

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

RICIERI AUGUSTO MENDES FONTANINI

**IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO PARA UMA
LINHA DE ENVASAMENTO EM UMA CERVEJARIA DOS CAMPOS
GERAIS (PR)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

RICIERI AUGUSTO MENDES FONTANINI

**IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO PARA UMA
LINHA DE ENVASAMENTO EM UMA CERVEJARIA DOS CAMPOS
GERAIS (PR)**

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

Orientadora: Prof.^a Ma. Ana Maria Bueno

PONTA GROSSA

2018



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



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO PARA UMA LINHA DE
ENVASAMENTO EM UMA CERVEJARIA DOS CAMPOS GERAIS (PR)

por

RICIERI AUGUSTO MENDES FONTANINI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 02 de julho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Ma. Ana Maria Bueno
Prof. Orientador

Profa. Dra. Daiane Maria de Genaro Chirolí
Membro titular

Prof. Dr. Fábio José Ceron Branco
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

RESUMO

FONTANINI, Ricieri Augusto Mendes. **Implementação de planos de manutenção para uma linha de envasamento em uma cervejaria dos Campos Gerais (PR)**. 2018. 88f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

Planos de manutenção consistem em um conjunto de atividades executadas regularmente com o objetivo de manter equipamentos e instalações fabris nos melhores estados operacionais, de modo que otimizem sua eficiência global, vida útil e os custos relacionados as intervenções. O presente trabalho tem como objetivo implementar planos de manutenção para uma nova linha de envasamento em uma cervejaria dos Campos Gerais no estado do Paraná, que emprega práticas da gestão da manutenção e o programa do TPM em busca da melhoria contínua. A metodologia proposta foi classificada como uma pesquisa ação, aplicada, qualitativa e exploratória. As etapas de desenvolvimento do estudo resultaram no cadastro dos 40 equipamentos presentes no local de instalação, bem como 215 planos de manutenção, atendendo 100% dos equipamentos recomendados. Também obteve-se a padronização de fluxos para criação e revisão de planos de manutenção, definindo etapas e responsabilidades. Desta maneira, a organização demonstra como a gestão da manutenção, em sua forma estratégica, busca otimizar a eficiência, qualidade e segurança de suas instalações, de modo que reflitam em capacidade e disponibilidade de máquinas, menores custos de manutenção e paradas não programadas, aprimorando por sua vez a rentabilidade empresarial.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total. Manutenção Planejada. Planos de Manutenção.

ABSTRACT

FONTANINI, Ricieri Augusto Mendes. **Implementation of maintenance plans for a packing line at a brewery of Campos Gerais (PR)**. 2018. 88p. Work of Conclusion Course (Graduation in Production Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2018.

Maintenance plans consist of a set of activities performed regularly to maintain plant equipment and facilities in the best operational states in order to optimize their overall efficiency, service life and costs related to the interventions. The present work aims to implement maintenance plans for a new bottling line in a brewery in Campos Gerais, state of Paraná, which employs maintenance management practices and the TPM program in search of continuous improvement. The proposed methodology was classified as action research, applied, qualitative and exploratory. The development stages of the study resulted in the registration of the 40 equipment present at the installation site, in addition to 215 maintenance plans, serving 100% of the recommended equipment. Standardization of flows was also obtained to create and revise maintenance plans, defining steps and responsibilities. In this way, the organization demonstrates how maintenance management, in its strategic form, seeks to optimize the efficiency, quality and safety of its facilities, so as to reflect the capacity and availability of the machine, lower maintenance costs and unscheduled downtime, improving the profitability of the business.

Keywords: Total Productive Maintenance. Planned Maintenance. Maintenance Plans.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução, contribuições e gerações da manutenção.....	20
Figura 2 - Os 8 pilares do TPM	29
Figura 3 - Os 8 passos da metodologia AM	32
Figura 4 - Os 6 passos da metodologia PM	33
Figura 5 - Metodologia PD em 7 passos	36
Figura 6 - <i>Loop</i> dos 10 passos da metodologia PQ	37
Figura 7 - Partida vertical em um projeto com aplicação EEM.....	38
Figura 8 - Etapas do processo de fabricação de cerveja	46
Figura 9 - Sequência de implementação de planos de manutenção.....	50
Figura 10 - Fluxograma da nova linha de envasamento	53
Figura 11 - Árvore de equipamentos no sistema ERP	58
Figura 12 - Documentação originada pelo pilar.....	60
Figura 13 - Documentação originada pelos inspetores técnicos	60
Figura 14 - Chave de modelo (operação) de segurança.....	63
Figura 15 - Codificação do grupo de roteiros	67
Figura 16 - Entrada do código e descrição da lista de tarefas	67
Figura 17 - Separação das ações de manutenção por especialidade.....	68
Figura 18 - Lista de tarefas: especialidade mecânica industrial	68
Figura 19 - Composição da lista de tarefas e recursos empregados	69
Figura 20 - Definição da estratégia e periodicidade de cada operação	69
Figura 21 - Criação do plano de manutenção no ERP	73
Figura 22 - Esquema demonstrativo do horizonte de abertura	75
Figura 23 - Planilha de ordens de manutenção preventiva	76
Figura 24 - Exibição de ordem de manutenção preventiva no SAP	76
Figura 25 - <i>Feedback</i> da execução	78
Figura 26 - Solicitação e criação de planos de manutenção	79
Figura 27 - Solicitação e revisão de planos de manutenção	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - O papel e os fatores de relevância da manutenção	16
Quadro 2 - Pontos positivos e negativos da manutenção planejada.....	23
Quadro 3 - Metodologia: etapas de desenvolvimento do trabalho	44
Quadro 4 - Lista de equipamentos do local de instalação.....	54
Quadro 5 - Lista de equipamentos do local de instalação.....	55
Quadro 6 - Cadastro de local de instalação	55
Quadro 7 - Cadastro de equipamentos	56
Quadro 8 - Tagueamento e codificação do local de instalação e equipamentos	56
Quadro 9 - Tagueamento e codificação do local de instalação e equipamentos	57
Quadro 10 - Especialidades de manutenção	61
Quadro 11 - Cadastro de chaves de modelo.....	62
Quadro 12 - Estratégia de manutenção em função da periodicidade	65
Quadro 13 - Criação da lista de tarefas	66
Quadro 14 - Descrição da lista de tarefas	66
Quadro 15 - Estratificação das listas de tarefas por grupos de trabalho	70
Quadro 16 - Codificação de um plano de manutenção	71
Quadro 17 - Descrição dos planos de manutenção	72
Quadro 18 - Planos de manutenção por grupos de trabalho.....	74

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AM	<i>Autonomous Maintenance</i>
APIR	Aspectos e Perigos, Impactos e Riscos
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
BK	<i>Breakdowns</i>
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CD	Centro de Distribuição
CIP	<i>Clean in Place</i>
EEM	<i>Early Equipment Management</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETDI	Estação de Tratamento de Dejetos Industriais
FI	<i>Focused Improvement</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
HOC	<i>Health, Organization and Cleaning</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
MS	<i>Minor Stops</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i>
MTBS	<i>Mean Time Between Stoppages</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OTIF	<i>On Time In Full</i>
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PD	<i>People Development</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PM	<i>Planned Maintenance</i>
PQ	<i>Quality Maintenance</i>

QT	Qualidade Total
RCB	Restauração das Condições de Base
SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos (para processamento de dados)
SIG	Sistema de Informação Gerencial
SHE	<i>Safety, Health and Environment</i>
SL	<i>Speed Losses</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivo Específicos	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 CONCEITO DE MANUTENÇÃO	15
2.2 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO	17
2.2.1 A Primeira Geração	18
2.2.2 A Segunda Geração	18
2.2.3 A Terceira Geração	19
2.2.4 A Quarta Geração	19
2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO	20
2.3.1 Manutenção Corretiva	21
2.3.1.1 Manutenção corretiva não planejada	21
2.3.1.2 Manutenção corretiva planejada	22
2.3.2 Manutenção Preventiva	22
2.3.2.1 Planos de manutenção	24
2.3.3 Manutenção Preditiva	25
2.3.4 Manutenção Detectiva	26
2.4 GESTÃO DA MANUTENÇÃO	26
2.4.1 Manutenção Estratégica	27
2.5 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)	28
2.5.1 Pilar de Manutenção Autônoma (AM)	31
2.5.2 Pilar de Manutenção Planejada (PM)	32
2.5.3 Pilar de Melhoria Específica (FI)	34
2.5.4 Pilar de Educação & Treinamento (PD)	35
2.5.5 Pilar de Manutenção da Qualidade (PQ)	36
2.5.6 Pilar de Controle Inicial (EEM)	38
2.5.7 Pilar de TPM Administrativo (<i>Office</i>)	39
2.5.8 Pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SHE)	40
3 METODOLOGIA	41
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	41
3.1.1 Quanto à Natureza	41
3.1.2 Quanto à Abordagem	42
3.1.3 Quanto aos Objetivos	42
3.1.4 Quanto aos Procedimentos Técnicos	42

3.2 O OBJETO DE ESTUDO	43
3.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO	44
4 DESENVOLVIMENTO.....	45
4.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	45
4.1.1 Sistema Integrado de Gestão Empresarial.....	47
4.2 PROCEDIMENTOS DE DESENVOLVIMENTO.....	48
4.2.1 Etapa 1: Organização da Manutenção	48
4.2.2 Etapa 2: Levantamento de Dados Qualitativos	48
4.2.3 Etapa 3: Consolidação da Base de Dados e Cadastro do Planos no ERP	49
4.2.3.1 Criação de chaves de modelo	49
4.2.3.2 Criação de grupos de roteiro	50
4.2.3.3 Criação de planos de manutenção	50
4.2.4 Etapa 4: Programação e Execução dos Planos	51
4.2.5 Etapa 5: Rodar Ciclo de Melhoria Contínua	51
5 RESULTADOS	53
5.1 TAGUEAMENTO E CODIFICAÇÃO	53
5.2 FUNÇÃO EEM E INSPETORES TÉCNICOS	59
5.3 FUNÇÃO PM - PCM	61
5.3.1 Criação de Chaves de Modelo.....	62
5.3.2 Criação de Grupos de Roteiro	64
5.3.3 Criação de Planos de Manutenção	70
5.3.4 Programação de Datas	74
5.4 ATUAÇÃO EM CAMPO	75
5.5 FEEDBACKS DA EXECUÇÃO E AJUSTES.....	77
5.6 FLUXOS PARA CRIAÇÃO E REVISÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO.....	78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

A padronização e o planejamento fomentam a essência da melhoria contínua do gerenciamento da manutenção. Para Xenos (1998), quando essas bases são bem aplicadas, garante-se a confiabilidade das ações de manutenção, bem como a previsibilidade de recursos humanos e materiais. A confiabilidade das ações impacta na busca constante por zero quebras, zero defeitos e zero acidentes. Já a previsibilidade de recursos acarreta em um melhor gerenciamento orçamentário, fator de suma importância na maximização da geração de resultados.

Entre os meios difundidos no gerenciamento da manutenção, na busca desses princípios, dá-se o papel dos planos de manutenção. Conforme Ceppli (2014), os planos de manutenção têm como natureza reunir todas as informações necessárias para ações preventivas ou preditivas, datadas e que representam as estratégias de manutenção assumidas pela empresa. Em suma, os planos de manutenção caracterizam as ações a serem tomadas para evitar falhas e garantir a disponibilidade dos equipamentos.

No presente trabalho, a implementação dos planos de manutenção se dará em uma nova linha de envasamento de uma indústria cervejeira situada na região dos Campos Gerais no estado do Paraná. A empresa, objeto de estudo, emprega a metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total) como saída às necessidades de melhorar a eficiência da manutenção, que impactam diretamente na redução ou eliminação das perdas por manutenção, aumento do tempo de vida útil dos equipamentos fabris e aumento da eficiência, resultando no aumento global da produtividade industrial (PIRES NETO et al., 2012).

Destaca-se ainda que a concepção dos planos de manutenção contribui para o alcance dos objetivos inerentes a cada pilar do TPM, uma vez que um conteúdo de qualidade irá atuar em prol das condições de base dos equipamentos, com maior confiabilidade, maior disponibilidade, maior vida útil aos sistemas e instalações, maior qualidade aos produtos, mudanças de comportamentos, geração de aprendizados, mitigação das perdas por troca de informações, erradicação de acidentes e danos ambientais (NETTO, 2008).

O pilar de manutenção planejada (PM), por meio do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), é protagonista no desenvolvimento dos planos de manutenção. De maneira organizada, o pilar PM é responsável por rodar o *looping*

de melhoria contínua dos planos, aperfeiçoando-os cada vez mais às reais necessidades de manutenção das máquinas.

O TPM trabalha na busca da economicidade por meio da confiabilidade e disponibilidade das instalações, prevenindo falhas, integrando políticas para a eficiência global e notoriamente envolvendo pessoas. Portanto, via esse cenário, o presente trabalho tem como premissa responder a seguinte pergunta: como implementar planos de manutenção para uma nova linha de envasamento em uma cervejaria dos Campos Gerais no estado do Paraná, por meio da estrutura disponibilizada pela metodologia TPM?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo implementar planos de manutenção para uma nova linha de envasamento de uma unidade cervejeira dos Campos Gerais no estado do Paraná, por meio da estrutura disponibilizada pela metodologia TPM.

1.1.2 Objetivo Específicos

- a) Organizar a manutenção por meio do tagging e codificação do novo local de instalação e os respectivos novos equipamentos;
- b) Levantar dados qualitativos para compor as operações dos planos de manutenção dos novos equipamentos;
- c) Cadastrar os planos de manutenção no sistema integrado de gestão empresarial;
- d) Executar os planos de manutenção em campo;
- e) Ajustar os planos de manutenção de acordo com o *feedback* da execução.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo o anuário de 2016 apresentado pela CervBrasil (Associação Brasileira da Indústria da Cerveja), a indústria cervejeira vem contribuindo com grande força para o desenvolvimento econômico do Brasil. O país é o terceiro maior produtor de cerveja no mundo, representando 1,6% do PIB brasileiro, R\$20 bilhões em tributos e cerca de 2,2 milhões de empregos diretos e indiretos.

Em meio a esse cenário de grande desenvolvimento e competitividade, as empresas cervejeiras buscam práticas cada vez mais potencializadas na obtenção de resultados e crescimento no mercado. Para tanto, todas as áreas, setores ou departamentos da indústria, devem trabalhar em sinergia rumo a melhoria contínua.

A Manutenção Produtiva Total, por meio de seus pilares e metodologias, certifica a ideia do melhoramento continuado, já que são inerentes à busca da máxima eficiência dos sistemas de produção, através de mecanismos que reduzam ou eliminem as diversas perdas, atingindo zero quebras, zero defeitos e zero acidentes, trazendo também o ciclo total de vida útil das máquinas e equipamentos da operação.

Tão logo, a figura do pilar de Manutenção Planejada atua em uma importante atividade de manutenção, que contribui com os vários objetivos dos demais pilares do TPM: a implementação dos planos de manutenção para as instalações - por meio do ciclo de melhoria contínua (XENOS, 2004).

Viana (2002) denota que os planos de manutenção são o conjunto de informações necessárias para a perfeita orientação da atividade de manutenção. O autor afirma que estes representam, na prática, o detalhamento estratégico da manutenção manifestado por uma empresa. A sua disposição no espaço e tempo, e a qualidade das suas instruções nas operações, denotam o tratamento dado pelo órgão mantenedor para com suas ações preventivas e preditivas.

Dessa forma, assume-se que planos de manutenção bem concebidos e elaborados, são reflexos da organização junto às atividades de manutenção. Outra nuance implícita aos planos de manutenção cabe ao nivelamento de recursos humanos e financeiros, pois com um plano bem idealizado, consegue-se mensurar a necessidade de homem-hora na execução das atividades, bem como o controle de estoques e peças sobressalentes, otimizando assim os recursos necessários.

Portanto, torna-se relevante os resultados dessa pesquisa, a fim de indicar uma maneira ótima de implementação de planos de manutenção para equipamentos, potencializando ainda mais os prós na busca da melhoria contínua, quebra zero e maior efetividade do processo. Não obstante, o intuito do trabalho em vigor é destacar-se como *benchmarking* na organização em estudo, buscando contribuir - por meio das ações de manutenção - com a segurança, a produtividade e com menores custos de manutenção e produção, resultando uma maior lucratividade à empresa.

Por fim, o tema desse trabalho relaciona-se intimamente com as áreas e funções da Engenharia de Produção. Os planos de manutenção favorecem as áreas de qualidade, gerência de produção, gestão econômica, segurança do trabalho, estratégia de negócios, sistemas de informação e gestão ambiental. Tais campos recebem contribuições quanto a gestão e organização do trabalho; qualidade e confiabilidade em máquinas, serviços e produtos; sistemas para planejamento estratégico e tomada de decisão; pontos estes, diferenciais na obtenção de performance econômica.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é dividido em seis capítulos. O capítulo inicial apresenta uma introdução acerca do assunto tratado, definindo o problema, o objetivo geral, os objetivos específicos e a justificativa para o seu acontecimento.

O segundo capítulo apresenta os referenciais teóricos necessários ao tema de estudo, em que são apresentados os principais conceitos, tipologias e ferramentas empregadas. No terceiro capítulo transcorre a metodologia utilizada, contendo a classificação da pesquisa e as etapas de desenvolvimento do estudo.

Os procedimentos de desenvolvimento e as etapas de evolução do trabalho são descritos no quarto capítulo. O quinto capítulo exhibe os resultados atingidos. Por fim, as considerações finais da pesquisa, as recomendações para trabalhos futuros e dificuldades encontradas são retratadas no sexto capítulo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo aborda-se os trabalhos já publicados sobre o tema. O mesmo é apresentado e subdivido em cinco partes: conceito de manutenção; histórico da manutenção; tipos de manutenção; gestão da manutenção e Manutenção Produtiva Total.

2.1 CONCEITO DE MANUTENÇÃO

Manutenção refere-se as medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação ou ainda como os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas. Manutenção significa a ação ou o efeito de manter, zelar e conservar, administrar e gerenciar (SOUZA, 2012).

Trazendo tais significados ao âmbito industrial, manutenção admite a responsabilidade de garantir a funcionalidade dos equipamentos que compõem as instalações de uma planta industrial. Conforme a ABNT NBR 5462/1994, manutenção é interpretada como *a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida, outrora projetado.*

Sendo assim, a manutenção tem papel fundamental na conservação, adequação, restauração ou *retrofitting*, substituição e prevenção de um item; por meio de um conjunto de técnicas e tomadas de ações intervencionistas em busca do funcionamento permanente e regular de ferramentas, equipamentos, máquinas e toda instalação fabril.

Xenos (1998) explicita que as atividades de manutenção têm por objetivo evitar a degradação dos equipamentos e instalações em decorrência do seu desgaste natural e pelo uso. Esta degradação pode manifestar-se de diferentes maneiras, partindo de uma aparência externa deteriorada até perdas produtivas e de desempenho, como perdas de velocidade (SL), pequenas paradas (MS) e quebras (BK).

De acordo com Slack et al. (1999), o termo manutenção é usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas nos processos

produtivos, por meio de cuidados aplicados em suas instalações físicas, buscando operações mais disponíveis e confiáveis, focando resultados que maximizem a produção e minimizem custos com as intervenções não planejadas.

Ampliando a conceituação, observa-se que com a evolução da indústria e dos sistemas de gestão, da maior interatividade e integração das áreas das organizações, que a manutenção deixa de ser encarada como “um mal necessário” e passa a ter papel de grande importância na obtenção de ganhos e/ou vantagens competitivas:

[...] “O setor de manutenção vem crescendo substancialmente nos últimos anos, sobretudo nas últimas duas décadas, passando por fortes transformações, se posicionando de forma expressiva no cenário industrial. O que anteriormente era visto como um setor de despesas, inconveniente, muitas vezes esquecido e discriminado, hoje, devido aos resultados alcançados e devido à série de estudos efetuados, tem-se a prova de que com uma eficiente manutenção e com um eficiente planejamento”, alcança-se bons resultados (BRITO et al., 2005).

Para Xenos (1998) as atividades de manutenção devem ter um escopo muito mais abrangente que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos, logo as atividades de melhoria devem fazer parte desse escopo em prol do aumento da produtividade, seja implementando um aperfeiçoamento na máquina, seja na simplificação do modo de operação.

De maneira geral, o objetivo da manutenção é a obtenção de níveis produtivos elevados dos equipamentos (COSTA, 2013). Para tanto, é necessário levar em consideração quatro importantes fatores apontados no Quadro 1.

Quadro 1 - O papel e os fatores de relevância da manutenção

Fator	Papel da manutenção
Segurança	→ Criar condições para detecção, avaliação, controle e sempre que possível erradicação de riscos potenciais advindos dos equipamentos e suas operações. → Criar condições seguras não só para equipamentos, mas também para todos clientes internos e externos a organização, incluindo questões legais e ambientais.
Qualidade	→ Entregar alto rendimento dos equipamentos, em busca do "defeito zero". → Educar e capacitar clientes internos, embasado em boas práticas de higiene e proteção ambiental. → Entregar atividade de manutenção <i>On Time In Full</i> (OTIF).
Custo	→ Agir em busca da minimização de recursos e conseqüentemente reduzir custos. → Buscar as melhores práticas de manutenção.
Disponibilidade	→ Manter as máquinas disponíveis para a produção conforme a programação.

Fonte: Autoria Própria

Deste modo, o aumento de produtividade é originado pela maior disponibilidade e confiabilidade das instalações e, por consequência, reduz custos de manutenção, além de proporcionar um ambiente de trabalho mais seguro e atento aos quesitos de qualidade.

2.2 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

Manutenção é um termo presente na história humana desde os primórdios da utilização de ferramentas de produção. Com a Revolução Industrial (século XVIII) e as revoluções tecnológicas dos séculos XX e XXI, tomou posição cada vez mais importante a todos aqueles que utilizam de máquinas e equipamentos na transformação de matérias-primas em produtos acabados (COSTA, 2013).

Viana (2002) retrata o surgimento da manutenção industrial como função do organismo produtivo do século XVI, através dos teares mecânicos, onde os próprios operadores eram treinados pelos fabricantes para atuarem também como mantenedores. Tal posição advém da necessidade de se manter o que se tem em plenas condições de uso, para assim fomentar a produção de fato.

Com o amadurecimento dos conhecimentos sobre manutenção, começaram a evidenciar-se mais os impactos dessa atividade, quando feita de maneira mais organizada. Então, nesse contexto, surgem as primeiras técnicas de planejamento de serviços, aplicadas por Taylor e Fayol, por volta dos anos 1900 (TAVARES, 2000). Dessa maneira, eram mapeados os recursos necessários para uma intervenção, buscando antecipar as atividades indiretas na realização da atividade principal.

Logo, a manutenção veio a se firmar como fator essencial à uma organização durante a Segunda Guerra Mundial. A necessidade por garantir o pleno funcionamento de armas, veículos e aviões, dimensionando corretamente recursos e minimizando o tempo de intervenção, levou ao desenvolvimento de diversas técnicas de organização, planejamento e tomada de decisão (VIANA, 2002).

Então, a partir de tão relevante fato mundial, Kardec e Nascif (2003) apresentaram a evolução da manutenção dividida em 3 grandes gerações, enquanto que Mortelari, Siqueira e Pizzati (2011) expuseram complementos às técnicas e gestão da manutenção, caracterizando assim a Quarta Geração.

2.2.1 A Primeira Geração

A Primeira Geração antecede a Segunda Guerra Mundial. Produtividade ainda não era sinônimo de sobrevivência para as indústrias, que eram pouco mecanizadas, com equipamentos simples e superdimensionados (KARDEC E NASCIF, 2003).

Não se fazia relevante uma manutenção sistematizada, uma vez que era de conhecimento de todos que os equipamentos se desgastavam conforme sua utilização ou ao decorrer do tempo. Basicamente, o operador acumulava a função de mantenedor, realizando pequenas intervenções de lubrificação e limpeza, além da manutenção corretiva pós quebra.

2.2.2 A Segunda Geração

Com o início da Segunda Guerra Mundial, até os anos 60, temos a Segunda Geração. Entre as consequências da Guerra podemos expor as necessidades de demanda por todo tipo de produtos e a redução de mão de obra para as indústrias. Consequentemente, para atender as populações, as instalações industriais tornaram-se mais mecanizadas e complexas.

Com um número cada vez maior de máquinas e equipamentos, rodando em busca de altas capacidades de produção, a indústria passou a conhecer e reconhecer a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade em seus processos produtivos, por meio da redução das panes inesperadas. Sendo assim, culminou o conceito de manutenção preventiva (KARDEC E NASCIF, 2003).

Para Viana (2002), com os planos de manutenção preventiva, as organizações buscavam não só evitar falhas, mas também prolongar a vida útil de seus equipamentos e alinhar as necessidades de demanda com sua capacidade de produção. Também nesta geração são evidenciados os custos da manutenção, que foram se desenvolvendo por meio de sistemas de planejamento e controle, a fim de serem cada vez mais minimizados.

2.2.3 A Terceira Geração

A Terceira Geração, a partir da década de 70, não só acumulou e aperfeiçoou ainda mais os conceitos trazidos das gerações anteriores, como também integrou a manutenção nuances de segurança, qualidade e meio ambiente (KARDEC E NASCIF, 2003).

A transformação da indústria nesse período ocorreu de forma agressiva. O sistema “*just in time*” - que exigia produção com o máximo de aproveitamento e estoques enxutos - era uma forte tendência mundial, onde qualquer parada não programada poderia significar atrasos na entrega das demandas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008).

Segundo Arato (2004), a mecanização e a automação das fábricas se fez amplamente necessária e, conseqüentemente, as técnicas de manutenção também precisaram evoluir. A procura incansável por uma manutenção cada vez mais efetiva resultou nos conceitos de manutenção preditiva, manutenção centrada na confiabilidade e na implementação de sistemas de gestão computadorizados.

Nessa fase, observa-se a quebra das barreiras entre os setores produtivos e os de manutenção, alinhando necessidades de PCP e PCM, ou seja, adornando as atividades de produção e manutenção de modo que ambas sejam realizadas satisfatoriamente.

2.2.4 A Quarta Geração

Não existe uma linha de tempo bem definida para o início desta geração, porém os mercados modernos e cada vez mais competitivos são fatores cruciais no desígnio da Quarta Geração. Uma mudança postural das organizações é fortemente evidenciada, conforme as mesmas vêm adotando modelos proativos na detecção e prevenção de falhas (SOUZA, 2007).

Disponibilidade e confiabilidade das máquinas são conquistadas através da efetividade do uso de técnicas preditivas, que cada vez mais são empregadas em substituição da manutenção corretiva e ou planejada (MORTELARI; SIQUEIRA; PIZZATI, 2011).

A Figura 1 ilustra a evolução da manutenção, bem como as contribuições atingidas por cada geração.

Figura 1 - Evolução, contribuições e gerações da manutenção

1ª Geração		2ª Geração		3ª Geração		4ª Geração	
1940	1950	1960	1970	1980	1990	2010	
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Conserto após avaria 		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Maior disponibilidade das instalações ◦ Maior vida útil dos equipamentos ◦ Custos menores 		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Maior disponibilidade e confiabilidade das instalações ◦ Maior segurança ◦ Melhor qualidade dos produtos ◦ Ausência de danos ao meio ambiente ◦ Maior vida útil dos equipamentos ◦ Maior efetividade de custo 		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Gestão do risco aplicada aos ativos ◦ Confiabilidade humana ◦ Novos métodos preditivos ◦ Acuracidade na medição e demonstração de resultados ◦ Maior disponibilidade e confiabilidade das instalações ◦ Maior segurança ◦ Melhor qualidade dos produtos ◦ Ausência de danos ao meio ambiente ◦ Maior vida útil dos equipamentos ◦ Maior efetividade de custo 	

Fonte: Adaptado de Mortelari, Siqueira e Pizzati (2011)

Para Fogliatto e Ribeiro (2009), a confiabilidade assume papel de destaque nas atividades empresariais. De tal maneira, são investidos tempo e dinheiro no desenvolvimento de técnicas e aplicação de ferramentas como o TPM, Seis Sigma e Qualidade Total. Riscos são fortemente monitorados (e geridos), além da incessante procura pela assertividade das ações e atividades de manutenção.

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Os tipos de manutenção apresentam a maneira como as ações de intervenção em máquinas e equipamentos podem ser abordadas. Para os fins do vigente tópico, apresenta-se quatro tipos de manutenção: manutenção corretiva; manutenção preventiva; manutenção preditiva e manutenção detectiva.

2.3.1 Manutenção Corretiva

De acordo com Xenos (2004), esse tipo de manutenção também pode ser chamado de manutenção curativa, destinada a reparar avarias e maus funcionamentos ocorridos em serviços. Colaborando com a ideia, Kardec (2002) apresenta que a manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado, podendo ser dividida em planejada e não planejada.

Para Moubray (1997), esse tipo de manutenção se caracteriza pela correção de uma falha que esteja em processo de ocorrência ou que já veio a ocorrer de fato, contudo o enfoque das ações se dá apenas ao reestabelecimento do funcionamento da máquina sem a preocupação de eliminar definitivamente a falha.

Já Xenos (1998), apresenta o ponto de vista econômico sobre a manutenção corretiva, ressaltando a importância de ponderar a viabilidade na execução desse tipo de atividade, uma vez que apesar de ser mais barata que ações preventivas, também devem ser considerados fatores implicados com as paradas de produção. O autor ainda ressalta a necessidade de identificar as causas raízes das falhas, com a finalidade de erradicá-las.

2.3.1.1 Manutenção corretiva não planejada

Para Kardec e Nascif (2003) a manutenção corretiva não planejada se enquadra na primeira geração da manutenção. Ainda os autores afirmam que a manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória. Ou seja, são medidas corretivas para problemas que já ocorreram de fato, resultando em perdas de rendimento ou mais comumente em quebras.

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

Esse tipo de manutenção é popularmente caracterizado pela sucessão das ações “estraga-conserta”, de maneira aleatória, que acabam por impedir

preparações ou planejamento para os serviços (VIANA, 2002). Na indústria é comumente conhecida por manutenção emergencial.

2.3.1.2 Manutenção corretiva planejada

Manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função do acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra (KARDEC E NASCIF, 2003).

Para Pinto e Xavier (1999), as ações corretivas planejadas são dadas por decisões gerenciais de se operar o equipamento até a quebra ou até mesmo por um acompanhamento preditivo, onde almeja-se a utilização máxima da máquina até o momento programado de parada.

Entre os fatores de decisão para esse tipo de manutenção podemos citar: alinhamento entre paradas de produção e manutenção; a falha não expõe a qualidade ou a segurança das instalações e produtos; falta de peças sobressalentes (*spare parts*), ferramentas ou mesmo técnicos especializados (KARDEC, 2002).

Um trabalho planejado apresenta melhor qualidade, menores custos, maior segurança e velocidade de reparo do que uma atividade não programada (CARREIRA et al., 2010). Sendo assim, tal técnica aplica-se constantemente nas indústrias.

2.3.2 Manutenção Preventiva

Com as implicações da segunda geração da manutenção, a prevenção de falhas e uma postura mais proativa das organizações se faziam necessárias. As atividades deveriam não ser apenas planejadas, mas também otimizadas, de modo que os recursos fossem previamente disponibilizados, implicando em agilidade, qualidade, “garantia” e redução de custos (CARREIRA et al., 2010).

Xenos (1998) exclama que a manutenção preventiva é o coração das atividades de manutenção e que deve ser a principal atividade em qualquer empresa. No que tange a custos, o autor retrata que a manutenção preventiva é mais cara, já que componentes são substituídos antes dos seus limites de vida.

Porém, como resultado das ações preventivas, as empresas reduzem a frequência do número de falhas e aumentam a disponibilidade das instalações, que dentro de determinado período de tempo incorrem em economias de manutenção e ganhos de produtividade.

Logicamente, devido a fatores como a complexidade das instalações industriais de algumas organizações, a manutenção preventiva não impedirá que venham a ocorrer falhas imprevistas, porém como indicado por Slack et al. (1999), o objetivo da manutenção preventiva é reduzir ou até mesmo eliminar a probabilidade de falha por manutenção em intervalos planejados.

Em geral, as ações preventivas compreendem verificações, inspeções e substituição de itens, atendendo demandas que podem por exemplo, serem estratificadas em trabalhos mecânicos, elétricos, de lubrificação, entre outros. Algumas organizações abordam apenas pequenos ajustes e lubrificações para todas as máquinas, já outras separam o programa por equipamentos críticos, dando melhor condição para o direcionamento como um todo da manutenção (ARATO, 2004).

No Quadro 2 são apresentados alguns pontos positivos e negativos (devido a introdução de defeitos antes não existentes) em relação à manutenção preventiva.

Quadro 2 - Pontos positivos e negativos da manutenção planejada

 Pontos Positivos	 Pontos Negativos
Conhecimento prévio das ações	Possibilidade de falha humana
Condições de gerenciamento	Possibilidade de falta de <i>spare parts</i>
Nivelamento de recursos	Risco de contaminação em sistemas de lubrificação
Previsibilidade de consumo de materiais	Danos durante partidas e paradas de máquina
Aumento da disponibilidade de máquinas	Falhas nos procedimentos de manutenção

Fonte: Autoria Própria

Apesar da existência de pontos negativos na aplicação das técnicas de manutenção planejada, as organizações buscam reduzi-los por meio de sistemas de gestão robustos, treinamentos aos *stakeholders* e também no desenvolvimento de dispositivos a prova de erros (*poka-yokes*).

Conforme Kardec e Nascif (2003), a manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. Em suma, seu objetivo é a prevenção das potenciais falhas por meio de planos de manutenção periódicos.

2.3.2.1 Planos de manutenção

Um plano de manutenção é uma tática de atuação para incumbir tarefas planejadas dentro de um sistema de gestão da manutenção, tendo como objetivo principal o aumento do tempo produtivo das instalações fabris, por meio de menores indisponibilidades de tempo por falhas ou intervenções não programadas nos equipamentos (TONDATO, 2004).

Para Palmer (2002) os planos de manutenção impactam positivamente na eficácia produtiva das plantas industriais, uma vez que tempos e recursos são previamente planejados e organizados, de modo que as intervenções sejam otimizadas. Para tanto o autor defende que um plano deve responder as seguintes perguntas: a) como fazer, o que fazer e em quanto tempo? – Fase de planejamento; b) quem e como executa? – Fase de programação e execução.

Já para Guttman (2018) a concepção dos planos de manutenção deve considerar aspectos não só relacionados a manutenção propriamente dita, mas também levar em consideração pontos operacionais e funcionais, a fim de verificar condições e abusos de operação, como também investigar se a função requerida pelos usuários é atendida pela máquina. Dessa maneira, o *feedback* dos executores faz-se de grande valia no mapeamento de oportunidades em busca da melhoria contínua dos processos.

Para Xenos (1998) um plano de manutenção deve cobrir informações como o local e nome do equipamento, a especialidade do serviço a ser realizado, a periodicidade de intervenção, além do registro de execução da manutenção. Não obstante, faz-se necessário verificar a efetividade dos planos de manutenção por meio de itens de controle que mapeiem se as decisões tomadas reduzem ou eliminam falhas, paradas não programadas e garantem um fluxo em prol do melhoramento contínuo.

Por fim, o conteúdo dos planos de manutenção deve ser abordado de acordo com decisões internas das organizações, levando em consideração o tipo, a necessidade e o grau de relevância das atividades. Dessa maneira, um plano de manutenção pode apresentar característica preventiva ou, em um estágio de manutenção mais desenvolvido, o caráter preditivo.

2.3.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva, enquadrada na terceira geração da manutenção, também pode ser denominada como Manutenção com Base no Estado do Equipamento ou ainda por Manutenção sob Controle.

Como apontado por Kardec e Nascif (2009), é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Os autores indicam que por meio de técnicas preditivas são feitos os monitoramentos e as ações necessárias às correções, constituindo-se então uma manutenção corretiva planejada.

Xenos (1998) cita que a manutenção preditiva permite otimizar a substituição de itens e estender o intervalo de manutenção. Assim, do ponto de vista de custos de manutenção, a preditiva minimiza os maiores custos implicados pela manutenção preventiva, uma vez que as peças são substituídas mais próximas do fim de sua vida útil. Tais custos podem ser denominados por custos evitados (*avoided costs*).

Ao ativar um programa de manutenção preditiva, suas atividades devem fazer parte do planejamento da manutenção preventiva, já que essa modalidade é mais uma forma de verificar e inspecionar máquinas (XENOS, 1998).

Segundo Arato (2004), dentre os benefícios surtidos pelas técnicas de manutenção preditiva podemos citar:

- Redução de acidentes nas instalações;
- Redução de paradas / falhas não esperadas nos equipamentos;
- Maior segurança das instalações;
- Maior segurança às pessoas, qualidade e ambiente;
- Minimização de interferências nas instalações;
- Otimização do uso de recursos físicos e financeiros.

É de importante ressaltar que, para o sucesso das ações preditivas, os equipamentos devem permitir algum tipo de medição e/ou monitoramento. Entre as técnicas preditivas mais empregadas podemos citar: análise de vibrações, análise de óleo, termografia e ultrassonografia.

2.3.4 Manutenção Detectiva

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

Falhas ocultas não podem ser identificadas de imediato, assim como as causas da falha, porém o não tratamento das mesmas podem vir a gerar grandes danos a produção, produto, segurança e meio ambiente. Portanto, a manutenção detectiva atua na verificação do funcionamento dos sistemas de proteção, a fim de garantir a confiabilidade dos equipamentos ou sistemas (GUSMÃO, 2017).

Essa modalidade de manutenção pode ser considerada recente, embora já seja propagada desde a década de 90. Fato esse decorrente de ser melhor aplicada em sistemas complexos, com elevados níveis de automação e sistemas de segurança. Ressalta-se ainda, que a aplicação da manutenção detectiva protege os ativos da empresa, necessários a toda cadeia de transformação e fatores competitivos (KARDEC, 2002).

2.4 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Segundo a ABNT NBR 5462/1994, gerir a manutenção trata da combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, com o intento de manter ou recolocar um item no estado em que possa desempenhar sua função requerida.

Em suma, a gestão da manutenção circunda os clientes internos da organização como a operação, os mantenedores - que são executores das atividades de manutenção - e ainda o plantel administrativo, como inspetores técnicos, planejadores da manutenção, coordenadores e gerentes.

Gusmão (2017) reforça a ideia de que a gestão da manutenção se refere ao conjunto de atividades direcionadas, que ao menor custo possível, procura garantir a máxima disponibilidade, a máxima capacidade, a prevenção e ocorrência de falhas dos equipamentos, identificando e sanando as causas raízes atuantes no desempenho deficiente das máquinas.

A gestão da manutenção é fator de sucesso empresarial, conforme citação:

[...] “Em linhas gerais, pode-se afirmar que toda evolução tecnológica dos equipamentos, processos e técnicas de manutenção, a necessidade de controles cada vez mais eficientes e de ferramentas de apoio à decisão, o desenvolvimento de estudos relativos ao desgaste e controle das falhas e suas consequências, a dependência de equipes treinadas e motivadas para enfrentar estes desafios, o desenvolvimento de novas técnicas, e, conseqüentemente, os custos de manutenção em termos absolutos e proporcionalmente às despesas globais, transformaram a gestão da manutenção em um segmento estratégico para o sucesso empresarial” (NUNES E VALLADARES, 2017).

Werckema (2006) infere que os objetivos da gestão da manutenção devem estar ligados aos objetivos globais da empresa, visto que afeta a rentabilidade dos processos produtivos, por meio da influência no desempenho e disponibilidade dos equipamentos. Para tanto, é necessário encontrar um ponto de equilíbrio entre custo e benefício que maximize a contribuição da manutenção para a rentabilidade empresarial. Assim, a manutenção assume papel estratégico nas organizações, contribuindo de maneira efetiva rumo a Excelência Empresarial.

2.4.1 Manutenção Estratégica

Atualmente, tem-se pleno conhecimento sobre os benefícios e a importância das atividades de manutenção, porém historicamente a manutenção era relacionada a altos custos, sendo um dos primeiros itens a ser excluído do escopo de trabalho em caso de necessidades (RESENDE E DIAS, 2014).

Na visão contemporânea, a manutenção existe para que não haja manutenção, ou seja, o desenvolvimento e enobrecimento de técnicas de sustentação busca suprimir a manutenção corretiva não planejada, que impacta fortemente na disponibilidade e produtividade das instalações fabris.

Complementando a importância das técnicas de manutenção, Lambert e Stock (2009), apresentam as dificuldades de se manter o crescimento dos lucros e retorno sobre o investimento da empresa nos atuais mercados e economias, sendo

necessário que a administração apresente a todo momento novos métodos de gerar receitas e reduzir custos, podendo ainda agregar valor para o cliente final.

Kardec e Nascif (2009) enfatizam que para a manutenção ser considerada estratégica, deve estar voltada para os resultados empresariais da organização. Deve ser eficaz, mantendo a função do equipamento disponível para a operação e atenuando probabilidades de uma parada de produção não programada.

Ainda Kardec e Nascif (2009) elencam os reflexos que a mudança estratégica da manutenção tem sobre os resultados empresariais:

- Aumento da disponibilidade;
- Redução de custos;
- Aumento da lucratividade;
- Aumento da segurança pessoal, das instalações e meio ambiente.

Dentre as técnicas e filosofias mais difundidas para a gestão estratégica da manutenção pode-se mencionar a Manutenção Produtiva Total (TPM).

2.5 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

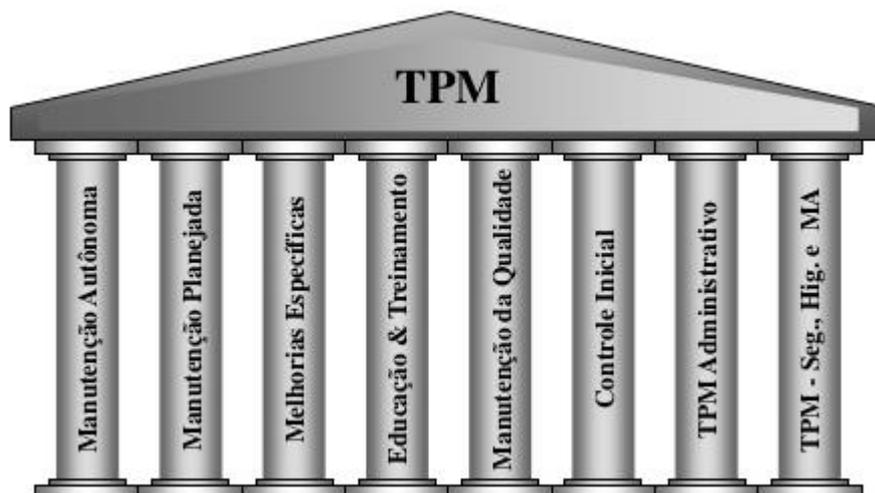
Em uma realidade industrial cada vez mais competitiva, faz-se necessário o uso mais racional e efetivo dos recursos de produção, bem como o desenvolvimento de todos os setores que compunham a organização. Contudo, não basta aos setores desenvolverem-se de maneira individualizada, todos devem trabalhar de maneira conjunta e com a maior sinergia possível (TAKAHASHI, 2000).

Como resposta a essa realidade, o emprego da metodologia TPM segue como saída às necessidades de melhorar a eficiência da manutenção, que impacta diretamente na redução ou eliminação das perdas por manutenção, aumento do tempo de vida útil dos equipamentos fabris e aumento da eficiência, resultando no aumento global da produtividade industrial (PIRES NETO et al., 2012).

De acordo com o JIPM, o TPM teve origem nos EUA e foi introduzido no Japão após a Segunda Guerra Mundial, como estratégia de gestão de equipamentos, concebida para apoiar a estratégia de gestão da qualidade total. Suportado por 8 pilares, evoluiu na década de 70 para uma estratégia focada em alcançar a eficiência global e assim segue desenvolvendo-se até a atual era da competitividade e Qualidade Total.

A Figura 2 ilustra os pilares do TPM.

Figura 2 - Os 8 pilares do TPM



Fonte: Autor Desconhecido

A Manutenção Produtiva Total busca a máxima eficiência dos sistemas de produção, por meio de mecanismos para reduzir ou eliminar as diversas perdas, atingindo zero quebras, zero defeitos e zero acidentes, trazendo também o ciclo total de vida útil das máquinas e equipamentos da operação. Para seu perfeito funcionamento é de extrema importância o envolvimento e interação das pessoas e departamentos que compunham a fábrica (NETTO, 2008).

Tondato e Fogliato (2005) afirmam que o desempenho do programa TPM no chão de fábrica pode ser precisamente medido através dos seguintes indicadores: grau de eficiência dos equipamentos, índices de qualidade de produtos e processos, número de acidentes e grau de incremento na capacidade profissional dos funcionários. Não obstante a tais indicadores, o TPM tem um efeito positivo nos métodos de trabalho e no espírito de equipe, elementos vitais para obtenção de uma empresa competitiva (RIBEIRO; PAES; NETO, 2010).

O TPM é uma metodologia que incita o envolvimento das pessoas da organização e a atuação das mesmas durante toda a vida útil do equipamento, em busca da maximização da eficiência das máquinas (MCKONE et al., 2001).

Takahashi (2000) aborda a Manutenção Produtiva Total como uma campanha que abrange a empresa por completo, contando com a participação de

todo o *staff* de empregados, para conseguir a utilização máxima dos equipamentos, por meio da filosofia do gerenciamento orientado para o equipamento.

Segundo Suzuki (1994), a metodologia TPM está baseada em princípios de aproveitamento das pessoas, dos equipamentos e total da organização, ou seja, uma reestruturação da cultura organizacional com a total participação das pessoas e aperfeiçoamento dos equipamentos, com o objetivo de máxima geração de resultados com o menor custo.

Ainda nesse contexto, se faz necessário identificar as perdas existentes que influem na eficiência global, as chamadas ineficiências. De acordo com Nakazato (1998), é classificado como ineficiência:

- a) Perdas relacionadas a equipamentos: por falhas; por troca de serviços; por troca de lâminas de corte e/ou gabaritos; por acionamento; por pequenas paradas; por velocidade; oriunda de defeitos; retrabalhos e por desligamento.
- b) Perdas relacionadas a mão de obra: por controle; por organização inadequada; por movimentação; por deficiência logística; por medições e ajustes.
- c) Perdas relacionadas a material: por rendimento e por desperdício de energia.

Por fim, os objetivos do TPM de acordo com Souza (2007) são:

- Colaboradores como agentes de conservação dos equipamentos e sucessores do aumento da eficiência do sistema de produção;
- Atividades de manutenção planejadas e controladas;
- Crescimento profissional dos colaboradores, por meio de práticas de conscientização, educação e treinamento;
- Gestão da qualidade, confiabilidade e produtividade mais sólidas;
- Maior efetividade dos profissionais da área de manutenção e setores administrativos;
- Gestão da segurança, saúde e meio ambiente.

Sendo assim, o TPM é um conjunto de procedimentos a fim de garantir que os equipamentos estejam sempre aptos a executar suas funções de modo a não

interromper a produção, por meio do engajamento das partes interessadas e combate das perdas que afetam a eficiência global (WERKEMA, 2006).

2.5.1 Pilar de Manutenção Autônoma (AM)

Segundo Suzuki (1994), a manutenção autônoma pode ser declarada como toda e qualquer atividade de função manutenção, executada pelo setor de produção, a fim de manter a planta operando de forma eficiente e cumprindo os planos de produção.

Uma das maiores contribuições do pilar AM consiste na quebra de barreiras entre produção e manutenção, uma vez que os operadores colaboram com atividades de manutenção básicas, que por sua vez impactam positivamente no desempenho das máquinas e, conseqüentemente, na produção.

Para Kardec (2002) a manutenção autônoma respalda-se em desenvolver no pessoal de operação o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos que operam, além da habilidade de inspecionar e detectar problemas em fase incipiente e realizar pequenos reparos, ajustes ou regulagens.

Entre os principais objetivos do pilar AM, pode-se citar:

- Prover aos colaboradores conhecimentos sobre os equipamentos que operam;
- Restaurar as condições básicas do equipamento (RCB) a fim de levar os mesmos as suas condições ótimas de funcionamento;
- Gerenciar e prevenir a deterioração dos equipamentos, por meio das verificações diárias e da correta operação;
- Redução de falhas por perdas de velocidade, pequenas paradas ou quebras.

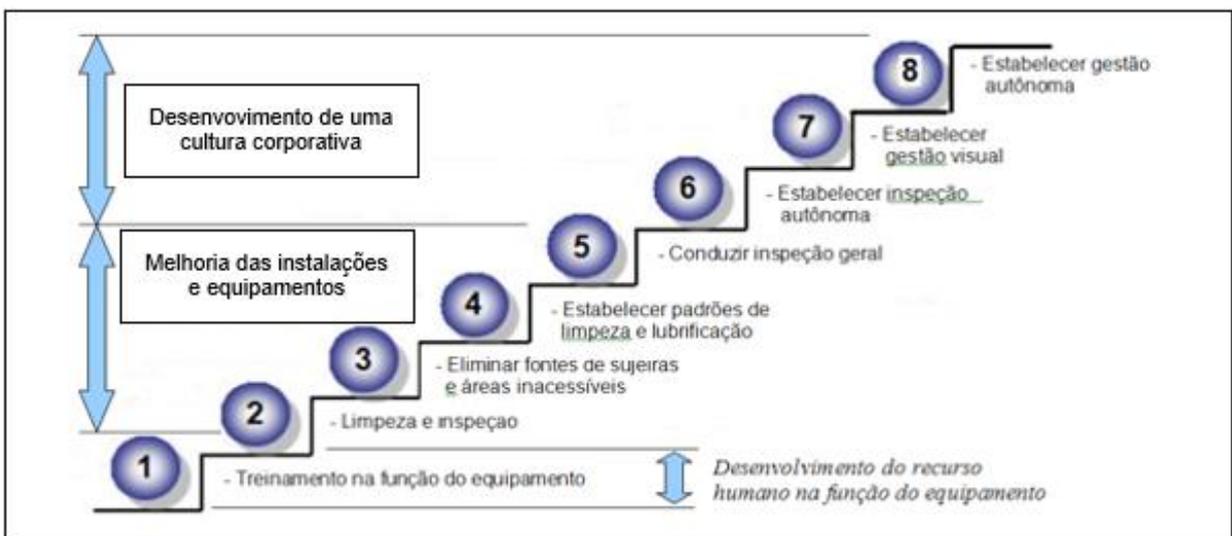
A implantação da metodologia AM transcorre em 8 passos de acordo com Suzuki (1994):

1. Preparação e treinamento dos colaboradores;
2. Limpeza inicial, identificação de anomalias e pontos de perigo dos equipamentos;

3. Eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso da área de instalação e as respectivas máquinas;
4. Elaboração de padrões de limpeza para as instalações fabris;
5. Inspeção geral;
6. Inspeção autônoma;
7. Padronização, gestão visual e identificação de padrões;
8. Gerenciamento autônomo e contínuo dos passos anteriores.

Na Figura 3, pode-se visualizar os passos da metodologia AM.

Figura 3 - Os 8 passos da metodologia AM



Fonte: Adaptado de *JIPM* (1996)

Com o avanço nos passos da metodologia AM, a organização se beneficia com o desenvolvimento de seus colaboradores frente as funções do equipamento, elevando o grau de conhecimento dos mesmos, despertando o zelo individual e corporativo, resultando em uma cultura focada em melhorias do ambiente de trabalho.

2.5.2 Pilar de Manutenção Planejada (PM)

O pilar PM enxerga grandes perdas como oportunidades de aprendizado e melhorias. Cada vez que um problema esporádico ou crônico é sanado, impacta-se de maneira positiva à confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. Fogliatto e

Ribeiro (2009) definem disponibilidade como a capacidade de um item, mediante a manutenção adequada, desempenhar sua função requerida em um período de tempo determinado.

Conforme Suzuki (1994), a manutenção planejada deve estabelecer e manter as condições ótimas do equipamento e processo, sendo também efetiva em custo e melhorando continuamente os sistemas de manutenção. Logo, o pilar PM, por meio da criação ou revisão de planos de manutenção, tem função exímia no aumento da eficiência das máquinas e instalações.

Ainda segundo o autor, os principais objetivos do pilar PM são:

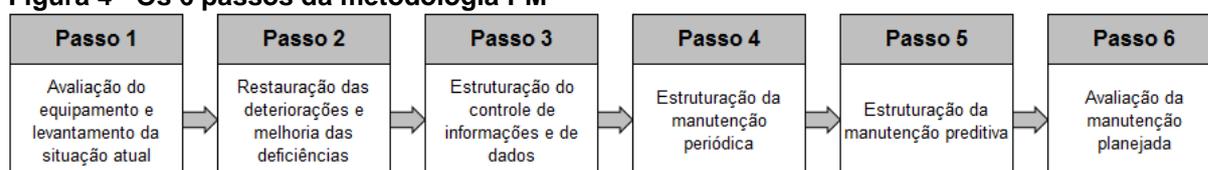
- Maior disponibilidade, confiabilidade e eficiência dos equipamentos;
- Prolongamento da vida útil das máquina e instalações;
- Aumento do *Mean Time Between Failure* (MTBF) - tempo médio entre falhas e *Mean Time Between Stoppages* (MTBS) - tempo médio entre pequenas paradas;
- Custos evitados pela redução de falhas e manutenções planejadas;
- Capacidade de reparação dos equipamentos e identificação de falhas de projeto ou pontos de melhorias.

A implantação da metodologia PM acontece em 6 passos indicados a seguir:

1. Avaliação do equipamento e entendimento da situação atual;
2. Reversão do quadro de deterioração e reversão de fraquezas;
3. Construção de um sistema de gerenciamento de informação (SIG);
4. Construção de um sistema de manutenção periódica;
5. Construção de um sistema de manutenção preditiva;
6. Avaliação do sistema de manutenção planejada.

A Figura 4 apresenta os passos da Manutenção Planejada.

Figura 4 - Os 6 passos da metodologia PM



Fonte: Autoria Própria

Da mesma maneira que o pilar AM, os passos aplicados na Manutenção Planejada devem ser retroalimentados continuamente, em busca da manutenção e aperfeiçoamento das condições conquistadas, além de prover “vida” a metodologia, mantendo-a atual e adequada aos cenários em que a organização está contida.

2.5.3 Pilar de Melhoria Específica (FI)

Segundo Suzuki (1994), o pilar de FI inclui todas as atividades que maximizam a eficiência global dos equipamentos (OEE) e instalações, por meio do compromisso em eliminar perdas e melhorar a performance.

Para Almeida e Souza (2001), o pilar de melhoria específica procura a melhoria dos equipamentos tendo sempre como objetivos a máxima eficiência e a total utilização de suas funções e capacidades.

Para Resende e Dias (2014), entre as principais atribuições do pilar de FI pode-se mencionar:

- Extinção das 8 grandes perdas de processos: desperdício por superprodução, por espera, por transporte, por processamento, por movimentação, por defeitos, por estoque e de conhecimentos;
- Gerenciamento de dados da planta fabril;
- Monitorar custos fixos e variáveis;
- Monitoramento das energias e serviços auxiliares necessários à produção;
- Gerir a saturação dos postos de trabalho;
- Maximizar a eficiência das instalações industriais.

A metodologia do FI aplica 8 passos em sua implementação:

1. Seleção de um problema a ser eliminado;
2. Entendimento da situação atual e definição de metas;
3. Mapeamento e eliminação de anomalias;
4. Análise das causas de perdas;
5. Planejamento de melhorias;
6. Prática da gestão antecipada e implementação de melhorias;
7. Avaliação dos resultados obtidos;

8. Consolidação de ganhos e formalização de padrões.

Destaca-se que equipes de resolução de problemas multidisciplinares são fatores decisivos no sucesso das ações do pilar, pois assim minimizam-se visões unilaterais sobre as oportunidades detectadas.

2.5.4 Pilar de Educação & Treinamento (PD)

Para Busatto (2013) o foco do pilar PD é estabelecer um sistema de educação e treinamento voltado para a maximização dos potenciais de todas as pessoas da empresa, com o objetivo de promover o aumento do conhecimento de tais colaboradores.

Já Ribeiro (2003) aponta que o propósito do PD consiste em tornar as pessoas capazes de atuar com pleno desempenho de suas atividades, por meio do desenvolvimento de um sistema que possua clima transparente e motivador. Evidenciando assim, a importância de motivar e valorizar as pessoas que compunham a organização.

As habilidades podem ser arquitetadas por meio de treinamentos, que, no entanto, não devem ser realizados de maneira aleatória, mas sim, baseado em uma matriz de habilidades que constam necessidades e *gaps* de conhecimentos de cada colaborador (SHINOTSUKA, 2001).

Um dos objetivos mais evidentes e desejados por esse pilar, tange à aspectos comportamentais dos colaboradores, buscando elevá-los das posições reativas às proativas.

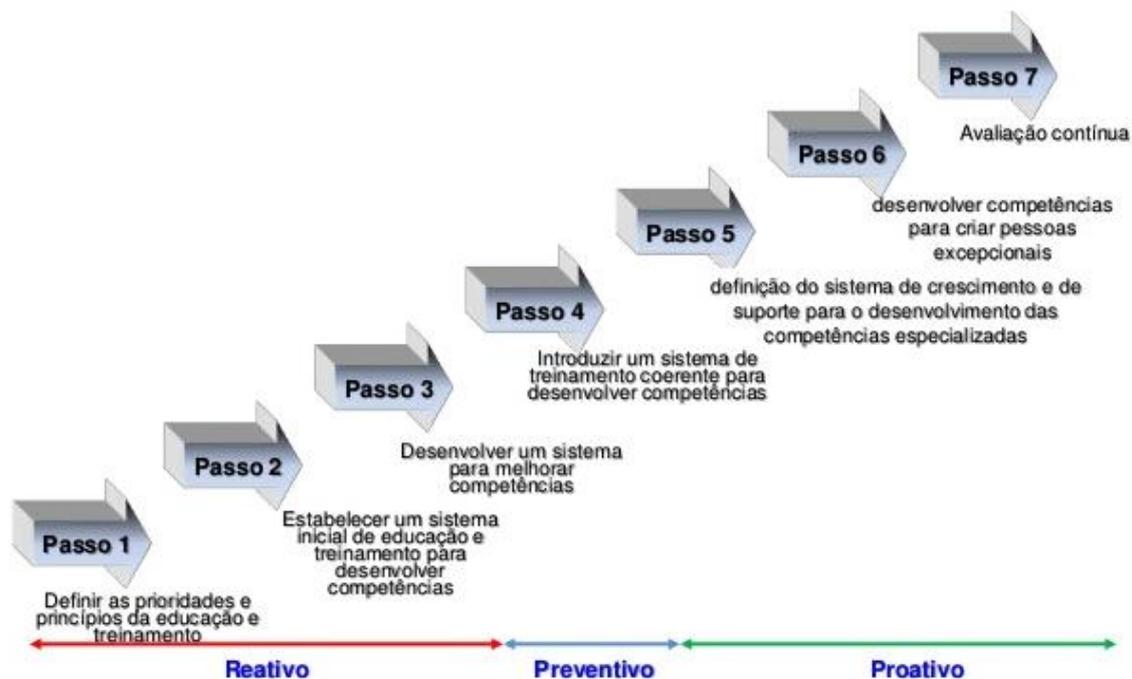
A metodologia PD é composta por 6 passos, indicados a seguir:

1. Estabelecimento da política e estratégias básicas para educação e treinamento;
2. Elaboração de programas de treinamentos em prol das habilidades operacionais e de manutenção;
3. Implantação dos treinamentos para operação e manutenção;
4. Elaboração e execução de um programa de desenvolvimento de habilidades;
5. Promoção de um ambiente em benefício da confiança e desenvolvimento voluntário;

6. Avaliação das atividades e planejamento futuro.

A Figura 5 nos traz uma variação, com 7 passos, na implementação do pilar de desenvolvimentos de pessoas.

Figura 5 - Metodologia PD em 7 passos



Fonte: Castro (2014)

Sendo assim, o presente pilar é de fundamental importância para o TPM, uma vez que atua na capacitação das pessoas da organização e ampara todos os outros pilares. Nesse ponto, destaca-se ainda, que o desenvolvimento dos colaboradores compunha um ativo intangível e de grande valia para o cotidiano fabril, trazendo respostas para perguntas de o quê e como fazer determinadas atividades.

2.5.5 Pilar de Manutenção da Qualidade (PQ)

O pilar PQ apresenta a relação entre a confiabilidade dos equipamentos, qualidade dos produtos e a capacidade de atendimento da demanda. Todos esses fatores são atrelados a percepção dos clientes para com produtos ou serviços. Conforme Suzuki (1994), a qualidade dos produtos está intrinsecamente ligada as condições dos equipamentos que os produzem.

Aprofundando conceitos, Castro et al. (2014), denota que o pilar PQ visa melhorar a qualidade - tendência a zero defeito - envolvendo a análise e o melhoramento dos comportamentos dos operadores, dos métodos laborais e aprimorando a gestão dos materiais e dos equipamentos (4M: mão de obra, método, material e máquina).

Para a implementação do PQ, faz-se necessário o cumprimento de algumas condições preliminares, a indicar: eliminação da deterioração forçada, conhecimento do equipamento e zero falhas (NAKAZATO, 1998). Ainda de acordo com o autor, a metodologia PQ pode ser apresentada em 10 passos, indicados a seguir:

1. Preparação da matriz de relações entre qualidade e equipamentos;
2. Análise 4M;
3. Mapeamento dos problemas potenciais;
4. Avaliação da severidade dos problemas e priorização;
5. Análise das causas de falhas;
6. Medição de impacto das medidas defensivas;
7. Implantação de melhorias;
8. Revisão das condições de produção;
9. Consolidação e confirmação dos pontos de checagem;
10. Controle dos pontos "Q" para qualidade.

A seguir, a Figura 6 representa o ciclo fechado da metodologia do pilar.

Figura 6 - Loop dos 10 passos da metodologia PQ



Fonte: Autor Desconhecido

Ressalta-se ainda que o pilar de Manutenção da Qualidade tem grande inferência sobre requisitos legais dos negócios, uma vez que trata em todo seu âmbito, questões relacionadas à segurança dos processos e produtos, visando sempre a proteção e saúde das partes interessadas.

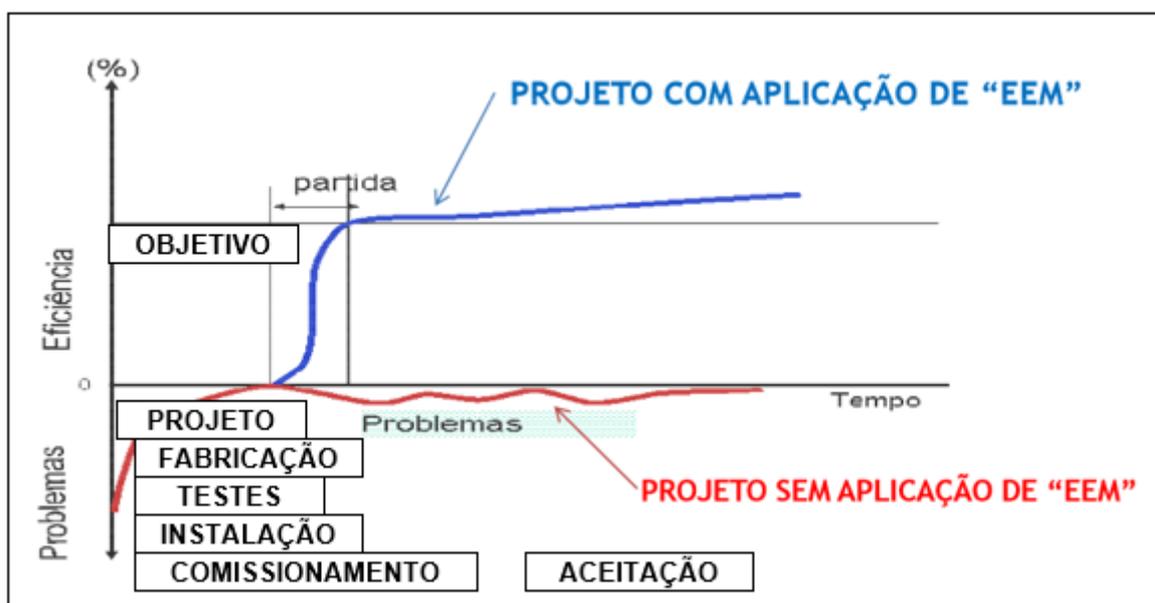
2.5.6 Pilar de Controle Inicial (EEM)

Pascoali e Pascoali (2009) afirmam que o pilar EEM é responsável pelo planejamento detalhado de qualquer tipo de projeto, de forma a garantir o total atendimento aos requisitos determinados no mesmo. Não obstante, atua com grande importância na concepção de planos de manutenção para tais projetos.

Uma das maiores contribuições por parte do vigente pilar, se deve ao fato de propiciar *start-up* vertical para novos processos, uma vez que atua em problemas conhecidos outrora. Ideia que é corroborada por Suzuki (1994), que explana que o pilar EEM tem por objetivo alcançar de forma eficiente todas as atividades do projeto, garantindo assim uma partida vertical.

Na Figura 7 é ilustrada a eficiência de um projeto com aplicação das técnicas EEM, frente a um problema desprovido de tais técnicas.

Figura 7 - Partida vertical em um projeto com aplicação EEM



Fonte: Pascoali e Pascoali (2009)

Conforme indicado pelo JIPM, a metodologia de controle inicial é segmentada basicamente em 4 passos:

1. Análise e identificação dos fluxos e problemas dos sistemas de gestão atuais;
2. Estabelecimento de um sistema de gestão antecipada;
3. Depuração e treinamento do novo sistema de gestão proposto;
4. Aplicação do sistema à todas as áreas.

Na prática, os conceitos de prevenção da manutenção somados aos históricos de equipamentos anteriores são levados em consideração, desde a concepção e o projeto de novas máquinas, sistemas ou instalações, com o propósito de que se construam equipamentos com índices mais adequados em confiabilidade e manutenibilidade (PINTO E XAVIER, 1999).

2.5.7 Pilar de TPM Administrativo (*Office*)

Também conhecido como o TPM de escritório, o pilar *Office* almeja a redução nas perdas de processos administrativos por meio da minimização de retrabalhos ou atividades com pouco ou nenhum valor agregado. O foco como um todo está ligado a eficiência do negócio (RIBEIRO, 2003).

O autor enfatiza que a principal função do pilar *Office* é otimizar os processos administrativos, por meio da redução de perdas provenientes da geração ou transmissão de informações e ainda completa que o pilar de *Office* apresenta uma metodologia fracionada em 6 passos:

1. Limpeza inicial do ambiente físico com foco dado ao 5S;
2. Controle, desenvolvimento e padronização de arquivos para informações úteis;
3. Análise dos fluxos de trabalho com foco nas tarefas e processos;
4. Propor soluções e implementá-las quanto aos desvios constatados sobre os fluxos de trabalho;
5. Padronização das atividades e tarefas, desenvolvendo rotinas produtivas;
6. Gerenciamento autônomo.

Outro objetivo do pilar *Office* consiste na redução de custos ou outras perdas relacionadas a troca de informações (que devem ser confiáveis e oportunas) entre o departamento de produção e as áreas administrativas, além de contribuir com a qualidade percebida pelos clientes e, por consequência, com a competitividade no mercado.

2.5.8 Pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SHE)

Para Furlan e Leão (2010) o pilar de SHE atua para a criação de um ambiente de trabalho e processos com zero acidentes e também na utilização sustentável dos recursos ambientais e impactos gerados pela produção.

Os autores apresentam que o pilar de SHE é constituído por 7 passos complementares em sua metodologia:

1. Identificação de Aspectos e Perigos, Impactos e Riscos (APIR);
2. Erradicação de perigos e aspectos;
3. Estabelecimento do sistema de controle de impactos e riscos;
4. Treinamentos técnicos e comportamentais tangentes a segurança, saúde e meio ambiente;
5. Inspeções de segurança e manutenção da segurança;
6. Padronização das atividades;
7. Gestão autônoma.

Tão logo, o pilar de SHE colabora imensamente com o TPM nas organizações. Clientes externos estão cada vez mais preocupados com questões ambientais, já clientes internos preocupam-se em trabalhar com segurança, amparados por excelentes condições de trabalho.

3 METODOLOGIA

Para Costa (2001) a metodologia atua no processo de conhecimento como uma disciplina relacionada a epistemologia e que consiste em estudar e avaliar os métodos disponíveis, identificando suas limitações ou não, no âmbito das implicações de suas aplicações.

Se valendo da ideia, Gil (1999) compartilha que a pesquisa é um processo sistemático e formal no desenvolvimento do método científico, onde mediante ao emprego dos procedimentos científicos objetiva-se respostas para problemas.

Demo (1996) apresenta a pesquisa como uma atitude inerente às atividades cotidianas, sendo uma indagação sistemática criativa e crítica, somada a intervenção competente na realidade ou ainda a combinação crítica permanente com a realidade em sentido prático e teórico.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

3.1.1 Quanto à Natureza

O presente trabalho enquadra-se como uma pesquisa aplicada.

Segundo Silva e Menezes (2005), a pesquisa aplicada é aquela que tem por finalidade contemplar conhecimentos para aplicação prática, guiados à solução de problemas específicos, abrangendo interesses locais e verdades.

Na pesquisa aplicada o investigador busca contribuir para fins práticos, por meio de soluções para problemas reais, que levem a transformação dos resultados do trabalho em ações concretas.

Logo, o trabalho é fundamentado na implementação de planos de manutenção para uma nova linha de envasamento em uma cervejaria dos Campos Gerais no estado do Paraná.

3.1.2 Quanto à Abordagem

Por essa classificação o vigente trabalho apresenta a abordagem qualitativa, que se destaca para a construção das informações necessárias à concepção dos planos de manutenção para a nova linha de envasamento da cervejaria. O processo é fundamental na abordagem, uma vez que os levantamentos dos dados são descritivos e dependentes das observações em campo.

A pesquisa qualitativa é fundamental na criação de uma base de dados. Godoy (1995) explicita certas características das pesquisas qualitativas, como: o ambiente é fonte direta dos dados; o pesquisador é instrumento chave; caráter descritivo; o processo é o foco de abordagem e não o resultado; preocupação com a interpretação de fenômenos para a atribuição de resultados.

3.1.3 Quanto aos Objetivos

A documentação direta simboliza o levantamento de dados em campo, no local de estudo, na busca de repostas para problemas. Desse modo, o trabalho em vigor pode ser classificado como uma pesquisa exploratória.

Conforme Lakatos (2001), a pesquisa de campo tem caráter exploratório, a fim de desenvolver possíveis respostas para solucionar um determinado problema, por meio de procedimentos sistemáticos na obtenção de observações empíricas e análise dos dados.

Sendo assim, para o desenvolvimento dos planos de manutenção é elementar a compreensão e precisão dos dados levantados em campo, como também as experiências práticas vivenciadas pelos mantenedores - por meio de treinamentos ou atividades técnicas.

3.1.4 Quanto aos Procedimentos Técnicos

O corrente trabalho apresenta características de pesquisa-ação, fato esse devido a inserção do pesquisador ao meio pesquisado. Para Gil (1999) trata-se da

pesquisa realizada em combinação de ações ou resoluções de um problema coletivo.

Para McKay e Marshall (2001) a pesquisa-ação é uma abordagem comprometida com a produção de conhecimento, através da busca de soluções de problemas ou melhorias em situações práticas reais. As implementações dos planos de manutenção geraram resultados reais ao objeto de estudo.

3.2 O OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo assuntado no presente trabalho refere-se a uma cervejaria multinacional instalada na região dos Campos Gerais no estado do Paraná, a qual pertence a uma companhia que aplica de maneira sólida as práticas de gestão da manutenção e emprega a metodologia TPM em busca de resultados sustentáveis e continuamente melhorados.

Com cerca de 165 instalações fabris em 70 países do planeta, a organização conta com mais de 85 mil colaboradores e um portfólio de 165 marcas ao redor do mundo. Assim, passou a ser considerada a cervejaria mais internacional entre todas. As vendas da organização em 2017 ultrapassaram a marca de 200 milhões de hectolitros e as receitas ultrapassaram a marca de 20,5 bilhões de euros.

No Brasil, responde atualmente por mais de 13 mil empregos e é o segundo *player* no mercado nacional de cervejas. A capacidade de fabricação é de 38 milhões de hectolitros ao ano, por meio de suas 15 unidades produtivas.

Em particular, a unidade localizada na região dos Campos Gerais (PR), pode ser considerada umas das maiores e mais modernas instalações da organização no Brasil. No ano de 2015 foi iniciado um grande projeto de expansão, com intuito de aumentar a capacidade produtiva da cervejaria, otimizar custos logísticos, ampliar a oferta de produtos e assegurar o atendimento da demanda com segurança e qualidade, estes os maiores valores da companhia.

Dentre as grandes obras contempladas pelo projeto de expansão, destaca-se a ampliação e modernização do centro de distribuição da unidade, aumento das capacidades de produção, atualização de parte do maquinário das linhas de envase já existentes e finalmente a implementação de uma nova e exclusiva linha de

envasamento de chope - sendo esse o projeto abordado como o objeto principal de estudo do presente trabalho.

3.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

As etapas de desenvolvimento do trabalho são intimamente ligadas aos objetivos específicos, tendo como finalidade atingir o objetivo geral. O Quadro 3 identifica as etapas e as respectivas atividades de desenvolvimento do corrente estudo.

Quadro 3 - Metodologia: etapas de desenvolvimento do trabalho

Etapa	Procedimento	Atividade
1	Organização da manutenção	Tagueamento e codificação do novo local de instalação e os respectivos novos equipamentos
2	Levantamento de dados qualitativos	Função EEM e inspetores técnicos
3	Consolidação da base de dados e cadastro dos planos no ERP	Função PM - PCM
4	Programação e execução dos planos	Atuação em campo
5	Rodar ciclo de melhoria contínua	<i>Feedbacks</i> da execução e ajustes

Fonte: Autoria Própria

A ordenação das etapas e os seus respectivos conteúdos foram conferidos pelos procedimentos de trabalho estabelecidos pelo objeto de estudo, por meio das práticas e padrões empregados pela gestão da manutenção e metodologia da Manutenção Produtiva Total atuantes na organização.

4 DESENVOLVIMENTO

Para o progresso do trabalho faz-se necessário uma breve descrição do objeto de estudo, bem como a apresentação das etapas de desenvolvimento que estão harmonizadas aos objetivos específicos aqui preteridos.

4.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A cervejaria apresenta 6 grandes áreas interdependentes para a obtenção do produto final, são elas:

- Administração;
- Centro de Distribuição (CD);
- Envasamento;
- Instalações Industriais;
- Processo de Fabricação;
- Qualidade.

A Administração é composta pela diretoria fabril e todos colaboradores dos setores de apoio, como o departamento de Recursos Humanos e equipe do TPM. Tal área é responsável por gerir os recursos e as estratégias de atuação das demais áreas, visando a obtenção de resultados positivos e sustentáveis por meio da melhoria contínua.

O Centro de Distribuição atua de forma a atender os clientes internos - disponibilizando matérias-primas, insumos e embalagens para as etapas produtivas - e também aos clientes externos, armazenando e disponibilizando o produto acabado até a sua saída. Logo, o CD é o setor responsável por agilizar e flexibilizar a distribuição de materiais e produtos.

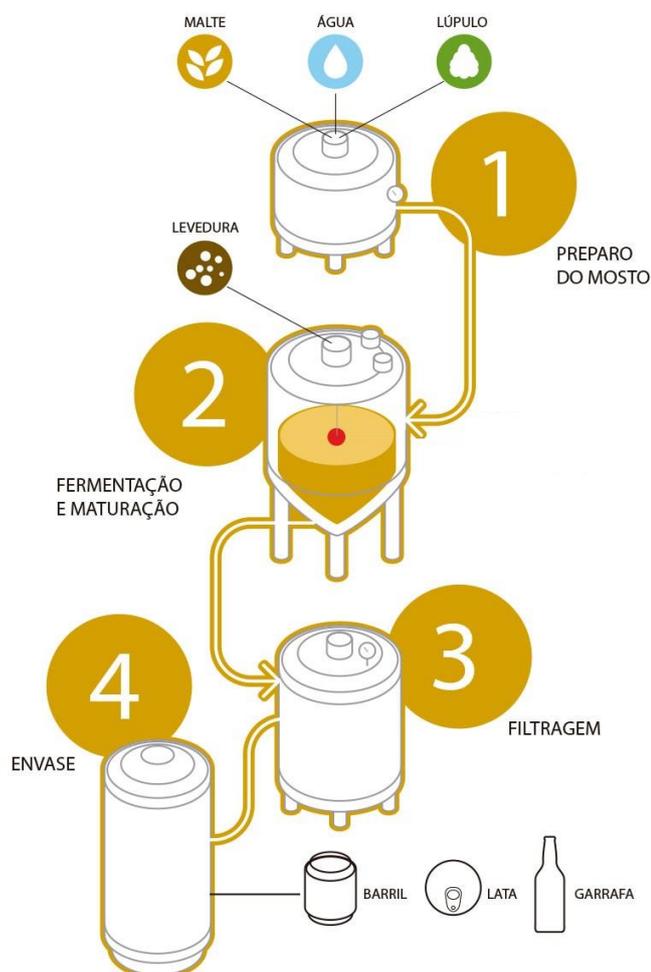
No Envasamento ocorre o processamento de envase em si da cerveja, alimentando o CD com produtos embalados e acabados para a expedição. Tal área apresenta o maior número de máquinas e equipamentos nas instalações cervejeiras e, segundo Santos e Ribeiro (2005), é a área que possui os equipamentos mais complexos e de maiores índices de manutenção. Nessa área fica alojada a linha de chope que será contemplada pela finalidade do trabalho aqui tratado.

O setor de Instalações Industriais abrange todos os serviços auxiliares necessários a operação e manutenção da planta fabril. Engloba a área de utilidades (responsável pela geração de combustíveis e energias para as etapas de processamento), a Estação de Tratamento de Água (ETA) e Dejetos Industriais (ETDI), além do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).

Para a finalidade do vigente trabalho, o PCM é extremamente essencial, uma vez que é o órgão responsável por alimentar e implementar os planos de manutenção no sistema integrado de gestão empresarial. Para Viana (2002), o PCM é um órgão *staff*, que suporta a manutenção, sendo ligado diretamente à gerência de manutenção.

A área de Processo de Fabricação é onde ocorre a transformação dos ingredientes básicos - água, malte, lúpulo e levedura - em cerveja. As etapas de produção são ilustradas conforme a Figura 8.

Figura 8 - Etapas do processo de fabricação de cerveja



Fonte: Material da Empresa

Com o líquido devidamente filtrado e dentro de todos os parâmetros estabelecidos pela receita técnica do produto, a área de Qualidade libera a cerveja para o Envasamento.

Por fim, o setor de Qualidade responde aos âmbitos laboratoriais e também as questões de Qualidade Total (QT), como legislações, normas e certificações do âmbito industrial alimentício. No Laboratório de Qualidade são realizadas atividades de controle físico-químico-biológico de matérias-primas, insumos e embalagens, além da cerveja em processamento e produto embalado e acabado.

Na Qualidade Total, ocorrem atividades ligadas as Boas Práticas de Fabricação (BPF); Higiene, Organização e Limpeza (HOC), além da implementação e execução da metodologia de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) - item legal para indústrias alimentícias, conforme a Portaria Nº 46, de 10 de fevereiro de 1998, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

4.1.1 Sistema Integrado de Gestão Empresarial

Devido à complexidade das operações e o tamanho da cervejaria, é elementar a utilização de um sistema integrado de gestão empresarial (SIG), também difundido como ERP. O maior objetivo de um ERP dentro das organizações consiste na integração de todos os dados e processos atuantes em um único sistema.

O sistema integrado de gestão empresarial consiste em um conjunto de normas e metodologias, aplicadas à um *software*, dotado de uma base de dados aplicáveis para múltiplas funções requeridas pela organização. Dessa maneira, as informações concentradas em um único lugar fornecem à empresa agilidade e controle nos processos e tomadas de decisão, tornando-a ainda mais competitiva frente ao mercado.

O *software* utilizado pela unidade cervejeira é oriundo de uma das maiores fornecedoras de ERP do mundo: o SAP (Sistemas, Aplicativos e Produtos). Dentre todos os módulos oferecido pelo SAP, para o presente trabalho será utilizado o SAP PM - *Plant Maintenance*. Tal módulo possui transações específicas para a gestão da manutenção, como por exemplo: solicitação de serviços (notas de manutenção)

pela operação; desenvolvimento de planos de manutenção pelo PCM e gestão de indicadores da manutenção.

4.2 PROCEDIMENTOS DE DESENVOLVIMENTO

4.2.1 Etapa 1: Organização da Manutenção

Na atividade de tagueamento as áreas operacionais e equipamentos fabris recebem uma etiqueta de identificação de localização. Um tagueamento bem estruturado fornece possibilidades mais rápidas e efetivas de planejamento, programação e execução das ações de manutenção. Em resumo, taguear as áreas é promover um mapeamento da planta industrial.

Já a codificação dos equipamentos objetiva individualizá-lo para receber manutenção. Dessa forma, pode-se acompanhar a vida útil do equipamento, bem como seus históricos de manutenção, de falhas, custos e performance.

Ambos registros são de vital importância para alimentar os dados tratados pelo SAP, pois a partir dos mesmos torna-se possível uma série de ações voltadas para gestão da manutenção.

4.2.2 Etapa 2: Levantamento de Dados Qualitativos

Dentre os pilares do TPM, o pilar de gestão antecipada aborda questões referentes a prevenção da manutenção e ao *start-up* vertical de novos projetos. Logo, sua principal contribuição se dá por aprendizados anteriores, alimentando erradicações de falhas e otimizando todos recursos envolvidos. E é nesse contexto que o pilar EEM suporta dados qualitativos, oriundos de experiências passadas com equipamentos semelhantes aos encontrados na nova linha de envasamento.

Já o papel dos inspetores técnicos complementa a contribuição do EEM. Os inspetores técnicos atuam na manutenção de maneira mista, entre a gestão e a execução. Em teor geral, são colaboradores dotados de vivência e conhecimentos técnicos que, dentro de um plano de carreira, alcançaram maiores níveis rumo a coordenação e direção de áreas produtivas.

A interação entre pilar e inspetores técnicos origina a base de dados qualitativos que norteia a criação das operações básicas de manutenção, buscando elevar os níveis de qualidade e acurácia do plano, de acordo com a demanda do objeto de estudo.

4.2.3 Etapa 3: Consolidação da Base de Dados e Cadastro do Planos no ERP

A base de dados concebida pela Etapa 2 necessita ser consolidada, a fim de identificar as informações realmente relevantes para a criação dos planos de manutenção. Para maior fluência do trabalho e atividades do PCM, é usual a estratificação da base de dados de acordo com as especialidades de manutenção.

Para o cadastro dos planos de manutenção no ERP da empresa, o PCM precisa passar por 4 níveis de criação dentro do *software*, garantindo que toda informação relevante será coberta. São eles:

1. Criação de chaves de modelo;
2. Criação de grupos de roteiro;
3. Criação de planos de manutenção;
4. Programação de prazos de execução.

Os níveis são passos lógicos que devem ser seguidos com a finalidade de contemplar um estado ótimo de informações e a qualidade dos planos de manutenção. Segue uma explicação sintetizada desses níveis:

4.2.3.1 Criação de chaves de modelo

As chaves de modelo representam cada operação a ser executada dentro de um plano de manutenção. Em outras palavras, significam qual o teor da atividade que deve ser executada em campo por um profissional da manutenção.

Em geral, uma chave de modelo é representada por um código que contém uma sentença escrita. Tal sentença descreve a atividade que deve ser realizada no equipamento durante a intervenção do mesmo.

4.2.3.2 Criação de grupos de roteiro

O grupo de roteiro também pode ser chamado de lista de tarefas. A lista de tarefas é o compilado das atividades da rotina que compõem o planejamento na qual estão cadastradas todas as operações de manutenção preventiva e preditiva para um objeto técnico, ou seja, para cada equipamento.

De maneira simplificada, existe um grupo de roteiro para cada tipo de atividade (especialidade) de manutenção e, dentro do grupo, devem ser criadas entradas por periodicidade - as chamadas estratégias de manutenção.

A estratégia é definida no PCM e pode ser orientada pelo tempo de calendário - onde a periodicidade da manutenção é determinada em dias do calendário corrente - ou ainda pelas horas de uso do equipamento - por meio de um horímetro que aponta o tempo efetivo de funcionamento das máquinas.

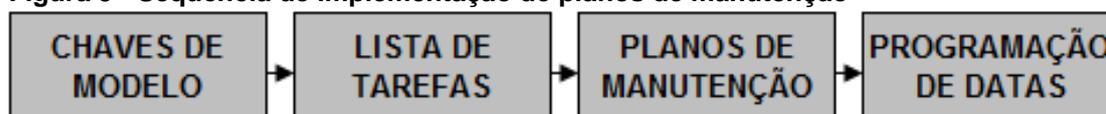
Ainda nesse nível, são inseridas informações pertinentes ao planejamento da manutenção, como os recursos humanos, materiais e de tempos para execução da intervenção.

Os grupos de roteiro são caracterizados por um código e uma descrição no SAP, levando informações relativas ao equipamento, especialidade de manutenção empregada e a periodicidade requerida pelo plano.

4.2.3.3 Criação de planos de manutenção

O plano de manutenção é a individualização de cada lista de tarefas. Tal individualização se justifica pelo fato de unir todos os itens às estratégias de manutenção, gerando “pacotes” de atividades estratificadas por especialidades e periodicidades. A sequência completa para um cadastro de plano de manutenção é dada da seguinte forma, conforme a Figura 9.

Figura 9 - Sequência de implementação de planos de manutenção



Fonte: Autoria Própria

A programação de datas deve indicar o horizonte de abertura das ordens de manutenção planejadas no sistema ERP da cervejaria. A principal função do horizonte de abertura é o planejamento das ordens de prevenção com antecedência às datas esperadas para execução das intervenções.

Os planos de manutenção recebem uma codificação seguida de uma descrição no SAP. Dessa forma, os usuários do sistema têm acesso a todas as informações relativas às práticas da manutenção, como a especialidade requerida para execução, periodicidade aplicada as operações, além do equipamento e local de instalação.

4.2.4 Etapa 4: Programação e Execução dos Planos

Ao final da Etapa 3 todos os planos de manutenção estão ativos e funcionais no ERP da empresa. Então, a função do PCM se estende também à programação das ordens de manutenção, para que posteriormente ocorra execução das mesmas pelos mantenedores da unidade cervejeira.

A programação ocorre conforme os planos vão sendo identificados no sistema, assim o PCM planeja as execuções de acordo com as necessidades ou oportunidades encontradas na planta fabril. Posteriormente, essas ordens de intervenção são repassadas aos executores, trazendo todas informações contidas nos planos de manutenção, pertinentes para a efetividade das ações.

4.2.5 Etapa 5: Rodar Ciclo de Melhoria Contínua

Nessa etapa, considera-se que o primeiro ciclo da manutenção foi finalizado, ou seja, contempla-se desde o momento que uma operação foi idealizada (via manual técnico do equipamento e/ou através da função do EEM e dos inspetores técnicos) até o instante que a mesma foi efetivamente executada em campo.

Os desvios e oportunidades mapeados durante o ciclo, conduzem a busca pela melhoria contínua da gestão da manutenção, uma vez que as necessidades de tempos de operação, peças sobressalentes, atividades agregadoras de valor ou itens dispensáveis são trazidas para um âmbito real.

Os ciclos são contínuos e têm sua duração de acordo com a periodicidade definida para cada plano, ou seja, para planos com ordens semanais teremos *feedbacks* semanais e assim por diante. As informações concebidas ao final de cada ciclo são de grande valia para melhoria das bases de dados e para os ajustes dos planos de manutenção propriamente ditos.

5 RESULTADOS

Neste capítulo serão abordados os resultados decorrentes das atividades relacionadas a cada etapa de desenvolvimento do trabalho.

5.1 TAGUEAMENTO E CODIFICAÇÃO

Antes de desenvolver o tagueamento da área produtiva e a codificação dos equipamentos, fez-se necessário o desenho do *layout* da linha, a fim de melhor compreender o fluxo dos processos e mapear a disposição dos equipamentos. A Figura 10 apresenta o fluxograma simplificado da nova linha de envasamento.

Figura 10 - Fluxograma da nova linha de envasamento



Fonte: Material da Empresa

Logo, com o *layout* fisicamente definido e o esquema de fluxo desenhado, foram listados todos os equipamentos que constituem as instalações da nova linha de envase. A lista também apresenta itens suprimidos do fluxograma, mas de extrema importância para o funcionamento do processo, como por exemplo, os trechos de transporte de produto em processamento, que unem as máquinas.

Os Quadros 4 e 5 apresentam a lista completa dos 40 equipamentos que constituem o local de instalação.

**Quadro 4 - Lista de equipamentos do local de instalação
(continua)**

Local de Instalação	
LINHA 07	
Nº	Equipamento
01	ALIMENTADOR DE VALVULAS LI07-BK02
02	APLICADOR DE FILME INFERIOR L07-BK02
03	APLICADOR TOP CHIME LI07-BK02
04	ATIVADOR 01 LI07-BK02
05	ATIVADOR 02 LI07-BK02
06	BALANÇA L07-BK02
07	DATADOR VIDEOJET 01 LI07-BK02
08	DATADOR VIDEOJET 02 LI07-BK02
09	SISTEMA CONTROLE TEMPERATURA LI07-BK02
10	DCAPER LI07-BK02
11	DESPALETIZADORA BARRIS LI07-BK02
12	DESPALETIZADORA TOP CHIME LI07-BK02
13	EMBALADORA L07-BK02
14	ENVOLVEDORA PALLET L07-BK02
15	ESTAÇÃO DE CIP LI07-BK02
16	ESTAÇÃO DE PRODUTO LI07-BK02
17	INCLINADOR 01 LI07-BK02
18	INCLINADOR 02 LI07-BK02
19	INSPETOR PRESENÇA VALVULAS LI07-BK02
20	ENCHEDORA 01 L07-BK02
21	ENCHEDORA 02 L07-BK02
22	ETIQUETADORA PALLET LOGOPAK LI07-BK02
23	PALETIZADORA LI07-BK02
24	SOPRADOR 01 LI07-BK02
25	SOPRADOR 02 LI07-BK02

Fonte: Autoria Própria

**Quadro 5 - Lista de equipamentos do local de instalação
(conclusão)**

Local de Instalação	
LINHA 07	
Nº	Equipamento
26	TRANSPORTE TOP CHIME/EMB L07-BK02
27	TRANSPORTE ATIVA 01/ATIVA 02 L07-BK02
28	TRANSPORTE ATIVA 02/INCLI 02 LI07-BK02
29	TRANSPORTE BALANÇA/TOP CHIME L07-BK02
30	TRANSPORTE CLINCHER 01/INSPETOR L07-BK02
31	TRANSPORTE CLINCHER 02/INSPETOR L07-BK02
32	TRANSPORTE DCAPER/LLENADOR 01 L07-BK02
33	TRANSPORTE DCAPER/LLENADOR 02 L07-BK02
34	TRANSPORTE DESPAL/DCAPER L07-BK02
35	TRANSPORTE ENTRADA BARRIS VAZIO L07-BK02
36	TRANSPORTE EMB/PAL L07-BK02
37	TRANSPORTE ENTRADA PALET VAZIO L07-BK02
38	TRANSPORTE PAL/ENV L07-BK02
39	TRANSPORTE SAIDA PALET CHEIO L07-BK02
40	TRANSPORTADOR TOP CHIME L07-BK02

Fonte: Autoria Própria

Após o *input* fornecido pela lista de equipamentos, aplicou-se então o procedimento para tagueamento e codificação da área e equipamentos da instalação fabril. Dentre os procedimentos da organização em estudo, está estabelecido a maneira pela qual se deve identificar e cadastrar locais de instalação e equipamentos. Os Quadros 6 e 7 permitem a visualização (de maneira adaptada) das lógicas aplicáveis de tagueamento e codificação.

Quadro 6 - Cadastro de local de instalação

Níveis	Local de Instalação			
	BK02	MI	ENV	LI07
	1	2	3	4
1	04 caracteres alfanuméricos correspondem ao código definido para as unidades fabris do Brasil e as respectivas plantas industriais: BK01 = Planta 01; BK02 = Planta 02; ...			
2	02 caracteres alfabéticos definem se o local pertence à área industrial ou de edifícios: MI = Manutenção industrial; ME = Manutenção de edifícios			
3	03 caracteres alfabéticos para definir a área fabril: ENV = Envasamento; PRO = Processo; UTL = Utilidades			
4	04 caracteres alfanuméricos para caracterizar a linha de produção: LI01 = Linha 01; LI02 = Linha 02; ...			

Fonte: Autoria Própria

Quadro 7 - Cadastro de equipamentos

Níveis	Equipamentos		
	LLENADOR	KHS	001
	1	2	3
1	08 caracteres alfabéticos correspondem as primeiras 08 letras do nome do equipamento		
2	03 caracteres alfabéticos correspondem as primeiras 03 letras da marca ou fabricante do equipamento		
3	03 caracteres numéricos representam a sequência de ordenação do ERP		

Fonte: Autoria Própria

Com tais procedimentos definidos nomeou-se então o local de instalação e os equipamentos que compunham a nova linha. Para tanto, fez-se necessário identificar o objeto de estudo conforme as entradas destacadas abaixo:

- A cervejaria dos Campos Gerais (PR) é considerada a unidade fabril nº 02 do Brasil, portanto nomeada “Planta 02”;
- Linhas de envasamento são consideradas áreas industriais, logo pertencem a área industrial fabril de envasamento;
- Obedecendo a ordem de numeração de linhas de envasamento da unidade nomeou-se então a “Linha 07”.

Dessa maneira, obteve-se o cadastro da área e equipamentos da linha, demonstradas nos Quadros 8 e 9.

Quadro 8 - Tagueamento e codificação do local de instalação e equipamentos (continua)

Local de Instalação		TAG
LINHA 07		BK02-MI-ENV-LI07
Nº	Equipamento	TAG
01	ALIMENTADOR DE VALVULAS LI07-BK02	ALIMENVAPAM001
02	APLICADOR DE FILME INFERIOR L07-BK02	APLIFICAFINED001
03	APLICADOR TOP CHIME LI07-BK02	APLICATCUIT001
04	ATIVADOR 01 LI07-BK02	ATIVADORUIT001
05	ATIVADOR 02 LI07-BK02	ATIVADORUIT002
06	BALANÇA L07-BK02	BALANZAMTHE001
07	DATADOR VIDEOJET 01 LI07-BK02	CODIFICAVID422
08	DATADOR VIDEOJET 02 LI07-BK02	CODIFICAVID423
09	SISTEMA CONTROLE TEMPERATURA LI07-BK02	CONTROLTMUN001
10	DCAPER LI07-BK02	DCAPER--UIT001

Fonte: Autoria Própria

Quadro 9 - Tagueamento e codificação do local de instalação e equipamentos (conclusão)

Local de Instalação		TAG
LINHA 07		BK02-MI-ENV-LI07
Nº	Equipamento	TAG
11	DESPALETIZADORA BARRIS LI07-BK02	DESPALETUIT001
12	DESPALETIZADORA TOP CHIME LI07-BK02	DESPALETUIT002
13	EMBALADORA L07-BK02	EMPACADOMEY001
14	ENVOLVEDORA PALLET L07-BK02	ENVOLVEDMSK001
15	ESTAÇÃO DE CIP LI07-BK02	ESTACCIPKHS001
16	ESTAÇÃO DE PRODUTO LI07-BK02	ESTAPRODKHS001
17	INCLINADOR 01 LI07-BK02	INCLINADUIT001
18	INCLINADOR 02 LI07-BK02	INCLINADUIT002
19	INSPETOR PRESENÇA VALVULAS LI07-BK02	INSPRESEUIT001
20	ENCHEDORA 01 L07-BK02	LLENADORKHS002
21	ENCHEDORA 02 L07-BK02	LLENADORKHS003
22	ETIQUETADORA PALLET LOGOPAK LI07-BK02	MARBETEALOG006
23	PALETIZADORA LI07-BK02	PALETIZAUIT001
24	SOPRADOR 01 LI07-BK02	SOPLABOTPAX001
25	SOPRADOR 02 LI07-BK02	SOPLABOTPAX002
26	TRANSPORTE TOP CHIME/EMB L07-BK02	TSAPCEMBUIT001
27	TRANSPORTE ATIVA 01/ATIVA 02 L07-BK02	TSATIATIUIT001
28	TRANSPORTE ATIVA 02/INCLI 02 LI07-BK02	TSATINCUIT001
29	TRANSPORTE BALANÇA/TOP CHIME L07-BK02	TSBALATCUIT001
30	TRANSPORTE CLINCHER 01/INSPETOR L07-BK02	TSCLIINSUIT001
31	TRANSPORTE CLINCHER 02/INSPETOR L07-BK02	TSCLIINSUIT002
32	TRANSPORTE DCAPER/LLENADOR 01 L07-BK02	TSDCALLEUIT001
33	TRANSPORTE DCAPER/LLENADOR 02 L07-BK02	TSDCALLEUIT002
34	TRANSPORTE DESPAL/DCAPER L07-BK02	TSDESDCAUIT001
35	TRANSPORTE ENTRADA BARRIS VAZIO L07-BK02	TSEBARRIUIT001
36	TRANSPORTE EMB/PAL L07-BK02	TSEMBPALUIT001
37	TRANSPORTE ENTRADA PALET VAZIO L07-BK02	TSEPALETUIT001
38	TRANSPORTE PAL/ENV L07-BK02	TSPAENVUIT001
39	TRANSPORTE SAIDA PALET CHEIO L07-BK02	TSSPALETUIT001
40	TRANSPORTADOR TOP CHIME L07-BK02	TSTOPCHIUIT001

Fonte: Autoria Própria

A área e os equipamentos devidamente codificados e tagueados no sistema ERP da unidade cervejeira formam a chamada Lista de Estrutura. Essa lista é comumente reconhecida pelos usuários dos SAP por *Árvore de Equipamentos*, sendo disponível e visualizada através de uma transação específica presente no *software*, fornecendo os tags e equipamentos aos usuários.

A Figura 11 exemplifica o retorno disposto pelo SAP.

Figura 11 - Árvore de equipamentos no sistema ERP

Modificar ordens PM: Lista de estrutura		
Nível para cima Expandir/ocultar Explosão total		
Local instalaç.	BK02-MI-ENV-LI07	Vál. desde 03.11.17
Denominação	LINHA 07	
<input type="checkbox"/>	BK02-MI-ENV-LI07	LINHA 07
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ALIMENVAPAM001 ALIMENTADOR DE VALVULAS LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	APLICAFINED001 APLICADOR DE FILME INFERIOR L07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	APLICATCUI001 APLICADOR TOP CHIME LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ATIVADORUIT001 ATIVADOR 01 LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ATIVADORUIT002 ATIVADOR 02 LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BALANZAMTHE001 BALANÇA L07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CODIFICAVID422 DATADOR 1 1650UHS 764 LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CODIFICAVID423 DATADOR 2 1650UHS 767 LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CONTROLMUN001 SISTEMA CONTROLE AR ÁREA SECA LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DCAPER--UIT001 DCAPER LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DESPALETUIT001 DESPALETIZADORA BARRIS LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DESPALETUIT002 DESPALETIZADORA TOP CHIME LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EMPACADOMEY001 EMBALADORA L07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ENVOLVEDMSK001 ENVOLVEDORA PALLET L07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESTACCIPKHS001 ESTAÇÃO DE CIP LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESTAPRODKHS001 ESTAÇÃO DE PRODUTO LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INCLINADUIT001 INCLINADOR 01 LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INCLINADUIT002 INCLINADOR 02 LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INSPRESEUIT001 INSPEÇÃO PRESENCIA VALVULAS LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	INTCALORAPV001 TROCADOR DE CALOR LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LLENADORKHS002 ENCHEDORA 01 L07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LLENADORKHS003 ENCHEDORA 02 L07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MARBETEALOG006 ETIQUETADORA PALLET LOGOPAK LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PALETIZAUIT001 PALETIZADORA LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SOPLABOTPAX001 SOPRADOR 01 LI07-BK02
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SOPLABOTPAX002 SOPRADOR 02 LI07-BK02

Fonte: SAP da Empresa

A disponibilização do local de instalação e equipamentos da linha no sistema ERP permite não só o avanço dos trabalhos relacionados a criação dos planos de manutenção, como também acesso fácil e visual a todos os clientes internos inerentes aos processos produtivos. Tais informações são de grande importância na abertura de notas e ordens de manutenção, pois direcionam as atividades as áreas e equipamentos corretos, além de fomentar bases de dados para históricos de quebra, performance, entre outros itens de interesse da organização.

Por fim, a que se ressaltar que foram cadastrados todos os 40 equipamentos formadores da linha, garantindo 100% de mapeamento industrial nessa nova área produtiva.

5.2 FUNÇÃO EEM E INSPETORES TÉCNICOS

A nova linha de envasamento posicionada na cervejaria apresenta uma peculiaridade, já que é a primeira instalação localizada fora do país de origem da organização e, não obstante, é a terceira linha do tipo ao redor do planeta. Desse modo, o pilar EEM figurou como um importante suporte na concepção das operações que compunham o plano, já que colaboradores participantes do pilar oportunizaram aprendizados diretamente das experiências reais vivenciadas pelas outras duas linhas do tipo.

Os colaboradores da unidade em estudo foram por sua vez encaminhados meses antes da instalação da linha, para os locais onde já se operavam processos similares aos almejados. Dessa maneira, puderam conviver *in loco* com a funcionalidade, oportunidades de melhorias e problemas decorrentes do funcionamento das instalações.

Por meio da análise dos históricos dos equipamentos e a experiência adquirida por especialistas, o pilar EEM contribuiu trazendo operações antes não mapeadas nos planos de manutenção fornecidos pelos fabricantes, assim antecipando-se na detecção ou até mesmo erradicação de possíveis falhas de máquinas.

Em suma, o pilar de gestão antecipada trouxe os aprendizados e as oportunidades de manutenção evidenciadas nas outras duas linhas de mesmo alcance presentes na companhia, gerando importantes informações e documentos, que fomentam dados para criação dos planos de manutenção mais completos e abrangentes.

A Figura 12 ilustra o modelo de documento utilizado pelo pilar para levantar dados qualitativos que alimentam os planos de manutenção da nova linha.

Figura 12 - Documentação originada pelo pilar

Levantamento de dados - LINHA 07		
Data: Junho/16		
Origem do documento: Pilar EEM - Manual do fabricante		
Equipamento: ENCHEDORA 01 - LLENADORKHS002		
Especialidade: Mecânica		
Objetivo: Plano de revisão e substituição		
Período: Semestral		
Operação	Descrição	Tempo de Operação (h)
CABEÇOTES DE TRATAMENTO REVISAR	TROCAR O KIT DE REPARO DOS CABEÇOTES DE TRATAMENTO	2,0
ANÉIS RASPADORES SUBSTITUIR	SUBSTITUIR TODOS OS ANÉIS RASPADORES	1,0

Fonte: Autoria Própria

Paralelo a isso, o trabalho dos inspetores técnicos complementa as informações trazida pelo pilar. Em meio à carga de conhecimentos adquiridos com os trabalhos dentro da cervejaria, *know-how* de execução, somados aos treinamentos específicos fornecidos pelo pilar de PD, os inspetores preparam mais dados qualitativos, no intuito de compilar informações e por fim concretizar uma base sólida para criação dos planos de manutenção.

Em geral, as informações levantadas pelos inspetores técnicos alimentam operações mais rápidas e de caráter menos complexo, como atividades de inspeção, verificação e ajustes. Tais operações por sua vez são justificadas pela *expertise* adquirida por cada colaborador no dia a dia do chão de fábrica. A Figura 13 exemplifica a maneira como as referências são documentadas.

Figura 13 - Documentação originada pelos inspetores técnicos

Levantamento de dados - LINHA 07		
Data: Outubro/16		
Origem do documento: Inspetores técnicos		
Equipamento: ENCHEDORA 01 - LLENADORKHS002		
Especialidade: Mecânica		
Objetivo: Plano de inspeção		
Período: Mensal		
Operação	Descrição	Tempo de Operação (h)
CILINDROS DE ELEVAÇÃO VERIFICAR	VERIFICAR CILINDROS PNEUMÁTICOS QUANTO A DANOS, MOVIMENTAÇÃO E FUNCIONAMENTO.	0,5
MANGUEIRAS VERIFICAR	INSPECIONAR TODAS AS MANGUIRAS E CONEXÕES PNEUMÁTICAS QUANTO A DANOS.	0,5

Fonte: Autoria Própria

Os documentos gerados pelos integrantes do EEM, pelos inspetores técnicos e ainda os manuais de uso e manutenção dos fabricantes são unidos em uma base central, compondo então uma lista de atividades que devem ser realizadas nas manutenções planejadas da cervejaria.

Por meio dessa lista de atividades, foram levantadas cerca de 600 operações necessárias à composição dos planos. As operações contemplam desde atividades de inspeção e lubrificação até tarefas de revisão e substituição de componentes.

Destaca-se ainda que, a qualquer momento podem ser originadas, modificadas ou retiradas operações de acordo com a demanda ou pertinência das tarefas. Por fim, após a validação das operações pelo pilar EEM e inspetores técnicos, as mesmas são destinadas ao pilar PM e ao PCM para cadastro no ERP.

5.3 FUNÇÃO PM - PCM

A base de dados construída anteriormente é encaminhada aos integrantes do pilar PM e colaboradores do setor de PCM. Esses indivíduos são dotados de experiências na área de gestão da manutenção e, assim como na etapa passada, as operações devem ser revisadas e validadas, uma vez que aqui ocorre a compilação da base de dados e o último filtro pré-cadastro no ERP da empresa.

Os dados são consolidados de maneira que cada operação possa ser enquadrada em uma especialidade de manutenção. Logo, as atividades ficam atreladas a centros de trabalho inerentes as tarefas. Por padrão, a cervejaria adota seis especialidades, identificadas por centros de trabalho de acordo com o Quadro 10 a seguir.

Quadro 10 - Especialidades de manutenção

Centro de Trabalho	Especialidade
PMAUF	Automação Industrial
PMELL	Elétrica Industrial
PMMEG	Manutenção Geral
PMICE	Instrumentação Industrial
PMMEL	Lubrificação
PMMEE	Mecânica Industrial

Fonte: Autoria Própria

Essa separação é necessária para facilitar a criação das chaves de modelo no sistema ERP e, posteriormente, para o correto encaminhamento da operação ao técnico de manutenção da especialidade.

O pilar PM e o PCM alimentam informações pertinentes a realização das tarefas, como o passo a passo de execução, as orientações de segurança, a indicação de ferramentas e materiais.

O *output* desse trabalho é encaminhado para o *software* da organização, onde todas as operações serão cadastradas. Um ponto importante quanto as operações se dá pelo fato de que uma operação pode atender um ou mais equipamentos, então, analogamente podemos comparar as operações com produtos em uma prateleira de supermercado, atendendo diversos clientes distintos.

O desenvolvimento dos planos no SAP segue uma lógica estruturada e melhor descrita nos próximos tópicos.

5.3.1 Criação de Chaves de Modelo

As chaves de modelo representam cada tarefa que deve ser executada por um mantenedor. No *software*, o formato das chaves de modelo se dão por códigos exclusivos, que posteriormente serão atrelados aos grupos de roteiro. O Quadro 11 demonstra a forma de sistematização das chaves de modelo.

Quadro 11 - Cadastro de chaves de modelo

Níveis	Chave de Modelo		
	LL	M	0001
	1	2	3
1	02 caracteres alfabéticos correspondem as primeiras 02 letras do nome do equipamento		
2	01 caracter alfabético para definir a especialidade de manutenção para execução: A = Automação; E = Elétrica; G = Geral; I = Instrumentação; L = Lubrificação; M = Mecânica		
3	04 caracteres numéricos representam a sequência de ordenação do ERP		

Fonte: Aatoria Própria

Após a caracterização de uma chave, são imputados textos descritivos com orientações sobre a manutenção a ser realizada, podendo conter instruções de

segurança, passo a passo de execução, referências aos manuais dos equipamentos, entre outras informações que facilitem a compreensão das ações.

Dentre os objetivos do vigente trabalho, criou-se uma operação com instruções de segurança para compor toda e qualquer atividade de manutenção constante nos planos. Essa operação vai além de informar aspectos de segurança aos profissionais de manutenção, uma vez que a organização trata segurança como prioridade total entre suas estratégias de negócio.

A Figura 14 apresenta a chave de modelo de segurança citada anteriormente, bem como ilustra o formato de cadastro de qualquer outra operação no sistema.

Figura 14 - Chave de modelo (operação) de segurança

Exibir Texto standard: SAG0001 Idioma PT



.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7..

* PROCEDIMENTOS SEGURANÇA REALIZAR

*

* PARA EXECUÇÃO DE ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO COMO INSPEÇÕES, REPAROS, LIMPEZA, AJUSTES OU OUTRAS INTERVENÇÕES É INDISPENSÁVEL:

* - ESTAR CONFORTÁVEL PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE;

* - UTILIZAR EPI'S E FERRAMENTAS ADEQUADAS ÀS ATIVIDADES, NÃO IMPROVISE;

* - AGIR COM SEGURANÇA: DESERNEGIZE, BLOQUEIE, AVALIE OS RISCOS E TENHA COMPORTAMENTOS SEGUROS;

* - USAR LOCK OUT / TAG OUT (LOTO) ANTES DE QUALQUER TRABALHO EM MÁQUINAS OU EQUIPAMENTOS;

* - ISOLAR E SINALIZAR A ÁREA PARA GRANDES INTERVENÇÕES;

* - OBTER PERMISSÃO ANTES DE INICIAR QUALQUER ATIVIDADE A QUENTE;

* - OBTER AUTORIZAÇÃO ANTES DE ENTRAR EM ESPAÇO CONFINADO;

* - PROTEÇÃO ADEQUADA AO TRABALHAR COM PRODUTOS QUÍMICOS;

* - PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS AO EFETUAR TRABALHOS EM ALTURA;

* - CUMPRIR O PROCEDIMENTO DE CO2 SEMPRE QUE APLICÁVEL;

* - CONDUZIR VEÍCULOS APENAS QUANDO AUTORIZADO;

* - LIMPAR E ORGANIZAR EQUIPAMENTOS E A ÁREA AO CONCLUIR AS ATIVIDADES, FAÇA O DESCARTE ADEQUADO, SEGUINDO ORIENTAÇÕES DE SEGURANÇA E MEIO-AMBIENTE.

*

* IMPORTANTE:

* - JUNTO AO GESTOR RESPONSÁVEL REALIZAR A ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR) E AVALIAR E SOLICITAR PERMISSÃO DE TRABALHO.

*

* EM CASO DE DÚVIDAS CONSULTE IMEDIATAMENTE O GESTOR.

* SAFETY FIRST!

Fonte: SAP da Empresa

Outro importante fato relativo a operação de segurança, transcorre sobre a inserção do tempo para atividades prévias a manutenção propriamente dita. Ou seja, para o âmbito da programação da manutenção, passa a ser considerado também o tempo de preparo necessário para que o manutentor efetivamente inicie uma intervenção de maneira apropriada e segura.

Seguindo a analogia dos produtos disponíveis em uma prateleira de supermercado, a chave de modelo de segurança é o produto de maior demanda dos clientes, uma vez que essa operação estará presente em todos os planos de manutenção criados para todas as máquinas contempladas.

O resultado de maior impacto dessa operação foi o reconhecimento da companhia em âmbito mundial pela busca da segurança nas atividades de manutenção, tornando-se assim um modelo de referência para todas outras plantas da organização. Destaca-se novamente que tal chave modelo voltada à segurança, considera um tempo de operação no planejamento das atividades, aprimorando também a programação da manutenção.

Finalmente, em termos gerais, todos os 600 itens identificados pelo levantamento de dados qualitativos foram transformados em chaves de modelo. As informações cadastradas nas chaves de modelo chegam aos usuários através do próprio sistema ou por meio de ordens de manutenção impressas e entregues pelos planejadores da manutenção aos executores, garantindo assim acesso para todas partes interessadas.

5.3.2 Criação de Grupos de Roteiro

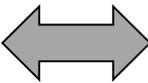
Após a determinação das atividades (chaves de modelo) e seus respectivos conteúdos, os grupos de roteiro sintetizam as operações de manutenção de acordo com as especialidades que devem ser empegadas em cada ação, além da estratégia (periodicidade) a ser cumprida nas manutenções preventivas ou preditivas.

Em um primeiro momento, o pilar PM e o PCM precisam definir qual estratégia será adotada para cada tipo de ação de intervenção. Nisto são apresentadas duas opções distintas quanto a abordagem: tempo de calendário ou horas de uso.

A estratégia voltada para tempo de calendário considera que as ordens de manutenção planejadas devem ser executadas com base em dias fixos, independentemente de o processo ter rodado ou não durante o período.

Já a estratégia com base em horas de uso, determina que as ações planejadas de manutenção, devem ocorrer conforme as horas de rotação das máquinas, ou seja, é levado em consideração apenas o tempo utilizado pelo equipamento. O Quadro 12 demonstra qual a codificação utilizada para determinada estratégia de manutenção.

Quadro 12 - Estratégia de manutenção em função da periodicidade

Estratégia de Manutenção					
Tempo de calendário				Horas de uso	
Código	Período			Código	Período
1S	semanal	7 dias		H0	150 horas 0A
2S	bissemanal	14 dias		H1	300 horas 0A
1M	mensal	28 dias		H2	600 horas 1A
2M	bimestral	56 dias		H3	1200 horas 2A
3M	trimestral	84 dias		H4	1800 horas 3A
4M	quadrimestral	112 dias		H5	2400 horas 4A
6M	semestral	168 dias		H6	3600 horas 6A
9M	eneamestral	252 dias		H7	5400 horas 6A
1A	anual	336 dias		H8	7200 horas 6A
2A	bianual	672 dias		H9	14400 horas 6A
4A	quadriannual	1344 dias		H10	28800 horas 6A

Fonte: Autoria Própria

A função PM - PCM optou por adotar a periodicidade de tempo de calendário para todas atividades de ajustes, inspeção e substituição de componentes de baixo custo. Essa decisão foi embasada no fato de que a nova linha de envasamento é mais sensível e suscetível as interferências externas do que as demais linhas já existentes na unidade. Assim, mesmo que a linha não tenha rodado *full time* frente à sua programação de produção, garante-se que as rotinas planejadas de manutenção serão contempladas.

Já para as intervenções onde se faz necessário a substituição de componentes de maiores custos, a estratégia adotada se dá pelas horas de uso, a fim de otimizar a relação custo-benefício do item.

Após decisão estratégica tomada, o PCM parte então para o cadastro dos grupos de roteiro no sistema ERP. Nesse ponto, a “alma” do plano de manutenção começa a tomar forma, adicionando informações pertinentes para a gestão da

manutenção. O Quadro 13 demonstra a forma de se codificar um grupo de roteiros para *input* no SAP.

Quadro 13 - Criação da lista de tarefas

Níveis	Grupo de Roteiro			
	LL	KH	M	001
	1	2	3	4
1	02 caracteres alfabéticos correspondem as primeiras 02 letras do nome do equipamento			
2	02 caracteres alfabéticos correspondem as primeiras 02 letras da marca ou fabricante do equipamento			
3	01 caracter alfabético para definir a especialidade de manutenção para execução: A = Automação; E = Elétrica; G = Geral; I = Instrumentação; L = Lubrificação; M = Mecânica			
4	03 caracteres numéricos representam a sequência de ordenação do ERP			

Fonte: Autoria Própria

O objetivo de codificar um grupo de roteiros é torná-lo ativo às chamadas dentro do *software*. Quando o código for inserido no SAP por um usuário, todas informações descritas na lista de tarefas serão carregadas para a utilização.

As descrições das listas de tarefas apresentam importantes referências quanto a especialidade de manutenção requerida, a estratégia adotada e qual o equipamento contemplado pelas ações. Para a descrição do texto do grupo de roteiros propõe-se o padrão, conforme o Quadro 14.

Quadro 14 - Descrição da lista de tarefas

Níveis	Descrição da Lista de Tarefas			
	MANUT	MEC	1M	ENCHEDORA KHS
	1	2	3	4
1	Inicia o título com a abreviatura proposta à palavra "Manutenção": MANUT			
2	03 caracteres alfabéticos para definir a especialidade de manutenção para execução: AUT = Automação; ELE = Elétrica; GER = Geral; INS = Instrumentação; LUB = Lubrificação; MEC = Mecânica			
3	Código alfanumérico da periodicidade de execução das atividades conforme estratégia de manutenção adotada Ex: 1M = mensal (tempo de calendário)			
4	Indica o nome do equipamento e o fabricante por completo Obs.: limitante de 40 caracteres para toda descrição			

Fonte: Autoria Própria

O PCM, de posse dos grupos de roteiro codificados e descritos, passa a alimentar o SAP, de maneira que toda estrutura construída possa ser utilizada para fomentar os planos de manutenção.

As Figuras 15 e 16 ilustram os passos práticos de cadastro no sistema da cervejaria. O primeiro passo dessa fase se dá pela criação da lista de tarefas e a entrada das descrições das mesmas.

Figura 15 - Codificação do grupo de roteiros

The screenshot shows the SAP transaction 'Criar lst.tarefas geral: síntese lsts.tarefas'. The interface includes a toolbar with icons for navigation and a 'Cabeçalho' (Header) section. Below the header, the field 'GrpRoteir.DPUIM002' is visible.

Fonte: SAP da Empresa

Figura 16 - Entrada do código e descrição da lista de tarefas

The screenshot shows the SAP transaction 'Criar lst.tarefas geral: visão geral cabeçalho'. The interface includes a toolbar with navigation icons and a 'Plano' (Plan) section. Below the header, the following fields are visible:

- GrpRoteir.DPUIM002 MANUT.MEC.14400 DESP. TOP CH. VAN UITERT
- Grupo roteiros: DPUIM002
- Numerador de grupos: 6A MANUT.MEC.14400 DESP. TOP CH. VAN UITERT
- Centro planej.: BK02

Atribuições ao cabeçalho de roteiro

- Centro de trabalho: PMEE / BK02 TECNICO MECANICO ENVASAMENTO
- Utilização: 4 Manutenção
- Grupo plan.trabalho: PI1 Planejador Ind Envasamento
- Status do plano: 2 Liberado para ordem
- Estado da instalação: 0 Equipamento Parado
- Estratégia manut.: PHUSO2 PTO.MED. HORAS DE USO 2
- Conjunto: [Empty field]
- Marc.para eliminação

Dados QM

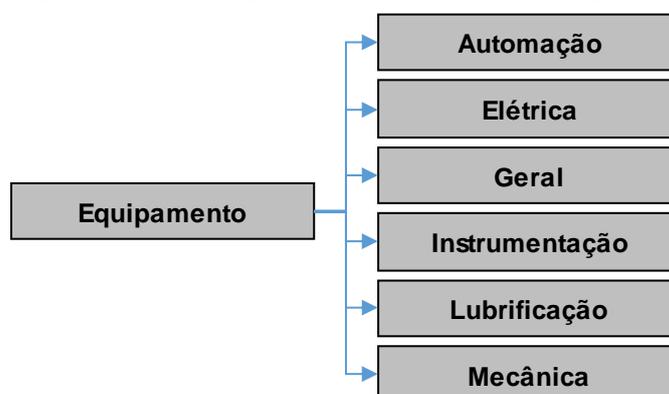
- Pontos controle: [Empty field]
- Numeração externa: Numeração externa unívoca é possível

Fonte: SAP da Empresa

Conforme é inserido o código no campo “Grupo roteiros”, o próprio *software* delega o preenchimento dos demais campos de acordo com a descrição inserida para cada lista de tarefas. Observa-se que, para esse exemplo, a atividade de manutenção deverá ocorrer a cada 14400 horas (estratégia de horas de uso) e ser executada por um especialista do centro de trabalho de mecânica.

Para os usuários do sistema, um grande avanço no tratamento das informações ocorre nesse passo, uma vez que o sistema começa a separar as atividades de manutenção em função do equipamento e as especialidades à serem empregadas. Tal fato é melhor ilustrado pela Figura 17.

Figura 17 - Separação das ações de manutenção por especialidade



Fonte: Autoria Própria

Sendo assim, o grupo de roteiros é apresentado no *software* estratificando para cada equipamento e cada especialidade de manutenção os respectivos itens e frequências requeridas. Dessa maneira, uma lista apresenta quais as periodicidades serão atendidas para uma dada especialidade de manutenção e um dado equipamento. Para exemplificação, segue abaixo a Figura 18.

Figura 18 - Lista de tarefas: especialidade mecânica industrial

Criar lst.tarefas geral: síntese lsts.tarefas

Cabeçalho Operação

GrpRoteir.DPUIM002

Síntese geral roteiros

	NGr	TxtBrv.LstTaref.	Cen.	MrElm	Estratégi	Utilização	GrPIT
	1	MANUT.MEC.1M DESP. TOP CHIME VAN UITERT	BK02	<input type="checkbox"/>	TDCAL1	4	PI1
	6A	MANUT.MEC.14400 DESP. TOP CH. VAN UITERT	BK02	<input type="checkbox"/>	PHUSO2	4	PI1

Fonte: SAP da Empresa

Tampouco, as chaves de modelo criadas no primeiro nível são inseridas paralelamente em cada lista de tarefas correspondente. Ou seja, cada operação de manutenção passa a ser atrelada a um grupo de roteiros que atenda a especialidade requerida pela ação de manutenção.

No exemplo da Figura 19, nota-se a entradas das chaves de modelo na coluna “ChModel”, carregando assim a coluna “Descrição da operação” e posteriormente informações relativas a programação da manutenção, como os tempos teóricos de manutenção (em horas) - coluna “Trab.” - e o número de recursos humanos empregados - coluna “N...”.

Figura 19 - Composição da lista de tarefas e recursos empregados

Criar lst.tarefas geral: síntese de operações

GrpRoteir.DPUIM002 MANUT.MEC.14400 DESP. TOP CH. VAN UITERT NumrdGrp6A

Síntese geral de operações												
Oper	Su...	CenTrab	Cen.	Cntr	Descrição da operação	T..	Trab.	Un.	N...	Dura.	Un.	ChModel
0010		PMME	BK02	PM01	PROCEDIMENTOS SEGURANÇA REALIZAR	<input checked="" type="checkbox"/>	0,2	H	1	0,2	H	SAG0001
0020		PMME	BK02	PM01	CILINDROS PNEUMÁTICOS SUBSTITUIR	<input checked="" type="checkbox"/>	2,0	H	1	2,0	H	DEM0745

Fonte: SAP da Empresa

Ainda nesse nível, faz-se necessário atrelar a periodicidade de cada chave de modelo a estratégia declarada pelo grupo de roteiros. Isto é, se a lista de tarefas está relacionada a atividades mensais, todas operações inseridas devem estar de acordo com a estratégia mensal. A Figura 20 traz o momento de certificação da periodicidade da operação de manutenção em acordo com o grupo de roteiros.

Figura 20 - Definição da estratégia e periodicidade de cada operação

Criar lista de tarefas geral: síntese pacotes manutenção

GrpRoteir.DPUIM002 MANUT.MEC.14400 DESP. TOP CH. VAN UITERT NumrdGrp6A

Síntese operação pacotes manut.													
Oper	Su...	Descrição da operação	H0	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	HA
0010		PROCEDIMENTOS SEGURANÇA REALIZAR	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
0020		CILINDROS PNEUMÁTICOS SUBSTITUIR	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								

Fonte: SAP da Empresa

Apesar de parecer uma tarefa redundante, esse engate dos dados serve como um *double check* antes de implementar por vez um plano de manutenção, garantindo assim a harmonização das atividades declaradas no grupo de roteiros com a sua própria composição pelas chaves de modelo.

Por meio desse fluxo, a lista de tarefas contém informações de suma importância para o desenvolvimento das atividades de manutenção, a citar:

- Operações (atividades a realizar);
- Periodicidades (definindo quando realizar as operações);
- Tempos teóricos de execução de atividades (trabalho planejado).

Dentre os 40 equipamentos cadastrados no SAP para a nova linha, apenas um não recebeu uma lista de tarefas (equipamento Nº 09 - SISTEMA CONTROLE TEMPERATURA LI07-BK02), devido a decisão estratégica da função PM - PCM em classificar o item como instrumento de manutenção externa, recebendo então outra abordagem de acompanhamento.

Os demais 39 equipamentos receberam pelo menos um grupo de roteiros. Foram construídos ao todo 61 listas de tarefas, sendo estas compreendidas pelas especialidades de automação, elétrica, instrumentação, mecânica e lubrificação. O Quadro 15 apresenta o número e porcentagem de grupos de roteiro por especialidades.

Quadro 15 - Estratificação das listas de tarefas por grupos de trabalho

Especialidade	Automação	Elétrica	Instrumentação	Mecânica	Lubrificação	Total
Grupos de roteiro (#)	1	4	1	24	31	61
Grupos de roteiro (%)	2%	7%	2%	39%	51%	100%

Fonte: Autoria Própria

O grupo de trabalho denominado “Manutenção Geral” não apresentou nenhuma lista de tarefas. A presente situação ocorre pelo fato de que essa especialidade é mais amplamente empregada às manutenções estruturais e prediais da cervejaria, escopo esse não tratado pelo corrente trabalho.

5.3.3 Criação de Planos de Manutenção

Com as listas de tarefas desenhadas e cadastradas no nível anterior, toda base de dados necessária para criar um plano de manutenção está disponível aos

integrantes do PCM. Salienta-se que o plano de manutenção é tratado como uma individualização da lista de tarefas devido ao seguinte fato: um grupo de roteiros pode suprir vários planos de manutenção, mas um plano de manutenção só pode estar atado a uma lista de tarefas.

Assim sendo, cada equipamento terá um plano de manutenção distinto, levando em consideração a especialidade e periodicidade da intervenção, sempre que aplicável. Para tanto, se faz necessária a codificação dos planos de manutenção no ERP da unidade cervejeira, tornando-os singulares. O Quadro 16 apresenta o modo proposto no qual os planos são codificados.

Quadro 16 - Codificação de um plano de manutenção

Níveis	Plano de Manutenção					
	P	LL	KH	01	M	001
	1	2	3	4	5	6
1	Inicia o título com a abreviatura proposta à palavra "Plano": P					
2	02 caracteres alfabéticos correspondem as primeiras 02 letras do nome do equipamento					
3	02 caracteres alfabéticos correspondem as primeiras 02 letras da marca ou fabricante do equipamento					
4	02 caracteres numéricos representam a sequência de ordenação do ERP para o Grupo de Roteiros					
5	01 caracter alfabético para definir a especialidade de manutenção para execução: A = Automação; E = Elétrica; G = Geral; I = Instrumentação; L = Lubrificação; M = Mecânica					
6	03 caracteres numéricos representam a sequência de ordenação do ERP					

Fonte: Aatoria Própria

Bem como realizado anteriormente para os grupos de roteiro, o propósito almejado pela codificação dos planos é torná-los aptos as solicitações dos usuários do *software*. Em seguida, deve ser inserida uma descrição abrangendo as referências de especialidade e periodicidade da intervenção planejada, além do equipamento e seu local de instalação na planta fabril.

O Quadro 17 apresenta a maneira proposta para a descrição.

Quadro 17 - Descrição dos planos de manutenção

Níveis	Descrição do Plano de Manutenção				
	MANUT	MEC	1M	LLENADORKHS001	LI07
	1	2	3	4	5
1	Inicia o título com a abreviatura proposta à palavra "Manutenção": MANUT				
2	03 caracteres alfabéticos para definir a especialidade de manutenção para execução: AUT = Automação; ELE = Elétrica; GER = Geral; INS = Instrumentação; LUB = Lubrificação; MEC = Mecânica				
3	Código alfanumérico da periodicidade de execução das atividades conforme estratégia de manutenção adotada Ex: 1M = mensal (tempo de calendário)				
4	Código do equipamento cadastrado no sistema ERP				
5	04 caracteres alfanuméricos para caracterizar a linha de produção: LI01 = Linha 01; LI02 = Linha 02; ...				

Fonte: Autoria Própria

Finalmente, toda essa organização é inserida no SAP, de modo que todos os usuários relacionados a gestão da manutenção tenham fácil leitura e acesso às informações relevantes para o bom andamento das atividades de intervenção planejada.

A Figura 21 demonstra como esses dados são apresentados na tela do *software*. Logo no cabeçalho é possível visualizar o código e a descrição do plano de manutenção. Avançando pelas informações emitidas em tela tem-se também a definição da periodicidade, o local de instalação, equipamento, centro de trabalho responsável e a lista de tarefas vinculada ao plano.

Desta maneira, os planos de manutenção estão efetivamente imputados no sistema ERP da cervejaria. Sempre que o código do plano de manutenção for acionado, o sistema carregará automaticamente as informações para os usuários. Parte-se então para a programação de datas, que por conveniência será tratado no próximo tópico.

Figura 21 - Criação do plano de manutenção no ERP

Modificar plano de manutenção: Plano estratégia PLLKH01M002

Plano manutenção

Cabeç.pl.manut.

Ciclos plano de manutenção | Parâmetro programação plano manutenção | Dados adicionais plano de ma...

Ciclo	Un	Txt.p/ciclo manut.	Offset
	28 D	MENSAL	0

Posição | Lista de objetos item | Localização item | Solicitações programadas item | Ciclos item

Nº/descrição

Objeto de referência

Local instalaç. LINHA 07
 Equipamento ENCHEDORA 01 L07-BK02
 Conjunto

Dados de planejamento

Centro planej. Ponta Grossa Fabrica Cerveja Grupo planej.PM Plan Ind Envasame
 Tipo de ordem INSPECAO PERIODICA Tipo atividad.manut. INSPECAO DE ROTA
 CenTrab respon. / TECNICO MECANIC... Divisão
 Prioridade Norma de liquidação
 Documento venda /

Lista de tarefas/lista de tarefas geral

Ctg	GrpLstTar	GrLTr	Descrição
A	/ <input type="text" value="LLKHM002"/>	/ <input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="MANUT.MEC.1M ENCHEDORA 1 KHS"/>

Fonte: SAP da Empresa

Traduzindo os planos de manutenção em números, foram criados 215 planos fracionados entre os 39 equipamentos contemplados situados no local de instalação, atingindo dessa forma 100% de cobertura das máquinas propostas.

O Quadro 18 expõe maiores detalhes sobre os resultados atingidos.

Quadro 18 - Planos de manutenção por grupos de trabalho

Especialidade	Automação	Elétrica	Instrumentação	Mecânica	Lubrificação	Total
Planos de manutenção (#)	25	80	1	74	35	215
Planos de manutenção (%)	11,6%	37,2%	0,5%	34,4%	16,3%	100%

Fonte: Autoria Própria

Visivelmente os grupos de elétrica e mecânica compartilham das maiores quantidades de planos de manutenção. Fato que é justificado pelo intenso número de componentes elétricos e mecânicos dos equipamentos, a exemplo: sensores e cabeados; engrenagens e válvulas.

Os planos de lubrificação visam atender todas as partes móveis que necessitam de graxa ou lubrificantes para o bom funcionamento, como por exemplo os transportes. Destaca-se a relação de tais planos frente a área de Qualidade da cervejaria, visto que para atendimento da legislação os produtos aplicados devem ser de grau alimentício - item destacado nos planos e informados aos manutentores.

Os planos de automação são intimamente ligados ao nível tecnológico existente nas instalações fabris da unidade cervejeira. Para tanto, todos os programas, *backups* e supervisórios responsáveis pelo funcionamento lógico da linha, devem ser ao menos atendidos com a frequência determinada pelo plano.

Quanto à instrumentação, o único plano existente contempla o instrumento responsável pela medição das temperaturas de soluções de CIP, presentes no equipamento N° 15 - ESTAÇÃO DE CIP LI07-BK02. Apesar de ser um plano solitário, o mesmo é de extrema importância, uma vez que é a etapa de processo que garante a não contaminação química da cerveja em linha.

5.3.4 Programação de Datas

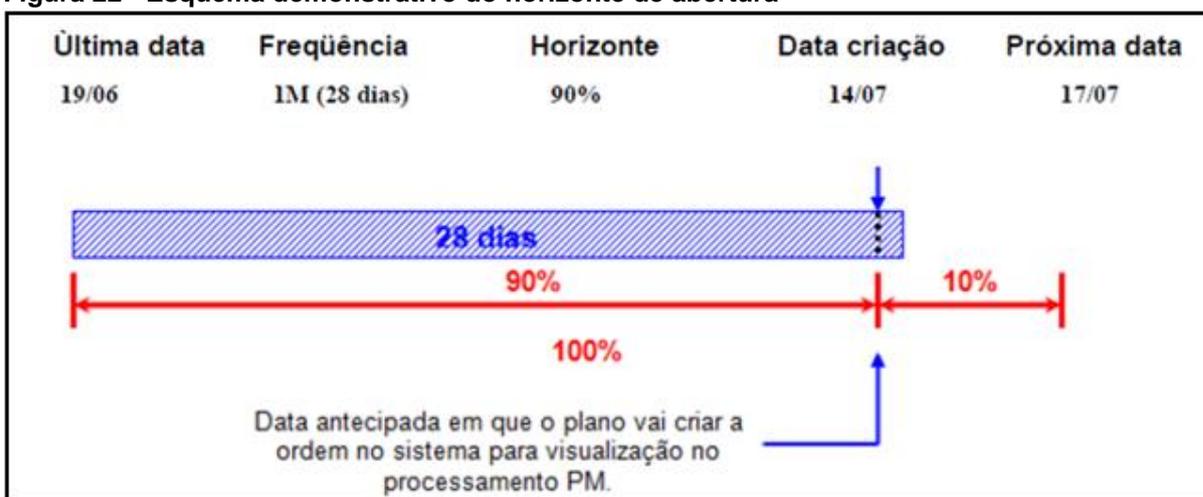
Nesse nível, os planos de manutenção estão presentes no SAP, mas não necessariamente estão ativados para uso. Com a finalidade de acioná-los no sistema, deve-se então indicar o horizonte de abertura das ordens de manutenção planejadas.

O horizonte de abertura é o responsável por tornar as ordens de manutenção planejadas visíveis e mapeáveis aos programadores da manutenção. Ou seja, a ordem será criada automaticamente pelo sistema com uma data anterior

ao que se espera para execução da intervenção, fato esse de grande relevância para a organização e disponibilização dos recursos necessários.

A Figura 22 demonstra um exemplo da função do horizonte de abertura no sistema integrado de gestão empresarial.

Figura 22 - Esquema demonstrativo do horizonte de abertura



Fonte: Material da Empresa

Os planos presentes no ERP devem receber um a um seus respectivos horizontes de abertura. O *staff* do PCM pode levar em consideração as necessidades, particularidades ou restrições dos equipamentos para determinar o início da vigência dos planos. Realizada a programação de datas, os planos preventivos já estarão ativos no SAP e prontos para ofertar ordens de manutenção planejadas aos executores.

5.4 ATUAÇÃO EM CAMPO

Conforme os planos de manutenção vão atingindo as periodicidades previamente definidas, o sistema dispara as ordens de manutenção para o planejamento e programação por parte dos planejadores. Esses colaboradores priorizam as ações e distribuem as atividades por meio de uma planilha de gestão de ordens concebida para os executores.

As planilhas de ordens são individuais, isto é, cada manutentor possui sua própria programação. O ciclo de planejamento definido pelo PCM é semanal, logo as ordens devem ser realizadas pelos profissionais da manutenção no decorrer de 7

dias. A Figura 23 exemplifica como o PCM atribui atividades ao executor das intervenções.

Figura 23 - Planilha de ordens de manutenção preventiva

Programação: Semana 41/2017						
Manutentor:		Nome Manutentor				
Especialidade:		Elétrica				
Dia	Ordem	Local	Equipamento	Texto breve da Operação	Tempo (h)	Tipo
1	3008723414	BK02-MI-ENV-LI07	LLENADORKHS002B	SENSOR CLINCHER LEITURA ESPECIFICAR	3,00	Preventiva
1	3008723421	BK02-MI-ENV-LI07	LLENADORKHS002B	ALTURA DO CAMES AJUSTAR	4,00	Preventiva
2	3008724000	BK02-MI-ENV-LI07	LLENADORKHS002B	CORRENTÃO DE ARRASTE PARAMETRIZAR	7,00	Preventiva
3	3008730004	BK02-MI-ENV-LI07	LLENADORKHS002B	CABOS ELÉTRICOS TESTAR	7,00	Preventiva
...

Fonte: Autoria Própria

Dotados das planilhas e das respectivas ordens, os manutentores devem acessar o SAP a fim de verificar quais operações compõem a atividade. Devem também checar as sentenças de cada chave de modelo, garantindo que a execução das ações ocorrerá de maneira apropriada.

A Figura 24 demonstra como o ERP apresenta uma ordem de manutenção planejada para os usuários.

Figura 24 - Exibição de ordem de manutenção preventiva no SAP

The screenshot shows the SAP interface for a preventive maintenance order. The title bar reads "Exibir PREVENTIVA 3008671936: cabeçalho central". Below the title, there are several input fields and tabs. The "Ordem" field contains "ZPPP 3008671936" and "MANUT.MEC.14400 DESPALETUIT001 (LI07)". The "Stat.sist." field contains "LIB CAPC KKMP NOLQ" and "ORNR". The main content area is divided into several sections: "Responsáveis" (PI1 / BK02, Plan Ind Envasame, CenTrabRes PMME / BK02, TECNICO MECANICO E...), "Nota" (0,00 BRL), "Custos" (0,00 BRL), "TipoAtvMnt" (PMP MANUTENCAO ...), "Estad.inst" (empty), "Endereço" (empty), "Datas" (InícioBase 10.11.2017, Fim-base 10.11.2017, Prioridade Alta, Revisão empty), "Objeto de referência" (Loc.inst. BK02-MI-ENV-LI07, Equipam. DESPALETUIT001, LINHA 07, DESPALETIZADORA BARRIS LI07-BK02).

Fonte: SAP da Empresa

Na tela do *software*, os profissionais da manutenção conseguem apropriar-se das informações relativas ao centro de trabalho requerido, a data programada, o local de instalação e o equipamento que deve receber a manutenção. Nessa mesma tela, é possível consultar as ações à serem realizadas através da aba “Operações” e os materiais empregados, via aba “Components”.

Para mensurar a efetividade da programação e a execução dos planos, foi concebido um indicador de aderência, que considera a razão entre o número de ordens realizadas pelo número de ordens programadas. A Equação 1 a seguir apresenta o indicador:

$$\text{Aderência à programação(\%)} = \frac{\# \text{ Ordens executadas}}{\# \text{ Ordens planejadas}}$$

Quando a aderência à programação apresenta índices superiores a 90% (determinados pela gerência da manutenção), indica que as sintonias entre as atividades programadas em um determinado período de tempo estão adequadas à realidade. Caso contrário, se faz de grande relevância atentar-se aos *feedbacks* da execução para suportar os ajustes necessários.

5.5 FEEDBACKS DA EXECUÇÃO E AJUSTES

Os *feedbacks* fornecidos pelos executores das manutenções são as comunicações mais valiosas no processo de melhoria contínua. A avaliação do mantenedor fornece ao PCM pontos positivos e negativos do trabalho executado, tendo em vista a melhoria do mesmo e a sua aplicabilidade no mundo real.

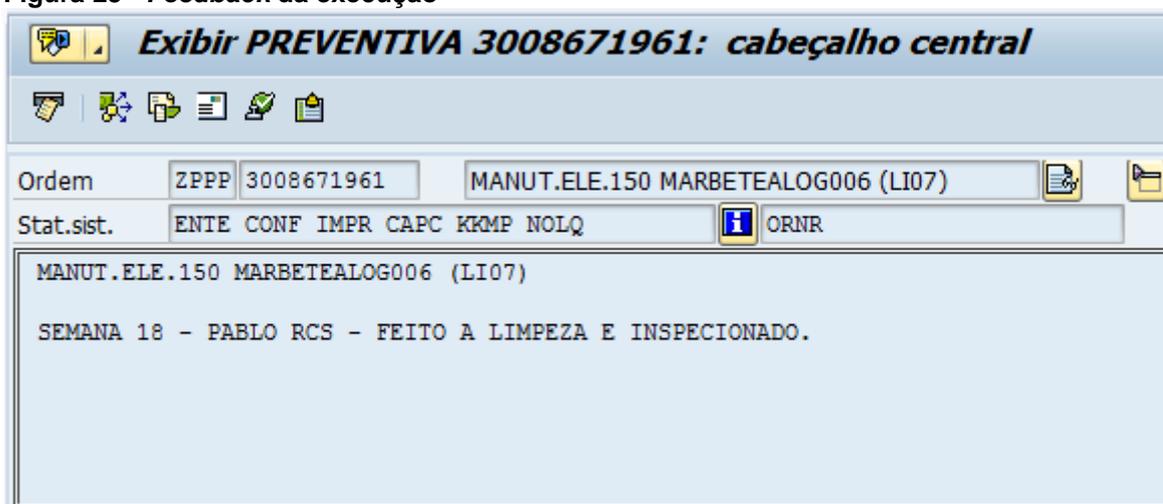
Um retorno adequado auxilia os profissionais da manutenção a julgar a qualidade e acurácia de um plano de manutenção, assim pode-se potencializar e expandir os resultados positivos, como também estipular as ações corretivas para os desvios.

Esse ciclo deve ser amplamente aplicado, estimulando a sinergia entre os programadores e os profissionais de campo. Os benefícios serão mútuos, já que o PCM desfrutará de uma programação mais assertiva, enquanto o mantenedor terá uma atividade mais organizada e direcionada.

A ferramenta utilizada para a recepção dos *feedbacks* da execução se dá no próprio *software* de gestão integrada. Os executores possuem acesso a uma transação do sistema, onde devem alimentar os códigos das ordens de manutenção presentes nas planilhas de programação individuais.

No próprio SAP, os executores retornam o status da intervenção realizada, bem como podem descrever os pontos positivos e dificuldades encontrados durante o trabalho. A Figura 25 exemplifica como é, em geral, o desfecho da intervenção.

Figura 25 - *Feedback* da execução



Fonte: SAP da Empresa

Dotados desses resultados, o PCM é capaz de embasar e realizar ajustes nos planos de manutenção, aproximando a programação e as intervenções à uma maior realidade da organização. Na prática isto representará tempos de operação mais adequados, melhor atendimento sobre os materiais necessários, como também a exclusão de ações não agregadoras de valor ou itens dispensáveis.

5.6 FLUXOS PARA CRIAÇÃO E REVISÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO

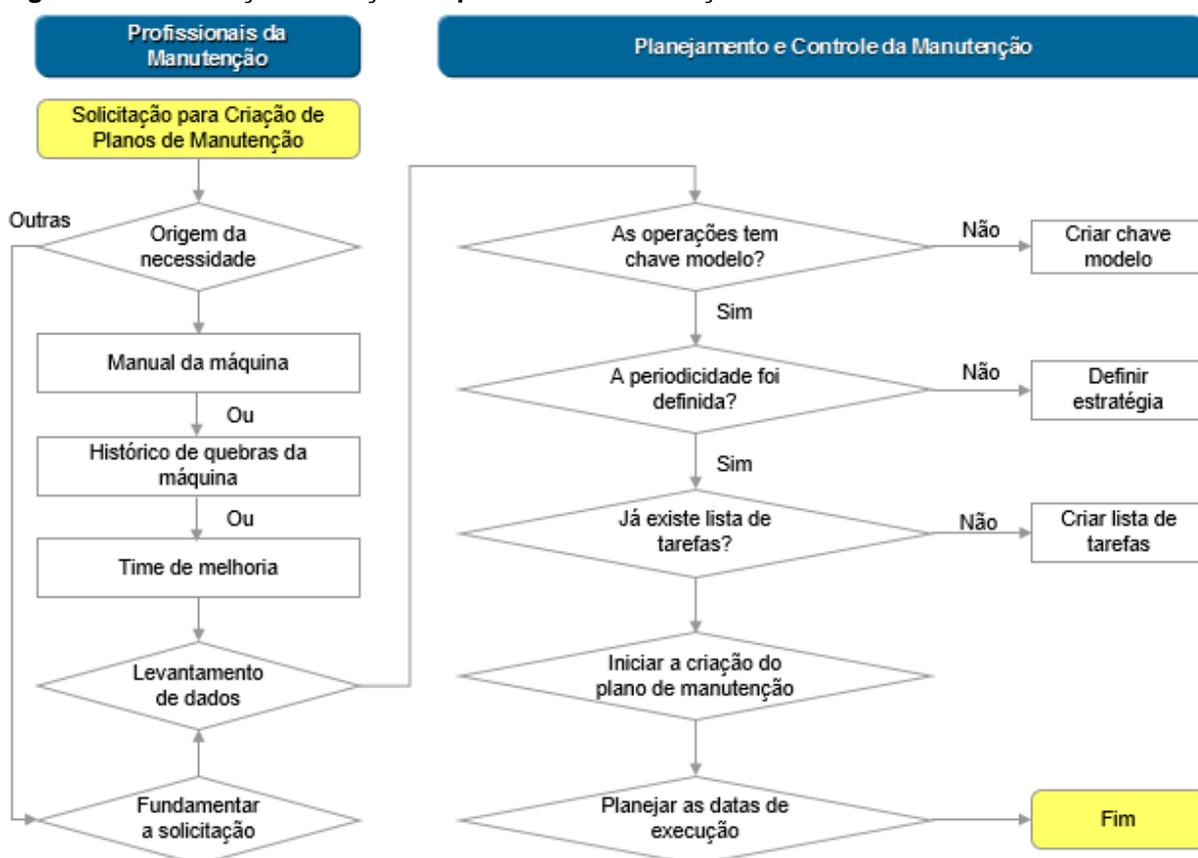
Especialmente para o presente trabalho, o local de instalação e os equipamentos eram novos, o que demandou a implementação como um todo das partes, desde o cadastro da área e das máquinas, até o fechamento do ciclo dos planos de manutenção criados no sistema.

No entanto, na organização em estudo, a necessidade por criar novos planos de manutenção advém também de outras causas, como atualizações de

manuais de fabricantes, históricos de quebras dos equipamentos e times de melhoria - isso para as instalações já existentes.

Essas possíveis entradas são mapeadas pelos profissionais da manutenção, que através da busca pela melhoria contínua podem identificar novas oportunidades em meio aos processos produtivos. Deste modo, obteve-se então uma saída de grande importância para tratar as demais causas mapeadas: um fluxo de criação de novos planos de manutenção. A Figura 26 a seguir, apresenta o modelo citado.

Figura 26 - Solicitação e criação de planos de manutenção



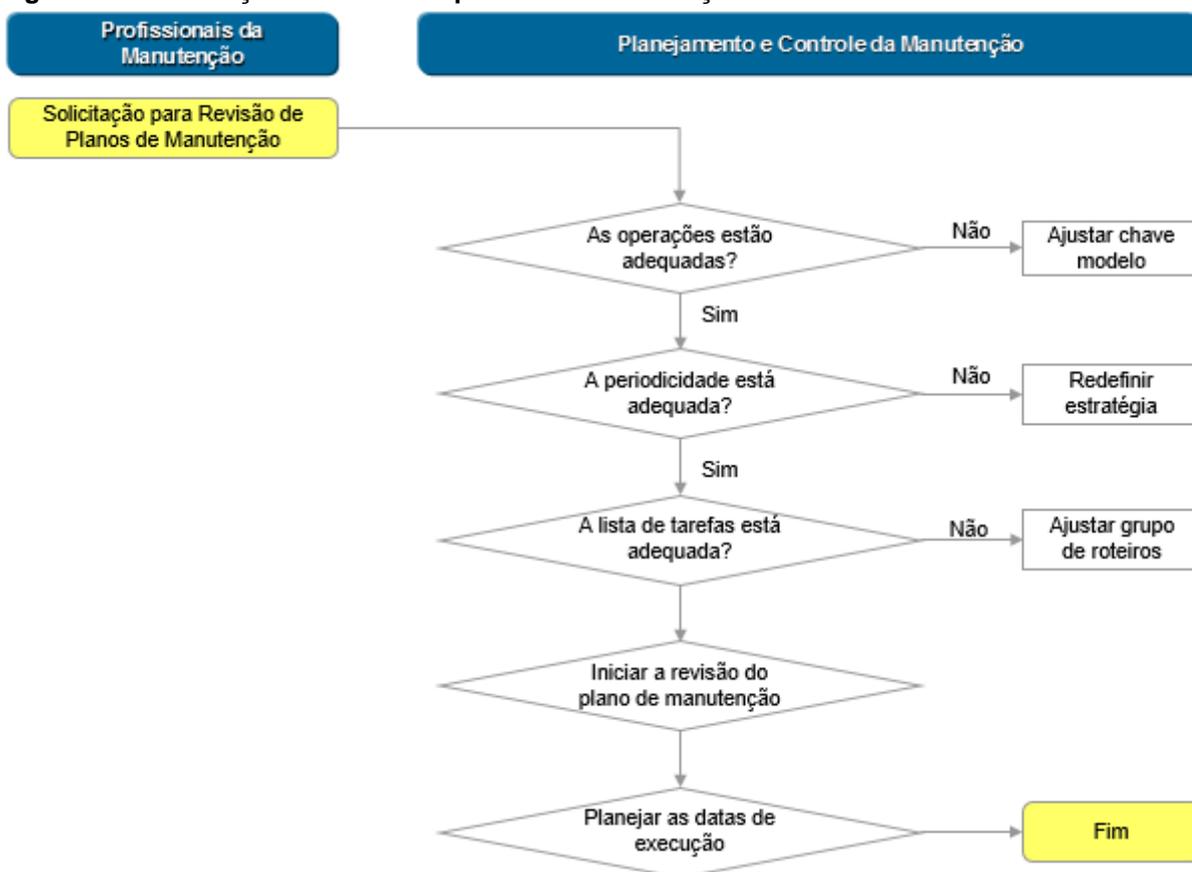
Fonte: Material da Empresa

Apesar da simplicidade do fluxo, o mesmo padroniza o curso para as novas demandas, além de oferecer visibilidade para as etapas necessárias em conjunto a área responsável - o PCM.

Para os planos de manutenção já existentes, os *feedbacks* dos executores somados aos *inputs* de todos outros profissionais da manutenção, fomentam as necessidades de revisão das ordens de serviço. Portanto, o PCM deve atrelar essas informações e realizar uma checagem de itens relacionados as chaves de modelo, estratégias e grupos de roteiro do plano.

A Figura 27 a seguir, apresenta o fluxo para solicitação e revisão de planos de manutenção.

Figura 27 - Solicitação e revisão de planos de manutenção



Fonte: Material da Empresa

Ambos os fluxos são de grande importância para a estrutura e uniformização da manutenção, já que dessa maneira as etapas e responsabilidades são esclarecidas a todos da organização, além de permitir a isonomia dos conhecimentos aos colaboradores iniciantes ou oriundos de outras funções.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o objetivo geral e os objetivos específicos estabelecidos, conclui-se que o trabalho tornou possível a implementação de planos de manutenção para uma linha de envasamento em uma cervejaria dos Campos Gerais no estado do Paraná, propiciando resultados tangíveis e muito relevantes para a gestão da manutenção empregada no objeto de estudo, por meio da estrutura disponibilizada pela metodologia TPM.

Os desfechos obtidos permitiram não só o usufruto imediato pela unidade, como também fomentaram uma padronização para criação e revisão de planos de manutenção, via fluxos desenhados e definidos. Tais efeitos reforçaram a aplicação da manutenção como uma estratégia empresarial, em busca por maior eficiência, qualidade e segurança de suas instalações fabris.

Adendo a esses pontos, é de grande importância ressaltar a contribuição da gestão estratégica via conceitos e pilares empregados pelo TPM. Todas operações concebidas para os planos de manutenção receberam valorosas colaborações por parte dos pilares presentes na estrutura da cervejaria, como também se apresentaram como auxiliares na implementação completa das etapas de desenvolvimento do vigente trabalho.

A começar pela Manutenção Autônoma (AM), pode-se citar a imensa colaboração dos operadores de máquina para com os profissionais da manutenção, no levantamento de ações técnicas e experiências vivenciadas no chão de fábrica. Indo além, a metodologia AM instiga os operadores a desenvolver o senso de zelo pelas máquinas, fato esse que contribui amplamente nas atividades de preservação dos equipamentos.

A Manutenção Planejada (PM) por sua vez é essencial na concepção e revisão dos planos de manutenção. Os métodos aplicados pelo pilar tendem a buscar resultados maximizados de disponibilidade, confiabilidade e eficiência para as instalações fabris. Através do PM foi possível usufruir do sistema de gerenciamento de informações, onde a combinação das ações técnicas e administrativas permitiram o desenvolvimento de todas etapas do trabalho.

O pilar de Melhoria Específica (FI) forneceu todo apoio necessário para que as ações de manutenção reduzissem as grandes perdas e potencializassem a eficiência global dos equipamentos. Suporte esse responsável tanto pela redução de

custos intrínsecos às ações de intervenção como também na gestão da saturação dos postos de trabalho da unidade cervejeira.

Quanto à Educação & Treinamento (PD), destaca-se fortemente as ações de capacitação das pessoas envolvidas com todas as etapas de criação, desenvolvimento e execução dos planos de manutenção. O PD, exercendo sua função de formador de pessoas, permitiu que os colaboradores inerentes as atividades estivessem habilitados para tal, elevando juntamente a equalização dos conhecimentos adquiridos.

Focando a confiabilidade dos equipamentos, a qualidade dos produtos e a capacidade de atendimento à demanda, a Manutenção da Qualidade (PQ) amparou todos itens relacionados aos 4M. Sendo assim, todas operações alocadas nos planos de manutenção foram analisadas e aprovadas perante a mão de obra, método, materiais e máquinas aplicadas, tendo como propósito a busca por zero falhas nas máquinas da cervejaria, aumentando assim sua disponibilidade.

O pilar de Controle Inicial (EEM) também se apresentou em destaque nas ações de levantamento dos dados qualitativos relevantes para a concepção dos planos de manutenção. Por meio de seus conceitos embasados na prevenção da manutenção e gestão antecipada, suportou dados significativos em prol da confiabilidade e manutenibilidade das máquinas.

O TPM Administrativo (*Office*) amparou o progresso dos trabalhos por meio de conceitos de redução de atividades de pouco ou nenhum valor agregado, retrabalhos e perdas por trocas de informações. O *Office* se responsabilizou pela padronização de arquivos e fluxos realmente úteis para o atingimento dos resultados almejados pelo trabalho.

Por fim, o pilar de Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SHE) proporcionou foco às ações de manutenção em alinhamento com questões relacionadas aos comportamentos e condições de trabalho. Todas as operações constituintes dos planos de manutenção passaram por um crivo do SHE, em busca da erradicação de perigos e aspectos relacionados ao cumprimento das legislações ambientais e trabalhistas que vigoram em nosso país.

Sendo assim, a implementação dos planos de manutenção na nova linha da unidade cervejeira favoreceu de maneira abrangente a busca pelo equilíbrio entre a contribuição da manutenção e a rentabilidade empresarial, propiciando maior qualidade e segurança às pessoas e as instalações fabris, maior disponibilidade da

linha de envase, como também menores custos de manutenção e paradas não programadas.

Por ora, recomenda-se que a cervejaria mantenha os esforços voltados à melhoria contínua de seus processos de gestão e produção, potencializando ainda mais os resultados esperados pela organização. Sugere-se ainda que os pontos de melhoria identificados no âmbito desse trabalho sejam tratados a fim de tornar a gestão da manutenção mais robusta dia após dia.

Dentre os pontos identificados, destaca-se a possibilidade de a unidade cervejeira avançar o cadastro dos equipamentos para os níveis de conjunto, subconjunto e componentes de máquinas. Essa melhoria apropriaria a unidade um mapeamento mais efetivo sobre histórico de intervenções de equipamentos, fornecendo dessa maneira dados mais assertivos para a correta tratativa diretamente nos pontos focais.

Também, aconselha-se que as atividades presentes nos planos de manutenção sejam compartilhadas com a operação, via pilar AM, com o intuito de designar um funil de transferência de ações, para evitar sobrecarga dos manutentores e também desenvolver o pessoal de operação.

Em relação as dificuldades encontradas para o desenvolvimento do trabalho, cita-se o grande volume de informações e pessoas envolvidas na construção da base de dados, tornando o processo complexo e por vezes burocrático. Outro ponto se dá pela necessidade de transpor as informações de meios físicos (documentos e manuais em papel) para o meio digital (sistema ERP), demandando tempo e cuidados especiais para que a qualidade dos dados seja satisfatória.

Finalmente, propõe-se para trabalhos futuros a mensuração da efetividade dos planos de manutenção através do desenvolvimento de indicadores, a citar: Eficácia Geral do Equipamento (OEE), Eficiência Global e Tempo de Indisponibilidade de Linha. Tais indicadores auxiliam em prol da melhoria contínua dos processos de gestão da manutenção, potencializando os objetivos das unidades produtivas.

REFERÊNCIAS

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

ARATO, A. **Manutenção preditiva usando análise de vibrações**. Barueri, 2004. SP: Manole, p. 6.

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

BRITO, J. N.; LIMA, P. F. R.; PORTES, D. F. **Sistema de informação e gestão da manutenção de equipamentos industriais - SIGM**. Congresso Brasileiro de Manutenção, Anais 2005. Belo Horizonte, 2005.

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

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

CEPPLI, Jader Cesar. **Utilização do SAP para Planejamento da Manutenção Preventiva**. 2014. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro Universitário - Católica de Santa Catarina. Jaraguá do Sul, 2014.

CERVBRASIL. **Anuário 2016**. 2016. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/ANUARIO_CB_2015_WEB.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão Estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. 104 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013.

COSTA, Sérgio Francisco. **Método científico: os caminhos da investigação**. São Paulo: Harbra, 2001.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento**. Tempo Brasileiro. Rio de Janeiro, 1996.

FOGLIATTO, Flavio Sanson; RIBEIRO, Jose Luis Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Campus, 2009.

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

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

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo: v.35, n.2, p. 57-63, abril 1995.

GUSMÃO, C. A. **Índices de desempenho da manutenção - Um enfoque prático**. 2017. Disponível em: <<http://www.datastream.net/latinamerica/mm/articulos/default.asp>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

GUTTMAN, Misael. **Plano de Manutenção de Máquinas e Equipamentos**. 2018. Disponível em: <<https://www.zielengenharia.com>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

JIPM. Japan Institute of Plant Maintenance Solutions Company Limited. **JIPM-S**. Disponível em: <<http://www.tpm.jipms.jp/>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

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

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 2ª edição - Editor de Desenvolvimento Gerencial; 2003.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª edição - Editor de Desenvolvimento Gerencial; 2009.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos.** 2001.

LAMBERT, Douglas M.; STOCK, James R. **Administração Estratégica da Logística.** São Paulo: Vantine Consultoria, 2009.

McKAY, J.; MARSHALL, P. **The Dual Imperatives of Action Research.** Information Technology & People, v. 14, n. 1, p. 46-59, 2001.

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

MORTELARI, D.; SIQUEIRA, K.; PIZZATI, N. **O RCM na quarta geração da manutenção de ativos.** São Paulo: RG Editores, 2011.

NETTO, Wady Abrahão Cury. **A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias.** 2008. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2008.

NUNES, E. N; VALLADARES, A. **Gestão da Manutenção com Estratégia na Instalação de unidades Geradoras de Energia Elétrica.** Disponível em: <www.fae.edu/publicacoes/pdf/art_cie/art_20.pdf> Acesso em: 10 nov. 2017.

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

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

PALMER, Richard. **Maintenance work order planning.** In HIGGINS, Lindley R.; MOBLEY, R. Keith, eds. - Maintenance engineering handbook. 6ª ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2002.

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

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

PIRES NETO, V.; KITZBERGER, J.; DUCLOS, L.; FRAZZON, E.; **Estudo da Integração do BSC e TPM para a Gestão do Processo de Manutenção Industrial em uma Empresa de Galvanização**. ENEGEP, 32, 2012, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.

RESENDE, André Alves de; DIAS, Lucas Ponsoni. **Manutenção Produtiva Total (TPM): Considerações sobre casos de sucesso**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 34, 2014. Curitiba: ENEGEP, 2014. p. 1 - 17. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_105_24987.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2017.

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

RIBEIRO, Guilherme Luís Mello; PAES, Rafael Lipinski; NETO, Francisco José Kliemann. **Aplicação da metodologia OEE para análise do processo de descobertura de carvão mineral em uma mina a céu aberto**. 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_743_16204.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

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

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

SHINOTSUKA S. **TPM Encyclopedia**. Material distribuído pela JIPM. Cali, Colômbia, 2001.

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

SLACK, S. Chambers, R. Johnston. **Administração da Produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SOUZA, Manuela Soares de. **A Importância do Planejamento e Controle da Manutenção**: um estudo na Afla indústria de bebidas. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira, Lagarto, v. 7, n. 5, p.1-22, set. 2012. Disponível em: <http://fjav.com.br/revista/Downloads/edicao07/A_importancia_do_planejamento_e_controle_da_manutencao_estudo_na_afla.pdf>. Acesso em: 31 out. 2017.

SOUZA, Valdir Cardoso de. **Organização e gerência da manutenção**. São Paulo: All Print, 2007.

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

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

TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Novo Polo, 2000.

TONDATO, R. **Manutenção produtiva total**: estudo de caso na indústria gráfica. Porto Alegre: Ufrgs, 2004.

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

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

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

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Werkema, 2006.