativos, conforme mostrado no Quadro 1, sendo responsabilidade da engenharia de manutenção alinhado com a parceria do planejamento do PCM, em conjunto com a operação, programação de produção, segurança e meio ambiente. ela é elaborada a partir da análise dos seguintes ativos:

- Segurança pessoal;
- Meio ambiente;
- Produção;
- Qualidade do produto;
- Custos.

Quadro 1 – Parâmetros que devem nortear a execução da Matriz de Criticidade.

Área de Ação	Parâmetro	Graduação
Segurança e Meio-Ambiente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Causa fatalidade ou acidente incapacitante, danos irreversíveis à saúde e meio-ambiente, não cumprimento da legislação (NR-10 e NR-13...). 2. Causa lesões leves, perturbação ecológica de baixa duração 3. Causa efeitos leves a saúde, não afeta o meio-ambiente 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Máxima 2. Média 3. Pequena
Produção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Afeta a produção anual de forma irreversível 2. Afeta a produção, porém pode ser recuperada 3. Não afeta a produção 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Máxima 2. Média 3. Pequena
Qualidade do Produto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Afeta a qualidade final (produto fora de especificação para o cliente externo) 2. Exige reprocessamento do produto 3. Não afeta a qualidade do produto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Máxima 2. Média 3. Pequena
Custos de Manutenção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumenta em mais de 20% os custos mensais da manutenção 2. Aumenta de 10% a 20% os custos mensais da manutenção 3. Não afeta significativamente os custos de manutenção 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Máxima 2. Média 3. Pequena

Fonte: Elaborado pelo Autor

Uma das maiores contribuições da matriz de criticidade é uniformizar o comprometimento de todo o pessoal e particularmente dos gerentes com a definição da importância relativa dos ativos, depois de aplicada é feita a classificação dos equipamentos definindo-os em 3 níveis: A, B e C.

- **Criticidade A:** Equipamentos que se enquadram na classificação máxima em qualquer um dos requisitos expostos no Quadro 1 e podem interromper ou reduzir toda a capacidade do sistema produtivo, é recomendado concentrar inicialmente todos os esforços na consolidação dos planos desse nível, visto que se trata de um trabalho exaustivo e que geralmente necessita de revisões ao longo da sua execução.

Ativos de criticidade A devem corresponder a cerca de 10% do total de ativos da planta e obrigatoriamente devem ser detalhados para planos de inspeção, manutenção preditiva preventiva, programas de confiabilidade, engenharia de manutenção e TPM. nesses ativos a manutenção corretiva só deve acontecer de forma planejada e devem gerar obrigatoriamente relatórios de não conformidade em caso de falha.

- **Criticidade B:** Equipamentos desse nível podem interromper a produção parcialmente e podem exigir reprocessamento do produto, em outras palavras, estão no quesito “médio” de acordo com o Quadro 1, esses ativos devem representar aproximadamente 60% dos ativos da planta e deve ser adotado pelo menos uma entre as técnicas de manutenção preventiva ou preditiva.
- **Criticidade C:** Esses ativos entram no quesito “pequeno” de acordo com a Quadro 1 e devem representar aproximadamente 30% do total de ativos da planta, para esses equipamentos podem ser adotados técnicas de manutenção preditiva, preventiva ou inspeção e até mesmo técnicas de manutenção corretiva após a falha, ou seja, se pode deixar o equipamento operar até a falha, a manutenção corretiva já é o suficiente.

2.6.10 Registro histórico de manutenção

Histórico de manutenção é considerado o espelho do passado recente da empresa no que diz respeito à saúde das linhas de produção, seu registro é tido como vital pois com base neles é possível acompanhar a trajetória do ativo. Esses relatórios guardam toda a evolução do trabalho executado pelos responsáveis do setor, sendo um grande agente das tomadas de decisões acertadas, desse modo, análises minuciosas dos históricos de manutenção são cruciais imprescindíveis para a continuidade de um bom trabalho na manutenção.

O monitoramento preciso desses dados fornece algumas vantagens, tais como facilitar a montagem do calendário de manutenções preventivas e auxiliar o gestor a prever a

padrões através de uma coleta de dados adequada, além da escolha de indicadores coerentes com o processo produtivo.

Já para Faria (2007), o objetivo central dos indicadores é mostrar à organização a necessidade de os colaboradores possuírem entendimento sobre o desempenho de seus processos, contribuindo de forma cada vez mais significativa nos resultados. Ele argumenta que é imprescindível o envolvimento dos colaboradores, pois os faz perceber que uma ação conjunta obtém um resultado satisfatório.

A seguir serão apresentados de forma mais específica alguns indicadores de manutenção.

2.7.1 MTBF

Esse indicador faz o cálculo do tempo médio que decorre entre as falhas, de acordo com Viana (2002), o MTBF (*Mean Time Between Failures*) é definido como uma divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação pelo número de intervenções nesse equipamento em um determinado período específico.

2.7.2 MTTR

Esse indicador realiza o cálculo do tempo médio total para reparo de falha, é bastante utilizado pelas empresas a fim de avaliação do desempenho do seu corpo de manutenção, pois quanto menor o MTTR (*Mean Time to Repair*) maior será a eficiência da linha de produção. Viana (2002) define o MTTR sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para operação em função da manutenção pelo número de intervenções corretivas em um determinado período específico.

2.7.3 Disponibilidade

De acordo com a ABNT NBR 5462 (1994), é chamado de disponibilidade física o fato de um determinado item executar uma função desejada em um intervalo de tempo determinado, sendo assim, quanto maior o tempo de produção, maior será o valor desse indicador. A disponibilidade é de grande importância para as empresas pois realiza uma boa gestão e traz

ótimos resultados de produtividade e redução de custos. Ele é calculado com base na relação entre as horas trabalhadas e as horas totais do período

2.7.4 Confiabilidade

Este indicador refere-se à probabilidade de um item desempenhar sua função especificada no projeto de acordo com as condições de operação e durante um intervalo específico de tempo. Seu cálculo é feito com base na seguinte equação, onde “ λ ” corresponde ao inverso do valor de MTBF, “ t ” ao tempo (dado em horas ou dias) e “ e ” ao Número de Euler (2,7182...), conforme é mostrado na Equação 1.

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (1)$$

2.7.5 Backlog

É definido como o tempo necessário para que a equipe de manutenção conclua todos os serviços que estão pendentes, com toda sua força de trabalho não forem adicionadas outras pendências durante a execução dos serviços, esse indicador mostra a relação entre a demanda de serviços e a capacidade da equipe de manutenção em atendê-los.

O *backlog* pode ser estratificado por especialidades, fornecendo valores do índice nos mais diversos níveis de capacitação, e conseqüentemente, a decisão em relação às carências na equipe.

Verri (2007) define o *backlog* como o tempo necessário para eliminação de todos os passivos que se referem à manutenção, por meio da relação entre somatório de todas as horas planejadas e o somatório de todas as horas disponíveis em mão de obra para execução dos serviços relacionados. A equação 2 mostra que é um indicador bastante utilizado pelas companhias que buscam ter uma visão macro de como está o atendimento aos passivos existentes e é por meio do backlog (B) que se pode concluir se a gestão de manutenção vigente está sendo eficiente, portanto, há uma relação direta entre o backlog e o desempenho da manutenção.

$$B = ((\sum HH \text{ em carteira}) \div \sum (HH \text{ total} \times f.p.)) 100 \quad (2)$$

Nesta equação, o valor de ΣHH em carteira corresponde ao somatório total entre HH OS planejados, pendentes, programados e executados, enquanto “f.p.” corresponde ao fator de produtividade.

2.7.6 Custo de manutenção sobre faturamento (CMV)

Esse indicador de desempenho considera o somatório de todos os custos envolvendo a manutenção dividido pelo faturamento bruto da empresa em um determinado período específico, o CMV possibilita que haja uma identificação do setor de manutenção, ou seja, se o setor está fazendo uma boa gestão financeira dos recursos. este indicador engloba as seguintes despesas:

- **Pessoal:** Despesas envolvendo salários, encargos sociais, benefícios e gastos com aperfeiçoamento dos colaboradores envolvidos no processo.
- **Materiais:** Custos envolvendo a reposição dos itens, energia elétrica, capital imobilizado, custos ligados à administração do almoxarifado e setor de suprimentos.
- **Contratação de serviços externos:** Custos com contratos referentes à empresas externas para execução de serviços com escopo definido.
- **Depreciação:** Custo referente à obsolescência dos ativos imobilizados. Ao longo do tempo, os ativos vão perdendo valor.
- **Perda de faturamento:** Custos referentes à perda de produção e desperdício de matéria-prima. Esses custos afetam significativamente o resultado da empresa, dessa forma, ela busca sempre minimizá-los.

Depois de calculado o custo de manutenção sobre faturamento, é recomendável fazer uma comparação com a média do segmento em que a empresa atua, visto que a gestão dos recursos se mostraria eficiente ou não.

2.7.7 Indicador de manutenção preventiva e corretiva

O indicador manutenção corretiva é bastante utilizado pelos gestores de manutenção para identificar a confiabilidade de seus equipamentos. Quanto menor o valor deste indicador,

maior será a confiabilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, a disponibilidade do mesmo. De acordo com Viana (2002), este indicador é obtido pela relação entre a horas corretivas e soma das horas preventivas e corretivas realizadas em determinado período.

Já para o indicador de manutenção preventiva, quanto maior seu valor maior será a confiabilidade de um equipamento, visto que, o indicador de manutenção corretiva tenderá a decrescer. Este indicador possibilita obter uma visão ampla sobre o estado de conservação da mesma. Segundo Viana (2002), este indicador é obtido pela relação entre a horas preventivas e soma das horas corretivas e preventivas realizadas em determinado período.

2.7.8 Custo de manutenção sobre valor de reposição (CPMV)

O CPMV também é outro indicador financeiro importante, disse que é uma maneira de se realizar uma análise do custo de manutenção empregada em cada equipamento e possibilita a identificação se seria mais vantajoso manter o ativo ou comprar um novo, recomenda-se utilizar esta ferramenta para equipamentos de alta criticidade.

O cálculo desse indicador se dá pela divisão do custo total de manutenção dividido pelo valor de compra de um novo equipamento, as empresas costumam limitar esse indicador a 6% em meio de um ano, caso ultrapasse esse valor, é mais vantajoso comprar um novo equipamento.

2.7.9 Indicador de eficiência global dos equipamentos (OEE)

O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é uma ferramenta de grande aplicabilidade nos processos industriais, ela pode ser utilizada tanto para a avaliação do desempenho de equipamentos, como também para identificação de desperdícios que impactam o processo.

Segundo Hansen (2006), o OEE possui uma vasta utilização, porém, geralmente, a priorização para a utilização do mesmo é realizada com base nos equipamentos com baixo desempenho e que estão instalados em áreas que exigem alta performance, ou seja, em áreas que possuem um alto investimento e que necessitam de resultados satisfatórios.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho acadêmico se trata de um estudo de caso, onde o principal foco será a abordagem qualitativa do processo de implementação do planejamento e controle de manutenção, a fim de aumentar a confiabilidade dos equipamentos industriais presentes na empresa.

A pesquisa foi realizada com base em uma visita técnica em uma empresa do segmento econômico de bebidas, localizado na cidade de Maracanaú, Ceará, onde foi pesquisado todo o processo de implantação do PCM, desde a elaboração de procedimentos até os resultados alcançados pela aplicação nas linhas de produção, mais precisamente no processo de engarrafamento de bebidas.

Não são divulgados dados da companhia, pois o sigilo de mercado deve prevalecer, no entanto são demonstrados pontos positivos dessa implantação. Durante a realização do projeto foram coletados e analisados os dados de confiabilidade do processo de engarrafamento, bem como a eficiência das linhas de produção e o volume de produção real, tendo como objetivo adquirir resultados com a aplicação do PCM.

Durante a realização da pesquisa foi feita uma entrevista junto ao responsável pela manutenção e operação, visando compreender a situação do processo industrial anterior e posterior a implantação do planejamento e controle de manutenção, tendo como base a percepção das atividades.

3.1 A empresa

A empresa em questão, cujo trabalho acadêmico foi desenvolvido, pertence ao segmento de bebidas alcoólicas e não alcoólicas, sendo uma das maiores em atuação do Brasil. com capacidade para produzir mais de 3 bilhões de litros de bebida por ano e atendendo a mais de 324 mil pontos de venda, além de possuir cerca de 12 mil colaboradores distribuídos em 12 fábricas e 34 centros de distribuição, atuando em toda a região Nordeste e parte da região Centro-Oeste, o que representa uma área territorial em torno de 2,8 milhões de quilômetros quadrados.

A empresa estudada está dividida em quatro áreas bem definidas e com responsabilidades distribuídas uniformemente, onde cada uma possui uma função de bastante importância e atuante.

A divisão mencionada considera o vínculo direto com a indústria, foco do estudo realizado. Com base nesta informação as áreas informadas são:

- **Produção:** área responsável pela produção, ou seja, disponibilização do produto para a distribuição, Planejamento e Controle de Produção e gestão dos recursos necessários à produção;
- **Manutenção:** área responsável pelas manutenções preventivas, corretivas programadas e corretivas emergenciais, Planejamento e Controle de Manutenção e gestão dos recursos necessários às manutenções;
- **Asseguração da Qualidade:** área responsável pela realização de análises por amostragem em intervalos de tempo definidos, a fim de garantir a qualidade dos produtos;
- **Sistema de Gestão Integrada (SGI):** área responsável pela realização da integração dos processos vinculados à indústria, a fim de garantir e facilitar a interação entre os mesmos.

3.2 Avaliação pré-implantação do PCM

As manutenções preventivas, corretivas e preditivas realizadas não possuíam um cronograma definido, haja visto que havia muitas ocorrências de quebras inesperadas de equipamentos industriais, colocando em xeque o cumprimento do planejamento de produção, o que complicou um controle efetivo das manutenções, pois elas não conseguiam cumprir um ciclo pré-determinado.

À medida que uma manutenção não ocorria devido a uma quebra ou falha, várias outras manutenções previstas também não aconteciam, gerando uma sobrecarga tanto para o planejamento e controle de produção, quanto para o de manutenção.

As rupturas de mercado eram tão constantes que alguns meios de produção previstos não eram cumpridos, afetando dessa maneira outras áreas, como comercial, por exemplo, que

fazia o seu trabalho de vender, porém não tinha o cumprimento total da entrega acordada. Também é importante salientar que o custo de manutenção possuía muitos desvios, visto que o orçamento não era cumprido por conta da realocação de verbas para manutenções corretivas emergenciais.

3.3 Motivação para implantação do PCM

A empresa, objeto de estudo deste presente trabalho, havia decorrido de vários problemas que comprometiam o resultado, ela buscou concentrar seus esforços no setor de manutenção industrial, sendo esse o responsável direto pelos resultados interferindo na qualidade do produto, na entrega do produto, nas perdas inerentes ao processo e no custo.

Quebras inesperadas constantes de equipamentos industriais, além de rupturas de mercado que poderiam a vir comprometer o seu *market share*, além de desvios inerentes aos custos de manutenção industrial resultou em sobrecargas geradas nos setores de manutenção, sendo esse o fator motivacional principal para que a empresa estudada tomasse a decisão de implementar o planejamento e controle de manutenção (PCM).

Tinha-se muitas expectativas em torno do processo de implantação do PCM visto que a empresa tenderia a dar um salto significativo no que diz respeito aos seus resultados e a possibilidade de assumir um novo posicionamento diante do mercado.

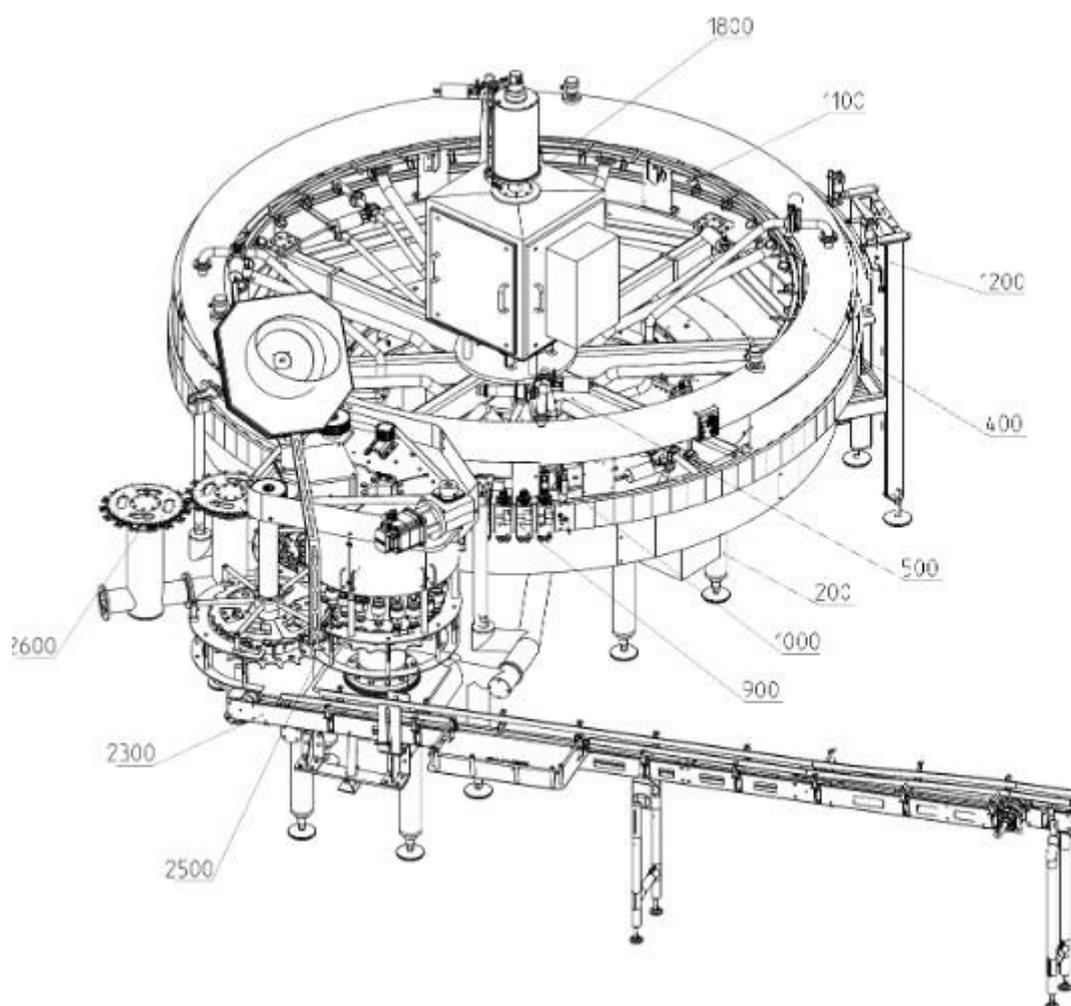
3.4 A engarrafadora

O nome dado ao maquinário responsável pelo processo de engarrafamento é a Engarrafadora DRV-VF-N 80, mostrada na Figura 10, sendo seu número de máquina F12010. Foi instruído não revelar o nome do fabricante da máquina, mas foi obtido acesso ao manual e ficha técnica dele. Tais documentos relatam os desenhos de todas as peças sobressalentes presentes e sua localização dentro da engarrafadora. A circunferência principal mede cerca de 9m e o canal em que as garrafas se deslocam em direção a engarrafadora mede cerca de 13m (valores aproximados com a escala alemã).

Dentre as componentes da engarrafadora, podemos destacar algumas partes que necessitam de uma atenção especial referente a manutenção, visto que são constantemente forçadas a realizarem o mesmo movimento repetidas vezes, aumentando assim, o risco de quebra e falha, são eles:

- Passagem rotativa
- Válvula de enchimento da garrafa
- Dispositivo de limpeza de espuma
- Tubulação de alimentação
- Sistema elétrico
- Conexão da caldeira

Figura 10 – Vista panorâmica da Engarrafadora DRV-VF-N 80



Fonte: Manual do fabricante (2012)

A engarrafadora é responsável por produzir mais de 6700 produtos por hora, sem contar que as garrafas mudam conforme a bebida, o que torna o maquinário essencial para a empresa alcançar suas metas, por essa razão, o setor de manutenção deve agir prontamente quando houver alguma falha que prejudique ou interrompa o processo, devendo achar dentro de seu planejamento, a melhor tomada de decisão para resolver o problema.

3.5 Metodologia *kaizen*

A empresa estudada utiliza o método *Kaizen* como sendo um sistema de gerenciamento corporativo, que busca uma orientação metodológica visando a melhoria contínua dos processos, maximizando dessa forma a produção. a melhora constante da instalação e a redução de ineficiências são alguns dos benefícios da metodologia.

Esse método se baseia em uma constante evolução das etapas que integram um sistema de produção, dentro da manutenção essa ferramenta atua de forma a melhorar os padrões de qualidade, garantindo assim a conformidade do processo de melhoria contínua.

As principais vantagens que aplicação dessa metodologia atrás a equipe de manutenção são: redução de desperdício, criação de líderes e hábitos, aumento da competitividade envolvimento de todos os colaboradores de manutenção.

A metodologia *Kaizen* vai de encontro aos processos de manutenção, visto a obtenção de pequenas melhorias diárias, possibilitando uma maior eficiência na manutenção em si e prevenindo a realização de manutenções desnecessárias. Com base nisso, há 3 formas de se implementar o *kaizen* nas empresas:

- Administração: Aprimoramento da administração, onde todas as práticas administrativas devem ser padronizadas, e, conseqüentemente todos devem ser capazes de acompanhá-la.
- Grupo: Aperfeiçoamento de processos, em que cada grupo deve ter um líder que informará sobre os processos, e estes deverão realizar estudos para os problemas serem solucionados.

- Pessoas: Estímulo para que as pessoas responsáveis mostrem mais empenho em suas tarefas. O sistema deve ser funcional e dinâmico para avaliar o desempenho dos funcionários em todos os âmbitos da organização.

3.6 Método de rastreio e identificação dos equipamentos

Como já foi mostrado no tópico 2.6.5, as empresas utilizam o método do tagueamento como forma de rastrear e identificar os ativos de determinado maquinário, tal identificação é vital para realizar a manutenção dos mesmos, sendo assim essa ferramenta acaba sendo útil no quesito localização dos ativos.

A principal função do tagueamento é determinar as posições dos equipamentos dentro da engarrafadora, fornecendo dessa maneira o endereço básico onde reside cada ativo, a Figura 11 evidencia um padrão utilizado para se formular o *tag* e seu devido ativo. Lembrando que a codificação é realizada para individualizar os ativos em relação aos outros, possibilitando dessa maneira um planejamento direcionado de manutenção e o acompanhamento histórico de determinado ativo, em outras palavras, o *tag* atua como uma carteira de identidade do equipamento.

Figura 11 – Aplicação padrão do *tag*.

Tag	Posição
QMD-101-001-001	Estrutura do queimador
QMD-101-001-002	Transformador e ignição
QMD-101-001-003	Cabos de ignição
QMD-101-001-004	Eletrodo de ignição e sensor de chama
QMD-101-001-005	Programador de chama
QMD-101-001-006	Pressostato de ar e de gás
QMD-101-001-007	Válvula solenóide de 1/2"
QMD-101-001-008	Motor monofásico com ventoinha
QMD-101-001-009	Cabeça de combustão completa
QMD-101-001-010	Bocal com flange
QMD-101-001-011	Damper de ar

Fonte: Retirado da plataforma Brasil Engenharia (2015)

3.7 Implementação dos tipos de manutenção

Os tipos de manutenção descritos no tópico 2.4 ilustram a metodologia utilizada pela empresa, onde a mesma faz uso da manutenção corretiva (planejada e não planejada), preventiva e preditiva, aplicando os ativos em sua respectiva classificação.

A Figura 12 representa um fluxograma de definição dos tipos de manutenção determinados pela empresa. É pertinente se afirmar que essa definição colabora para com os manutentores no quesito divisão do planejamento, visto sua facilidade ao elaborar uma metodologia para a manutenção de cada peça sobressalente.

Figura 12 – Fluxograma relacionado aos tipos de manutenção



Fonte: Retirado da plataforma *Field Control* (2017)

3.7.1 Análise e classificação dos métodos de manutenção

Métodos e critérios devem ser estabelecidos antes de se aplicar o PCM e suas ferramentas relativas na linha de produção, tais métodos e critérios que partem da análise do processo até então aplicado na empresa avaliada. A metodologia de avaliação, prospecção de dados e implantação de ferramentas é apresentada no fluxograma da Figura 11, sendo uma adaptação proposta com base nas etapas de implantação de funções para o PCM.

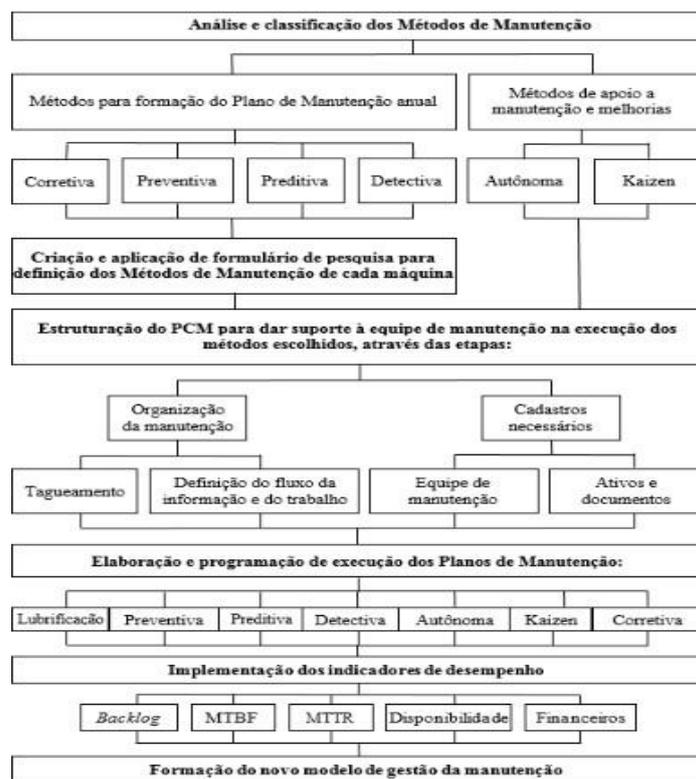
A linha de produção da empresa estudada é composta por diversas máquinas que possuem características diferentes umas das outras, a escolha dos métodos de manutenção mais

adequados a cada uma baseia-se nos critérios que serão listados a seguir, abordados na literatura como fundamentais para tomada de decisão. São eles:

- Criticidade da máquina
- Complexidades das manutenções
- MTTR
- MTBF
- Recomendações do fabricante
- Riscos à segurança
- Perda de faturamento por hora parada
- Efeito cascata
- Custo máximo de quebra
- Frequência de uso da máquina

As respostas a esses critérios serviram como embasamento para definição do método mais adequado a cada máquina, padronizando dessa forma a análise dos dados obtidos. São propostos alguns parâmetros que vão servir para relacionar a resposta obtida referente a cada um dos critérios citados, conforme mostrado na Figura 13, como método de manutenção correspondente, ao final será contabilizado o percentual de atendimento aos critérios de cada método de manutenção.

Figura 13 – Etapas de avaliação



Fonte: Adaptado de Viana (2014)

As Tabelas 1, 2 e 3 ilustram os parâmetros e pesos de cada critério aos métodos de cada tipo de manutenção:

Tabela 1 – Critérios e parâmetros para Manutenção Preventiva

CRITÉRIOS	PARÂMETROS PREVENTIVA		
	lim. inferior	lim. Superior	PESO
Itens			
Criticidade da máquina	MÉDIA	ALTA	1,5
Complexidade das manut.	MÉDIA	ALTA	1
MTTR	MÉDIA	ALTA	1,5
MTBF	MÉDIA	ALTA	1
Recomendações do fab.	manual	manual	0,5
Riscos	MÉDIO	ALTO	1,5
Fatores Econômicos			
a) perda de faturamento por h/p	MÉDIA	ALTA	1
b) causa da quebra de outros	MÉDIA	ALTA	1
c) custo máx. da quebra	MÉDIA	ALTO	1
Frequencia do uso da máq.			0
		Total	10

Fonte: Do autor

Tabela 2 – Critérios e parâmetros para Manutenção Preditiva

CRITÉRIOS	PARÂMETROS PREDITIVA		
	lim. inferior	lim. Superior	PESO
Itens			
Criticidade da máquina	ALTO	ALTO	1,5
Complexidade das manut.	ALTO	ALTO	1
MTTR	ALTO	ALTO	1,5
MTBF	ALTO	ALTO	1
Recomendações do fab.	manual	manual	0,5
Riscos	ALTO	ALTO	1,5
Fatores Econômicos			
a) perda de faturamento por h/p	ALTO	ALTO	1
b) causa da quebra de outros	ALTO	ALTO	1
c) custo máx. da quebra	ALTO	ALTO	1
Frequencia do uso da máq.			0
		Total	10

Fonte: Do autor

Tabela 3 – Critérios e parâmetros para Manutenção Corretiva

CRITÉRIOS	PARÂMETROS CORRETIVA			RESPOSTAS		
	lim. inferior	lim. Superior	PESO	critérios coerentes	observações	
Itens						
Criticidade da máquina	BAIXA	BAIXA	1,5	sim ()	não ()	
Complexidade das manut.	BAIXA	BAIXA	1	sim ()	não ()	
MTTR	BAIXO	BAIXO	1,5	sim ()	não ()	
MTBF	BAIXO	BAIXO	1	sim ()	não ()	
Recomendações do fab.	-	manual	0,5	sim ()	não ()	
Riscos	BAIXO	BAIXO	1,5	sim ()	não ()	
Fatores Econômicos						
a) perda de faturamento por h/p	BAIXO	BAIXO	1	sim ()	não ()	
b) causa da quebra de outros	BAIXO	BAIXO	1	sim ()	não ()	
c) custo máx. da quebra	BAIXO	BAIXO	1	sim ()	não ()	
Frequencia do uso da máq.			0			
		Total	10			

Fonte: Do autor

3.8 Elaboração da instrução

Para se criar um planejamento e controle de manutenção viável e funcional, os funcionários da empresa criaram um documento contendo os indicadores controlados com suas respectivas variáveis, além das definições e memoriais de cálculo. Os gestores de manutenção precisam de uma visão de situação atual dos processos, para isso, é necessária uma metodologia

de coleta de dados e uma elaboração satisfatória de um relatório com a frequência semanal das falhas, bem como a divisão das responsabilidades envolvidas.

Foi feito contato com o setor corporativo da manutenção, composto por quatro especialistas e um coordenador, onde foi relatado que eles tentaram elaborar uma instrução simples e objetiva, onde todos os responsáveis pela manutenção da engarrafadora e dos outros maquinários estivessem integrados a essa instrução, entendendo cada composição do PCM.

O setor corporativo de manutenção utiliza o sistema SAP para compor os relatórios finais, o que os possibilita obter os valores que compõem as variáveis e gerenciar a produção como um todo. O sistema SAP fornece uma planilha detalhada com os dados referentes à produção em uma frequência predeterminada, fornecendo à equipe o resultado de acordo com os dados coletados, em uma frequência de consolidação semanal. A Figura 14 ilustra como é definido o fluxograma que os colaboradores de desempenho utilizam para realizar o relatório semanal do PCM.

Figura 14 – Fluxograma de orientação para o relatório semanal do PCM



Fonte: Do autor

3.8.1 Responsabilidades

As responsabilidades de cada função devem ser especificadas de acordo com suas respectivas atividades e tarefas, com o objetivo de transparecer a importância de cada integrante.

- Analista de PCM: Realizar o planejamento do material e da mão-de-obra para as atividades programadas e solicitar através de notas no sistema SAP os serviços de manutenção.
- Técnico de execução: Executar as atividades programadas pelo PCM.
- Supervisor do PCM: Supervisionar o planejamento das atividades de manutenção.
- Supervisor de manutenção: Responsável pela distribuição e controle da execução das ordens de manutenção que foram programadas.
- Coordenador de manutenção: Deve garantir o alcance de metas para o setor de manutenção.

3.8.2 Variáveis

As seguintes variáveis foram definidas para composição dos indicadores de desempenho que compõem o PCM:

- Horas realizadas: Quantidade de horas necessárias para os colaboradores executarem as atividades de manutenção.
- Horas disponíveis: Número de horas que os colaboradores possuem disponíveis para realizar as atividades de manutenção (valor bruto).
- Horas preventivas: Total de horas apropriadas para execução de manutenção preventiva
- Horas corretivas programadas: Total de horas apropriadas para execução de manutenção corretiva programada.
- Horas corretivas emergenciais: Total de horas apropriadas para execução de manutenção corretiva emergencial.
- Horas programadas: Número de horas destinadas pelo PCM para realização de atividades de manutenção.
- Horas disponíveis para programação: Número de horas que os colaboradores possuem disponíveis para realizar as atividades de manutenção (valor líquido).

- HH planejado realizado: Número de horas consideradas apropriadas nas atividades de manutenção levando em conta as horas que foram planejadas
- Ordem de manutenção programada: Guia de instrução de trabalho incluída na programação semanal que deve ser enviada à execução pelo PCM.
- Ordem de manutenção programada e realizada: Guia de instrução de trabalho incluída na programação semanal que deve ser enviada à execução pelo PCM e apropriada.
- HH para manutenção emergencial: Quantidade de horas necessárias dos colaboradores para execução de atividades inesperadas de manutenção.
- HH por ordem de manutenção: Total de horas que estão pendentes para execução das ordens de manutenção.
- HH por ordens de manutenção preventiva: Total de horas que estão pendentes para execução das ordens de manutenção preventiva.
- HH por ordens de manutenção corretiva programada: Total de horas que estão pendentes para execução das ordens de manutenção corretiva programada.
- Notas sem ordem de manutenção: Solicitações de atividades de manutenção que não foram programadas.
- Notas com ordem de manutenção: Solicitações de atividades de manutenção que foram programadas.
- Custo real de manutenção: Valor gasto com todas as atividades de manutenção.
- Produção em caixas unitárias: Volume total produzido em caixas referentes a determinado período.
- Horas de produção líquida: Total de horas que a linha produziu.
- Horas de produção disponíveis: Número de horas que a linha se encontra disponível para produção.
- Eficiência: Eficiência da linha de produção.

3.8.3 Indicadores

Os indicadores de desempenho foram definidos com o objetivo de aumentar a confiabilidade dos equipamentos industriais.

- 1. Horas apropriadas:** Dado em %, fornece o percentual de horas que são utilizadas nas manutenções ditas preventivas, corretivas programadas e até corretivas emergenciais, conforme mostra a Equação 3:

$$Hrs \text{ apropriadas}(\%) = (hrs \text{ realizadas} \div hrs \text{ disponíveis}) \times 100 \quad (3)$$

- 2. Horas preventivas (H.P.):** Dado em %, fornece o percentual de horas que são utilizadas manutenções ditas preventivas, conforme mostra a Equação 4.

$$H.P.(\%) = (horas \text{ realizadas preventivas} \div horas \text{ realizadas}) \times 100 \quad (4)$$

- 3. Horas C.P.: Dado** em %, fornece o percentual de horas que são utilizadas em manutenções corretivas programadas, conforme mostra a Equação 5.

$$Hrs \text{ C.P.}(\%) = (hrs \text{ realizadas C.P.} \div hrs \text{ realizadas}) \times 100 \quad (5)$$

- 4. Horas emergenciais (H.E.):** Dado em %, fornece o percentual de horas que são utilizadas manutenções ditas corretivas emergenciais, conforme mostra a Equação 6.

$$H.E.(\%) = (hrs \text{ realizadas emergenciais} \div hrs \text{ realizadas}) \times 100 \quad (6)$$

- 5. Horas planejadas (H.P.):** Dado em %, fornece o percentual de horas que são utilizadas manutenções ditas planejadas, está vinculado a eficiência do PCM, como mostrado na Equação 7.

$$H.P.(\%) = (hrs \text{ programadas} \div hrs \text{ disponíveis p/ programação}) \times 100 \quad (7)$$

- 6. Assertividade de planejamento:** Dado em %, fornece o percentual de acerto do PCM, tendo como base a relação entre horas planejadas e realizadas, como mostrado na Equação 8.

$$A.P.(\%) = (HH \text{ planejado realizado} \div hrs \text{ programadas}) \times 100 \quad (8)$$

- 7. Notas pendentes sem ordem atribuída:** Dado em %, fornece o percentual de solicitações de serviço sem uma ordem de manutenção inclusa, conforme mostrado na Equação 9.

$$Notas(\%) = (notas \text{ sem ordem} \div \sum \text{ notas}) \times 100 \quad (9)$$

8. Eficiência da execução (Ef.Ex): Dado em %, fornece o percentual de ordens realizadas pela execução, como mostra a Equação 10.

$$Ef.Ex. (\%) = (ordem\ programada\ e\ realizada \div ordem\ programada) \times 100 \quad (10)$$

9. Backlog (B): Dado em %, fornece o tempo necessário para a manutenção realizar todas as horas de ordens de manutenção que estão pendentes, com base no número de horas disponíveis para programação, como se pode ver na Equação 11.

$$B(\%) = (HH\ OM \div hrs\ disponíveis\ p/\ programação) \times 100 \quad (11)$$

10. Eficiência de linha (Ef.L): Dado em %, fornece a quantidade de tempo que a linha opera sem interrupções levando em conta as horas disponíveis, conforme mostrado na Equação 12.

$$Ef.L. (\%) = (hrs\ de\ produção\ líquida \div hrs\ de\ produção\ disponíveis) \times 100 \quad (12)$$

11. Custo de manutenção (C.M.): Dado em %, fornece a relação entre o custo de manutenção e o custo da produção:

$$C.M. (\%) = custo\ de\ manutenção\ real \div (produção\ em\ caixas\ unitárias) \times 100 \quad (13)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico será discutido e revisado os resultados obtidos pela equipe de manutenção com a aplicação do PCM e seus indicadores e o impacto causado no desempenho na engarrafadora, levando em conta a instrução de ocultar alguns dados por conta de sigilo de mercado.

4.1 Implantação do PCM

Foram levantados pelo setor corporativo da empresa dados referentes aos principais impactos na eficiência das linhas de produção, tal análise permitiu observar que a quebra dos equipamentos industriais tinha o maior impacto, com isso, foi decidido implantar algo que contribuísse para a redução desse impacto.

4.1.1 Aplicação geral das ferramentas de manutenção

Os seguintes tópicos representam a aplicação das ferramentas descritas na metodologia, levando sempre em conta as entrevistas realizadas com o setor de manutenção da empresa, os quais elaboraram esses procedimentos visando a melhoria do desempenho do maquinário responsável pelo engarrafamento.

É interessante analisar como são implementadas ferramentas visto que, como já foi dito, a empresa possui o seu próprio padrão para aplicação delas, não necessitando dessa forma ser igual a outras companhias.

4.1.1.1 *Kaizen aplicado a engarrafadora*

O método *kaizen* surge dentro do PCM como uma forma de filtrar o fluxo de informação em um maquinário específico, pois através destes formulários, a equipe de manutenção define suas prioridades.

Nos formulários utilizados pela empresa, há um tópico para o responsável pela manutenção marcar como local “gargalo” ou não, sendo esse local o mais crítico dentro da

instalação, no caso, a engarrafadora. A Figura 15 mostra como o formulário *kaizen* é aplicado pela empresa.

Figura 15 – Aplicação do método *kaizen*

KAIZEN					
Local da melhoria			Data da solicitação: 18/09/2014		
AUTOR			STATUS Não avaliada ()		
DEPT.	Produtivo		Urgente ()		
SETOR	Enchedora de garrafas - ENCG		Equipe Setor de manutenção		
LINHA	1				
ATIVO	transmissor de anel de fricção				
TAG					
MELHORIA					
Lubrificação do ativo; limpeza do local; acoplagem correta; eliminação de fricções indesejadas					
GANHOS POTENCIAIS					
Ergonomia ()	Aumento da produtividade (x)	Mão-de-obra reduzida ()	Redução de energia ()	Menor chance de quebra (x)	Outros
CRITICIDADE					
Criticidade do local:		Local "Gargalo":		Sim ()	Não (x)
CUSTO					
Valor estimado: R\$ 4.780,00		Necessário treinamento		Sim (x)	Não ()
RETORNO DE INVESTIMENTO					
Custo: R\$ 4.780,00		Ganho/mês: R\$ 380,00		Tempo de retorno: 13 meses	
DECISÃO					
Aprovado ()			Reprovado ()		

Fonte: Da empresa

É interessante analisar que o documento, quando analisado, ainda não havia sido aprovado, mas segundo as entrevistas com a equipe de manutenção, foi possível saber que foi reprovado, visto o tempo necessário para o retorno em um ativo não considerado “gargalo” e nem urgente. Por questões de segredo de mercado, só foi obtido acesso a apenas este formulário *kaizen*.

Os funcionários responsáveis pela manutenção utilizam o formulário *kaizen* como uma ordem de serviço, visto que ela atende às mesmas demandas e, segundo os colaboradores, é mais intuitiva para os funcionários, além de facilitar o serviço dos mesmos e deixá-los mais confortáveis a uma possível modificação.

4.1.1.2 Aplicação do tagueamento

Para identificação dos ativos presentes no maquinário, a empresa realizou o tagueamento e codificação das peças sobressalentes presentes na engarrafadora, onde são levantados pela empresa: Departamentos, setores, linhas e os ativos. As figuras 16 e 17 representam o tagueamento executado pela empresa em um dos processos realizados pela engarrafadora, o enchimento das garrafas, onde é possível ver o *Tag*, o método PDM, o número da máquina e os ativos.

Figura 16 – Tagueamento aplicado a engarrafadora

Departamento: 10323908 Produção
 Setor: 10323908 Enchedora de garrafas - ENCG
 Linha: 10323908 Linha 01
 Máquina: F12010 Canal circular - ENCG 01
 Máquina: F12010 conexão de caldeira anelar - ENCG 01
 Máquina: F12010 sondas de bóias - ENCG 01
 Máquina: F12010 válvula de segurança - ENCG 01
 Máquina: F12010 anel de distribuição - ENCG 01
 Máquina: F12010 lubrificação central - passagem rotativa - ENCG 01
 Máquina: F12010 suporte da caldeira - ENCG 01
 Máquina: F12010 transmissor de anel de fricção - ENCG 01

Fonte: Da empresa (retirado de sistema SAP)

A utilização do recurso do PDM para a formação das tags e códigos permite que os funcionários identifiquem o ativo de maneira mais clara. A Figura 17 apresenta a nomenclatura e a codificação utilizada para os departamentos, setores, linhas e máquinas abordados nesse estudo de caso

Figura 17 – Codificação do ativo

(Esquema de princípio: Os números dos componentes encontram-se na listagem dos componentes.)	
Grupo construtivo	20369566 válvula borboleta flangeada_

Fonte: Manual do fabricante (2012)

A numeração marcada em vermelho representa, como já foi explicado no tópico 3.6.5, a identificação funcional da máquina (20), seguido do departamento (3), setor (6), linha (95) e o número do ativo (66). Já em amarelo, o nome da máquina e por último, em azul, sua

característica. Oagueamento padrão requer a marca e o modelo do ativo, mas devido a sigilo de mercado, foram ocultados.

4.1.1.3 Definição dos tipos de manutenção

Como foi abordado no tópico 3.4, há uma classificação que permite ao setor definir qual será o tipo de manutenção utilizada, nos seguintes tópicos, será explicado como cada tipo de manutenção é aplicada na engarrafadora de uma forma geral. visto que não fornecido acesso a todos relatórios de manutenção.

4.1.1.3.1 Aplicação do plano corretivo

Componentes, ativos, e até máquinas inteiras podem requerer uma ação corretiva emergencial, no maquinário estudado não é diferente. Este tipo de manutenção deve ser colocado em prática logo após a identificação da quebra ou falha, evitando dessa maneira danos maiores que podem comprometer a operação.

A empresa realiza o procedimento da seguinte forma: faz o levantamento dos ativos de desgaste natural e de ativos que são passíveis de quebras, posteriormente, esses itens são listados e cadastrados à máquina, para serem avaliados baseada nos critérios da manutenção corretiva presentes no tópico 3.4.1, conforme mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Componentes com estratégia corretiva na engarrafadora

Nº da peça	Descrição do ativo	Qtd.	Posição/tag	Ação requerida	Lubrificação
596268175103	Conexão de caldeira anelar - ENCG 01				
301057049223	Anel de vedação	16	ENCG 01 _Conexão inferior	Ter reserva	n/a
301132171520	Parafuso sextavado - rosca inteira	104	ENCG 01 _Fixador da conexão	Lubrificar	5 meses
301133120170	Porca sextavada	135	ENCG 01 _Fixador da conexão	Lubrificar	5 meses
20369566	válvula borboleta flangeada	4	ENCG 01 _Tubulação da caldeira	Trocar rolamento	2 anos
301013201840	Bico de lavagem do tanque	12	ENCG 01 _Conexão superior	Trocar óleo e rolamento	2 anos

Fonte: Da empresa

Para implantar o plano de manutenção corretiva, foram listados os componentes com características de desgaste natural de acordo com o uso da máquina. Esses componentes foram identificados com seu nome, o seu código de cadastro no sistema e a sua posição/tag na máquina.

4.1.1.3.2 Aplicação do plano preventivo

Para a realização do plano preventivo os colaboradores responsáveis pela manutenção da engarrafadora consultaram o manual, denominado “Lista de peças sobressalentes - Engarrafadora DRV-VF-N 80 F12010” para análise dos históricos de manutenção para verificar a durabilidade de seus componentes, como mostra a Figura 19

Figura 19 – Ativos com planejamento preventivo

N° da peça	Descrição do ativo	Qtd.	Posição/tag	Ação requerida	Lubrificação
596491665001	Tubo de descarga - ENCG 01				
301057049223	Mangueira pneumática de ar comprimido	1	ENCG 01 _Central da tubulação	Substituir	n/a
301053580300	Braçadeira da mangueira	1	ENCG 01 _Lateral da tubulação	Ter reserva	n/a
301067039242	válvula de controle	1	ENCG 01 _Tubo de descarga	Calibragem	n/a
301268819042	Plugue de ligação	1	ENCG 01 _sistema elétrico	Revisão do sistema elétrico	n/a

Fonte: Da empresa

É possível notar que os componentes listados possuem como característica em comum o desgaste natural à medida que a máquina entra em funcionamento. Com base nos registros consultados pela equipe de manutenção, foi possível para eles concluir que as mangueiras pneumáticas, por exemplo, devem ser trocadas anualmente por se ressecarem devido ao produto, caracterizando dessa maneira, uma troca anual preventiva, visto que se trata de um item de desgaste.

4.1.1.3.3 Aplicação do plano preditivo

Assim como o planejamento preventivo, o planejamento preditivo também se baseia na coleta de informações pelo manual citado no tópico 4.4.1.3.2, nos históricos de manutenção e no levantamento de ativos com durabilidade que constam no manual.

A principal diferença desse tipo de manutenção está na adição de rotinas de inspeções realizadas pelos colaboradores do setor, como mostrado na Figura 20, como avaliação do ruído, análise de óleo, análise da vibração, testes de termografia, entre outros. Essas avaliações têm como objetivo prolongar a utilização de componentes além da vida útil prevista, chegando próximo ao limite máximo de utilização que antecede sua quebra.

O método preditivo tem como principal benefício evitar paradas de máquinas para trocas de peças que ainda poderiam ser utilizadas por mais tempo. Em contrapartida, é exigido da equipe de manutentores, uma rotina de verificações constantes em relação a

identificação de anomalias, o que por sua vez, demanda uma quantidade maior de tempo, visto que os responsáveis pela manutenção da engarrafadora devem sempre estar atentos a desvios que mostram que ocorrerá uma quebra iminente.

Figura 20 – Ativos com planejamento preditivo

Nº da peça	Descrição do ativo	Qtd.	Posição/tag	Ação requerida
588317375001	Sistema automático da placa de enxague - ENCG 01			
X58810259	Chapa de regulagem - estação da curva	2	ENCG 01_Central do sistema de enxague	Verificação de ruídos e vibrações, checagem do óleo, testes de termografia
301064016670	Cilindro pneumático	1	ENCG 01_Central do sistema de enxague	
301055106900	União roscada	2	ENCG 01_União	
301133101680	RL132009X Rolamento cônico	2	ENCG 01_Cilindro pneumático	
301132171520	RL2-620-7 ZZ Rolamento do eixo central	2	ENCG 01_União	

Fonte: Da empresa

O acompanhamento preditivo justifica-se, pois, seu custo financeiro é relativamente alto. Além disto, a troca acaba exigindo também, grande esforço da equipe de manutentores, que acaba por ter de desmontar boa parte da máquina, necessitando que a mesma fique parada durante várias horas. Esse procedimento de avaliação foi aplicado aos demais itens de desgaste da máquina, formando assim o plano de manutenções preditivas.

4.1.2 Aplicação dos indicadores de desempenho

A empresa realiza também um planejamento inicial para definição dos indicadores presentes no PCM a serem escolhidos, conforme mostrado na Figura 21, sempre levando em conta o quão relevante cada um é para o processo, dessa forma a implantação foi dividida em 2 etapas: elaboração da instrução para controle desses indicadores e execução do projeto de implantação do PCM.

É sempre importante ressaltar que o objetivo da implantação dos indicadores de desempenho da manutenção estabelece controles internos, através da coleta de dados e análise de resultados, visando aumentar a confiabilidade dos equipamentos industriais. A Figura 20 demonstra o fluxo para a implantação dos indicadores de desempenho dentro do PCM.

Figura 21 – Fluxograma para implantação dos indicadores



Fonte: Da empresa (2020)

4.2 A execução

Com a elaboração da instrução em mãos, o setor corporativo composto por 4 especialistas e um coordenador de manutenção, realiza reuniões com os colaboradores de manutenção da unidade para informar como é feito o processo de execução, envolvendo todos os integrantes do PCM a fim de dar suporte à implantação dele. O auxílio de ferramentas computacionais como o sistema SAP é imprescindível para realização da execução.

O setor responsável pela execução do PCM deve comunicar previamente as áreas das demais unidades, visto que todas elas serão impactadas, mesmo que de forma indireta (setor de almoxarifado, por exemplo), tendo em vista que não seria possível a criação de reservas para a retirada de materiais, que são criadas dentro das ordens de manutenção presentes no sistema SAP.

Antes da geração do relatório inicial com base na instrução mencionada no tópico anterior, é necessário realizar testes para verificar se todas as transações necessárias à obtenção das variáveis estavam disponíveis no sistema, após essa avaliação, um integrante do PCM para ser treinado e replicar o que absorveu aos demais responsáveis pela manutenção industrial da engarrafadora, levando em conta a competência e a habilidade de cada um deles.

O colaborador do PCM deve realizar os primeiros treinamentos com a equipe responsável pela execução do mesmo, definindo a função de cada responsável pela manutenção, a gravidade da execução correta do que está nas ordens de manutenção, além da adequação das ordens no menor tempo possível após a execução. Os indicadores de manutenção também devem ser devidamente explicados durante os treinamentos, sempre tendo como objetivo o aumento da confiabilidade dos equipamentos.

Após realizados os treinamentos com a equipe, os colaboradores entendem que a implantação do PCM e de seus indicadores de desempenho contribuem para o processo de forma significativa e satisfatória, visto que com ordens bem executadas, a engarrafadora opera por mais tempo sem interrupções por quebras, aumentando a eficiência da linha e diminuindo os custos de manutenção. A apropriação devida das ordens favorece e possibilita o aumento do quadro de manutenção, contanto que os valores fornecidos pelo indicador de horas estejam sempre acima da meta estabelecida, evitando assim uma sobrecarga de trabalho e qualificando a execução das atividades.

Outro treinamento é realizado com os colaboradores do PCM, com um foco maior na área de planejamento e seus indicadores, pode-se afirmar que esses funcionários aprovam a implantação do PCM e dos indicadores, pois, segundo eles, é perceptível a contribuição de forma satisfatória dos mesmos. Se baseado neste planejamento, o indicador de horas preventivas tem altas tendências de crescimento à medida que os indicadores de horas corretivas programadas e emergenciais possuem grandes chances de decrescer, diminuindo as necessidades de aquisição de peças emergenciais, haja visto a impossibilidade de viabilizar e manter um estoque com todos os componentes necessários aos equipamentos em operação.

Um planejamento e controle de manutenção bem realizado proporciona maior confiabilidade dos maquinários industriais, na engarrafadora não é diferente, visto que, a conservação dela está mantida, garantindo dessa forma a qualidade do produto. A aplicação do PCM também trouxe outras vantagens, como um maior contato dos funcionários com o sistema

SAP, aumentando dessa forma a interação com as outras unidades da equipe, como por exemplo, facilitando a busca de peças.

4.3 Sistema de gestão por indicadores

É um sistema de gestão bastante utilizado pelos responsáveis pelo PCM que funciona com base em dados coletados por eles, com uma frequência semanal. O PCM reporta ao setor corporativo os resultados atingidos nas semanas anteriores à semana do envio de dados, tais dados compõem a memória de cálculo dos indicadores de desempenho da manutenção que, depois de analisados, são posteriormente enviados aos gestores da unidade através de um relatório. O Quadro 2 mostra os indicadores que foram analisados semanalmente pelos gestores de manutenção da empresa.

Quadro 2 – Painel de indicadores

INDICADORES	U.M.	SEMANA	MÊS	META	DIF. META
horas apropriadas	%	Valor do resultado semanal	Valor do resultado mensal (acumulado)	Valor determinado pelo corporativo da manutenção da empresa	Diferença entre os valores do resultado mensal e meta
horas preventivas	%	idem	idem	idem	idem
horas corretivas programadas	%	idem	idem	idem	idem
horas emergenciais	%	idem	idem	idem	idem
horas planejadas	%	idem	idem	idem	idem
assertividade do planejamento	%	idem	idem	idem	idem
eficiência de	%	idem	idem	idem	idem

execução					
<i>backlog</i>	SEMANA	idem	idem	idem	idem
notas pendentes sem ordem de manutenção	%	idem	idem	idem	idem
eficiência de linha	%	idem	idem	idem	idem
custo de manutenção	%	idem	idem	idem	idem

Fonte: Do autor (retirado da plataforma SAP)

O setor corporativo emite esse relatório devidamente preenchido com os valores obtidos e o repassa ao coordenador de manutenção para que o mesmo tome as ações necessárias com o objetivo de melhorar os resultados dos indicadores não-satisfatórios e manter os resultados dos indicadores satisfatórios.

É pertinente se afirmar que os indicadores contemplam dentro PCM todos os dados necessários para se obter um vislumbre geral do desempenho na manutenção industrial como um todo, e até mesmo em casos específicos, como é o caso da engarrafadora, eles abordam desde o planejamento até a execução, possibilitando identificar de forma precisa onde ocorreu a falha, a quebra, a fratura, entre outros, portanto, os indicadores de desempenho são imprescindíveis para o PCM.

Também é possível se dizer que os indicadores de desempenho da manutenção refletem de forma direta a eficiência da linha de produção, ou seja, à medida que os indicadores estão satisfatórios, a produtividade também está, assim como sua confiabilidade.

4.4 Resultados da implantação do PCM

Com a correta implementação do PCM, as manutenções preventivas na engarrafadora começaram a possuir um cronograma definido, haja visto que as quebras acidentais e inesperadas diminuíram significativamente, logo o planejamento foi assertivo. Com isso, as

manutenções preventivas na engarrafadora passaram a ter um ciclo de execução sólido, com menos sobrecarga.

Rupturas de mercado também tiveram um decréscimo considerável devido ao aumento do cumprimento de lotes de produção previstos. Nesse sentido, o setor comercial passou a ter uma maior força junto ao mercado à medida que o percentual da entrega e venda das garrafas de vidros também aumentava. Outro indicador de desempenho que também obteve resultados satisfatórios foi o custo de manutenção, que passou a ter menos desvios por conta do aumento percentual do cumprimento do orçamento previsto pela empresa haja visto a queda de quebras inesperadas de equipamentos industriais, com isso, a realização de manutenções preventivas tornaram-se constantes, aumentando dessa forma a confiabilidade dos equipamentos industriais.

4.4.1 Visão da operação e manutenção

Conforme dito no tópico de metodologia, foram realizadas diversas entrevistas com os responsáveis pelo setor de manutenção, que foram quem abriram as portas para a realização deste trabalho, além de conversas muito proveitosas com os colaboradores da produção sobre a implantação do PCM na engarrafadora DRV-VF-N 80.

Pelo que foi coletado durante as conversas, a operação encontra-se bastante satisfeita com a implantação do PCM, pois segundo eles o alto número de quebras inesperadas tinha que ser resolvido durante os finais de semana, comprometendo a vida pessoal dos trabalhadores operantes na manutenção, porém com o uso do PCM e seus indicadores ocorre poucos desvios em relação ao planejamento inicial.

O setor responsável pela manutenção também encontra-se satisfeito com a aplicação do PCM, visto que as manutenções preventivas ganharam destaque, minimizando dessa forma a ocorrência de quebras inesperadas, além de uma maior conservação dos equipamentos e confiabilidade do processo produtivo. Uma boa parte dos manutentores eram destinados a ocorrências corretivas de natureza emergencial, atualmente, eles são destinados a buscar melhorias no processo.

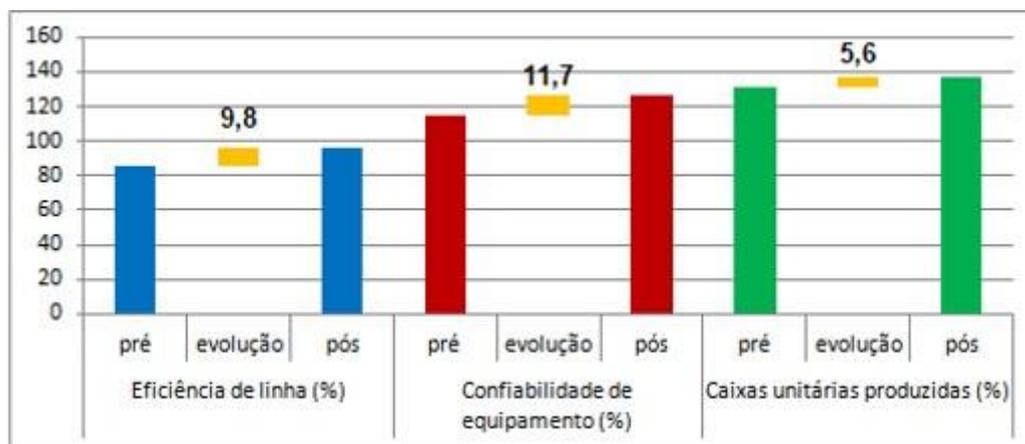
4.4.2 Análise percentual dos resultados

Foi realizada uma análise referente a 3 frentes do processo, são eles: eficiência de linha, confiabilidade dos equipamentos e volume de produção, a equipe de manutenção realizou as avaliações antes e após a aplicação do PCM e seus indicadores de desempenho. Foram fornecidos dados da fase pré-implantação realizados em 2013, e posteriormente aos dados pós-implantação realizados em 2017 (mais precisamente até o dia 30 de junho).

A Figura 22 mostra em valores percentuais a evolução pela implementação do PCM, a eficiência da linha, em colunas azuis, obteve uma melhoria de 9,8% com relação à antes da implantação, já a confiabilidade do equipamento, em colunas vermelhas, resultou em uma evolução de 11,7%. Dessa forma, a evolução da confiabilidade reflete diretamente na eficiência da linha, melhorando dessa forma o volume de produção, o qual foi medido em caixas unitárias de garrafas de vidro, representado pelas colunas verdes, em 5,6%.

Os resultados apresentados trouxeram ótimos resultados para a empresa, como a redução de custos por exemplo, haja visto que houve um maior volume de produção utilizando-se o mesmo tempo de disponibilidade de linha.

Figura 22 – Pré e pós-implantação do PCM e seus indicadores



Fonte: Da empresa (2017)

Alguns outros resultados que a equipe de manutenção obteve com a aplicação do PCM na engarrafadora que os levaram a adotar esta estratégia de planejamento para seus outros maquinários:

- Montagem da estratégia de atuação baseada nos métodos de manutenção mais adequados para cada máquina;
- Maior suporte para a equipe dos manutentores para que a estratégia de manutenção seja executada, estruturando dessa forma as funções do PCM para coordenação das atividades da equipe e possibilitando dessa forma, uma postura ativa por parte da mesma.
- Melhor monitoramento do desempenho das instalações e do setor de manutenção através da implantação dos indicadores de desempenho
- Aumento significativo na disponibilidade do maquinário e controle das despesas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho tem como principal objetivo uma análise ampla e técnica sobre a aplicação das bases para estruturação de funções do planejamento e controle de manutenção, tais funções possuem a responsabilidade de fornecer suporte a equipe colaboradores da manutenção, para que os mesmos consigam executar suas atividades de forma ativa, tendo sempre em mente aumentar o desempenho do maquinário estudado, além da sua disponibilidade e da redução de seus custos.

A empresa estudada sofria altos impactos em seus resultados devido a baixa confiabilidade da engarrafadora, fato percebido pelo nível estratégico da empresa, que, por sua vez, concentrou seus esforços para a melhoria desse indicador. A implantação do PCM na engarrafadora estudada foi fundamental para que o resultado almejado pela empresa fosse alcançado, possibilitando dessa forma uma maior assertividade nas tomadas de decisões por conta do controle eficaz sobre todo o processo.

De acordo com as conversas realizadas com os responsáveis pela manutenção, a equipe buscou um modelo adequado a realidade da empresa, baseado na correlação entre literatura e a realidade do processo produtivo da linha em questão, para isso, todos se comprometeram a abordar os mais diversos e específicos temas relacionados à gestão de manutenção. Depois de algumas reuniões, a equipe chegou à conclusão de que o PCM seria o método mais ideal para se aplicar a engarrafadora.

É interessante também pontuar que a aplicação do PCM na empresa estudada pode ser aplicado de outras formas em outras corporações, não necessitando ser a mesma para todos (ordem de serviço diferenciada, por exemplo), o que consta neste presente trabalho foi justamente a adequação das funções presentes no PCM que culminou no seu uso pela empresa, os colaboradores e responsáveis pela manutenção possuem total liberdade para alterar ou atualizar a maneira que aplicam o planejamento e controle de manutenção, devendo haver um consenso entre todos envolvidos no processo. Cada instituição deve exigir uma avaliação para formação de um modelo de gestão adequado.

Uma das conclusões que se pode tirar dessa aplicação é a necessidade de divisão das execuções de trabalho dos manutentores pelos métodos de manutenção, permitindo desta forma

uma maior especialização por parte da equipe para execução de suas atividades, além de possibilitar documentar e parametrizar os procedimentos adotados

Também é possível observar que a teoria possui relação direta com a prática, a medida que se observa os resultados obtidos, mostrando que para o alcance de metas de qualquer empresa, uma boa base teórica é imprescindível.

Foi possível observar que definir o fluxo de informação também foi fundamental, visto que essa definição inicia com a estrutura de modelos formais para registrar necessidade de intervenções mecânicas na engarrafadora, tornando a equipe responsável por isso alinhada com o processo. Esse registro formal é executado através do modelo SS, da mesma maneira que é necessário a criação de históricos de manutenção da engarrafadora, para que se possa mensurar a quantidade e os tipos de ocorrências, podendo ser falhas, quebras, entre outros, além de seus custos, feitos através da OS baseada na ferramenta 5W2H.

Ainda sobre a questão do fluxo da informação, é extremamente importante que a comunicação entre setores flua bem, de forma clara e objetiva, onde todos os membros da equipe consigam entender o que precisa ser feito através da leitura dos procedimentos cadastrados e das OS criadas. Caso não ocorra o entendimento através da documentação cadastrada, esta deve ser revista para que todos estejam alinhados com o processo.

Também é pertinente se concluir com o presente trabalho de que os objetivos propostos foram alcançados, tendo em vista a melhoria no desempenho por conta da relação direta entre a aplicação do PCM e seus indicadores com o aumento da confiabilidade do equipamento industrial estudado, melhorado em cerca de 11,7% desde o momento de sua aplicação, além de ser consolidada pelos outros resultados obtidos: Uma melhoria de 9,8% na eficiência da linha e 5,6% na produção de caixas unitárias.

O último ponto que se pode extrair da conversa com a equipe de manutenção é que a empresa utiliza o planejamento e controle de manutenção para gerenciar seus processos até os dias de hoje, mesmo os dados obtidos serem dos anos de 2013 a 2017, o que também evidencia a eficiência e seu impacto positivo no maquinário estudado.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- BRANCO FILHO, G. **Indicadores e índices de manutenção**. Rio de Janeiro - RJ: Editora Ciência Moderna, 2006.
- EDUARDO, Alexandre C. **Diagnóstico de defeitos em sistemas mecânicos rotativos através da análise de correlações e redes neurais artificiais**. Universidade de Campinas. Campinas - SP, 2003.
- FARIA, A.C. **Gestão de custos logísticos**. Editora Atlas, 2007.
- FALCONI, Vicente Campos. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. São Paulo: Editora INDG, 2004.
- GASNIER, Daniel G. **Gestão de estoques e suprimentos na cadeia de abastecimento**. 1. ed. São Paulo: IMAM, 2007.
- HANSEN, Robert C. **Eficiência global dos equipamentos: Uma poderosa ferramenta de produção / manutenção para aumento do lucro**. 1.ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.
- JACÓ, Felipe H. **Proposta de implantação das funções de planejamento e controle da manutenção (PCM) em uma linha de produção**. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES. Lajeado - RS, 2017.
- PASCAL, Dennis. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.
- PINTO, A. K.; XAVIER, J. de A. N. **Manutenção: Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- VIANA, Herbert R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção**. Edição, Qualitymark Editora. Rio de Janeiro- RJ, 2002.
- VERRI, Luiz Alberto. **Gerenciamento pela Qualidade Total na manutenção industrial: Aplicação Prática**. 1ª Edição, Qualitymark. Rio de Janeiro – RJ, 2007.
- WYREBSK, Jerzy. **Manutenção Produtiva Total. Um modelo adaptado**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. INDG Tecnologia e Serviços Ltda. Nova Lima - MG, 2004.