UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA - FEMEC
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

ARTHUR ALVES FARAH

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS QUÍMICOS

UBERLÂNDIA
21 DE NOVEMBRO DE 2017

ARTHUR ALVES FARAH

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Mecânica, FEMEC, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Zuquete Guarato

UBERLÂNDIA

21 DE NOVEMBRO DE 2017

ARTHUR ALVES FARAH

Implantação de um sistema de planejamento e controle da manutenção em uma indústria de produtos químicos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Mecânica, FEMEC, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Banca de Avaliação:

_____

Prof. Dr. Alexandre Zuquete Guarato

FEMEC/UFU

_____

Prof. Dr. Arthur Heleno Pontes Antunes

FEMEC/UFU

_____

Prof. Dr. Márcio Peres de Souza

FEMEC/UFU

Uberlândia – MG, 21 de novembro de 2017

A meu filho, Bernardo, e aos meus pais,
José Reinaldo e Maria Aparecida

“Um bom processo é aquele que
dificulta o erro e facilita o sucesso. “

AGRADECIMENTOS

A minha família, amigos e a todas as pessoas que me apoiaram nesta fase da minha vida.
Ao meu orientador que com paciência e competência me apoiou até a conclusão deste trabalho.
A Universidade Federal de Uberlândia que me proporcionou uma excelente graduação e me capacitou como um engenheiro mecânico.
A empresa que me acolheu e disponibilizou informações cruciais para a realização do projeto.
E principalmente a meus momentos de dúvidas que me fizeram procurar respostas e assim entender melhor meus objetivos e sonhos.

RESUMO

A manutenção industrial é um setor primordial para a produtividade de uma empresa. Tendo a produção como seu principal cliente, a manutenção deve realizar serviços eficazes e contribuir assim com a meta da organização. Para auxiliar a manutenção em suas atividades existem os sistemas de planejamento e controle da manutenção. Estes são utilizados pelo PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) como ferramenta e contribuem para melhorias gerenciais e operacionais do setor. Este trabalho apresenta a criação e implantação de um sistema de planejamento e controle da manutenção em uma indústria de produtos químicos de Uberlândia. Por meio de observações e reuniões foram levantadas as necessidades do setor e decidido o objetivo da implantação. Este, junto com a teoria estudada serviu como base para a criação do sistema. Desenvolvido em Excel, o sistema possui funções que auxiliaram nas atividades chaves do PCM. Com isso, foi possível registrar as intervenções e compras do setor, e por meio de dados realizar um estudo dos resultados obtidos. O sistema trouxe para o setor um maior controle de suas atividades, uma melhor visão de sua situação, uma comunicação mais eficiente, além da padronização das atividades do PCM e registros de informações para geração de gráficos e relatórios para análise gerencial. Mesmo com algumas dificuldades encontradas durante o projeto as respostas encontradas foram satisfatórias. Este trabalho foi o início de uma mudança de cultura da empresa com relação a sua atividade de manutenção. Para finalizar, foram propostos temas para a continuação das melhorias conquistadas com a utilização do sistema de planejamento e controle da manutenção.

ABSTRACT

Industrial maintenance is a key department for a company's productivity. With production as its main customer, maintenance must perform effective services and this contribute to the organization's goal. To assist this department in its activities, there are maintenance planning and control systems that are used as a tool and contribute to the managerial and operational improvements of the sector. This paper presents the creation and implementation of a maintenance planning and control system in a chemical industry in Uberlândia. Through observations and meetings, the needs of the sector were raised and the goals of the project were decided. Together with the theory studied, the results were essence and base to creation of the system. Developed in Excel, the system has functions that aided the sector in its key activities. Therefore, it was possible to register the interventions and purchases of the sector, and through the data collected made a study of the results obtained. The system brought to the sector better control of its activities, a greater vision of its situation, a more efficient communication, besides the standardization of the activities and records of information for graphs and reports creation for managerial analysis. Even with some difficulties encountered during the project the answers were satisfactory. This work landmarked the beginning of a culture change inside the company in relation to its maintenance activity. For the continuity of this work, themes were proposed for future projects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desempenho da Manutenção x Tipos de Manutenção – Quebras de paradigmas da manutenção 11
Figura 2 – Representação esquemática da Manutenção Centralizada 12
Figura 3 – Representação esquemática da Manutenção Descentralizada 13
Figura 4 - Representação esquemática da Manutenção Mista 13
Figura 5 – Lógica para decisão da Terceirização 14
Figura 6 – Aplicação do ciclo PDCA para atingir melhorias 17
Figura 7 – Diagrama do fluxo de atividades e dados do PCM 22
Figura 8 – Relação entre os principais termos da Gestão de Ativos 32
Figura 9 – Criação da NBR ISO 5500X 34
Figura 10 – Tipos de Manutenção adotados - Indústria Química 37
Figura 11 – Organização da Manutenção – Indústria Química 37
Figura 12 – Qualificação da mão de obra da Manutenção – Indústria Química 38
Figura 13 – Custos da Manutenção – Indústria Química 39
Figura 14 – Grupo de processos de Gerenciamento de Projetos 42
Figura 15 – Entregas e tarefas do projeto de implantação do Sistema de Manutenção (EAP) 44
Figura 16 – Antes e depois da organização do almoxarifado da Manutenção 45
Figura 17 – Processos de Operação da Produção 47
Figura 18 – Método de codificação dos ativos 48
Figura 19 – Exemplo de etiqueta de identificação dos ativos 49
Figura 20 – Mapeamento dos setores e ativos centrais da Produção 50
Figura 21 – Mapeamento do setor 1 da Produção 50
Figura 22 – Painel inicial do Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção 57
Figura 23 – Diagrama de fluxo dos pedidos de compra da Manutenção 58
Figura 24 – Planilha *Dashboard* 60
Figura 25 – Diagrama de fluxo dos pedidos de compras adotado com o Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção 61
Figura 26 – Planilha Pedidos de Compras 62
Figura 27 – Planilha de Ordens de Serviço para manutenção corretiva imprevista 63
Figura 28 – Diagrama das Ordens de Serviço de manutenção corretiva 63
Figura 29 – Gráficos da solicitações diárias de manutenção corretivas e pedidos de compras 65

Figura 30 – Indicador de desempenho Tempo Médio para Reparo (MTTR) 65
Figura 31 – Gráfico de manutenção corretiva por preventiva 66
Figura 32 – Gráficos da quantidade de Ordens de Serviço de manutenção corretiva por setor 67
Figura 33 – Gráfico do tempo total de manutenção de ativos por setor 68
Figura 34 – Gráfico do MTTR dos ativos centrais da Produção 68
Figura 35 – Gráfico do tempo médio da ação por mantenedor.....70
Figura 36 – Gráfico do tempo médio para *Setup* 71
Figura 37 – Gráfico dos custos da Manutenção.....72
Figura 38 – Gráfico das compras por tipo de material.....72
Figura 39 – Nova organização da Manutenção.....73
Figura 40 – Crescimento dos registros de manutenção 75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores e Setores do Documento Nacional 2017 (ABRAMAN) 36
Tabela 2 – Indicadores de Desempenho – Disponibilidade e Custo na Indústria Química.....39
Tabela 3 – Colaboradores e suas funções - Manutenção 55
Tabela 4 – Atividades chaves do PCM 56

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Produtividade 15
Equação 2 – Mantenabilidade 24
Equação 3 – Confiabilidade 25
Equação 4 – MTTR 26
Equação 5 – MTBF 27
Equação 6 – Disponibilidade 27
Equação 7 – Backlog 28
Equação 8 – CMFT 29
Equação 9 – CMRP 29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
1.1 Justificativa 3
1.2 Objetivo 3
2 A EMPRESA 3
2.1 O Setor de Manutenção 4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5
3.1 Tipos de Manutenção 7
3.1.1 Manutenção Corretiva 7
3.1.2 Manutenção Preventiva 8
3.1.3 Manutenção Preditiva 9
3.1.4 Engenharia da manutenção 10
3.2 Organização da Manutenção 11
3.3 Manutenção e Qualidade 14
3.3.1 Gestão da Qualidade Total e Manutenção 15
3.3.2 O Ciclo PDCA 16
3.3.3 *Housekepping* (5S) 18
3.3.4 Manutenção Produtiva Total (TPM) 19
4 FUNÇÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO 20
4.1 Planejamento e Controle da Manutenção 21
4.2 Indicadores da Manutenção 23
4.2.1 Mantenabilidade 24
4.2.2 Confiabilidade 25
4.2.3 Tempo Médio pra Reparos – MTTR 26
4.2.4 Tempo Médio entre Falhas – MTBF 26
4.2.5 Disponibilidade 27
4.2.6 Backlog 28
4.2.7 Custo de Manutenção por Faturamento 28
4.2.8 Custo de Manutenção por Reposição 29
4.3 Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção 30
5 GESTÃO DE ATIVOS NO BRASIL 32
5.1 Norma ISO 55.000 33
5.2 Documento Nacional da Manutenção 34
5.3 Cenário Brasileiro – Indústria Química 35
6 O PROJETO 40
6.1 Diretrizes do Projeto 41
6.2 Planejamento da Implantação 41
6.3 Organização da Manutenção 44
6.3.1 Utilização 44
6.3.2 Ordenação 45
6.3.3 Limpeza 45
6.3.4 Saúde 46
6.3.5 Autodisciplina 46
6.4 Controle – Codificação e Mapeamento 46
6.5 Desenvolvimento do Sistema 50
6.5.1 Progman 51
6.5.2 Excel 54

6.6 Aplicação do Sistema 60
6.7 Análise de Dados 64
6.8 Resultados 73
6.9 Sugestões para Continuidade 76
7 CONCLUSÃO 77
8 REFERÊNCIAS 78

1 INTRODUÇÃO

A adoção a sistemas de gestão que proporcionem a otimização da utilização de recursos dentro do processo produtivo é cada vez mais necessário para a sobrevivência das empresas em um ambiente de competição e no mundo globalizado da economia mundial. Em uma economia globalizada onde a principal forma de se manter uma empresa no mercado é a manutenção da competividade, faz-se necessário aplicar técnicas que permitam a empresa a agregar valores de maneira integrada em todo o seu processo de trabalho. Com isso, ela fica mais próxima dos anseios dos seus consumidores e com vantagens competitivas no mercado.

Uma organização tem como principal objetivo servir a sociedade de uma forma honesta. Em uma indústria competitiva, seja ela de qualquer segmento, é necessário produzir com a melhor qualidade possível a um baixo custo. Hoje vivemos em uma sociedade com consumidores cada vez mais exigentes e conscientes. Assuntos como meio ambiente e segurança não podem ser deixados em segundo plano em um sistema produtivo. Eis o grande desafio da indústria moderna, encontrar o equilíbrio entre produtividade, qualidade e custo tendo como obrigação respeitar normas de segurança e ambientais.

Na procura de sobrevivência e desenvolvimento, uma empresa deve focar na satisfação de seus consumidores e funcionários e contribuir para o bem social. A “dimensão cliente” não aborda somente o cliente externo, que são os consumidores. Em uma empresa, a maioria das pessoas envolvidas não entram em contato com o cliente final. Elas trabalham para um cliente interno, ou seja, para que o fluxo empresarial ocorra de forma contínua. Encontra-se assim o termo “parceiro interno” que tem como princípio o fato de todas as pessoas de uma empresa trabalharem juntos e em harmonia em prol do cliente externo. Este dita as exigências que devem ser consideradas pelo interno, assim, os setores de uma empresa têm necessidades a serem supridas para que satisfaça tais exigências. Interligar as parcerias internas ao cliente externo e seus desejos proporciona à empresa a geração de produtos e serviços com melhor aceitação no mercado.

Considerando esta premissa, encontra-se na relação atendimento do cliente interno e suas parcerias como um dos principais pilares para aumentar a produtividade com qualidade. O setor de manutenção é um ativo importante dentro dessa parceria. Ele está envolvido diretamente, e indiretamente, com todos os outros setores da empresa. Assim, um bom serviço prestado pela manutenção traz benefícios à toda organização e a ajuda a tornar-se competitiva dentro de um mercado rigoroso.

O meio de gestão da manutenção vem passando por mudanças rápidas e profundas. As atividades delegadas ao setor estão sendo repensadas para melhorar a eficácia das intervenções. Cada vez mais, o setor manutenção vem sendo inserido no contexto estratégico da empresa. De acordo com Kardec e Nascif (2007), essa mudança da manutenção está associada ao rápido aumento do número e diversidade de itens físicos que devem ser mantidos, a projetos cada vez mais complexos, as novas técnicas e ferramentas de manutenção e principalmente a nova visão, foco e responsabilidades da manutenção. Através do melhor conhecimento da organização, é necessário desenvolver uma gestão que vise mudanças para uma manutenção atual e moderna. A gestão de pessoas e ativos da manutenção é um desafio que precisa ser vencido dentro do setor. Para isso a manutenção deve conhecer bem suas tarefas, a demanda da produção, os desejos da qualidade e a missão e finalidades da organização.

O objetivo principal da manutenção é atuar para atender o cliente interno, produção. Contribuir para que os processos produtivos tenham cada vez mais disponibilidade e confiabilidade de seus equipamentos e instalações. Xenos (2004) define processo como sendo um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos. Assim, sempre que encontrarmos relações de causas e efeitos teremos processos. Cabe a organização exercer o gerenciamento das causas e efeitos de seu processo produtivo. Estabelecer meios de controle e verificação sobre as ações para garantir o produto desejado. Com isso vem a necessidade de se ter um planejamento estratégico da manutenção. De acordo com Kardec e Nascif (2007), a atividade de manutenção deve "pensar e agir estrategicamente" para que ela se integre de maneira eficaz ao processo produtivo e assim, possa contribuir para que a organização encontre sua excelência empresarial.

Para auxiliar o gerenciamento dos ativos e atividades e otimizar os recursos da manutenção, atualmente se utiliza sistemas de controle e planejamento da manutenção. Eles harmonizam os processos que interagem com a manutenção. Esse tipo de sistema trabalha com um conjunto de atividades que permite: gerir os recursos disponíveis; controlar, planejar, coordenar as intervenções da manutenção; registrar e analisar dados de maneira qualitativa e quantitativa; e integrar a manutenção com os outros setores da organização através do compartilhamento de informações e padronização dos processos. Tem-se no planejamento e controle um aliado para criar, acompanhar e verificar estratégias ajudando assim, a alcançar as melhorias desejadas.

1.1 Justificativa

A desatualização do setor de manutenção fez com que seus serviços prestados não acompanhassem objetivos da empresa em questão. Durante anos de investimentos em inovação e produção, a manutenção se tornou uma atividade secundária nas ações da administração, sendo enxergada muitas vezes como um problema. Mas com o crescimento da empresa, a necessidade de reformar o setor de manutenção para que esse acompanhe a dinâmica da produção, investimentos na fábrica e informatização industrial, se tornou cada vez mais evidente. Este trabalho se apoia nesta necessidade, e busca por meio de melhorias na gestão da manutenção incentivar uma "cultura de mudanças" e tornar a manutenção uma geradora de soluções.

1.2 Objetivo

Atualmente existem vários conceitos e ferramentas para auxiliar no planejamento e controle de manutenção. E encontrar a melhor forma de gerir ativos é um desafio que precisa ser vencido pelo setor. Este trabalho tem como objetivo geral apresentar à administração uma forma de gestão da manutenção que seja aplicável à realidade da empresa abordada.

Visando o resultado desejado, é preciso buscar meios de ação que sejam eficientes. Programas de gestão são ferramentas essenciais para gerir recursos e atividades. A proposta desta pesquisa é criar um projeto de melhoria de gestão da manutenção baseado na implantação de um Sistema de Planejamento e Controle de Manutenção, informatizando o setor e trazendo a possibilidade de desenvolvimento por meio de análise de dados e processos.

2 A EMPRESA

A empresa em estudo é uma indústria do setor de produtos químicos. Fundada em 1987, tem sua planta localizada na cidade de Uberlândia, Minas Gerais. Trabalha com soluções em limpeza, produzindo para diversos meios. Tem a missão de criar e fabricar produtos que tenham uma ação eficiente e assim conquistar reconhecimento dentro do setor através da satisfação do consumidor final.

O início das atividades se deu com o desenvolvimento e produção de produtos para limpeza automotiva. Com criações inovadoras conquistou mercados, e hoje fabrica desde de produtos

voltados para higienização de laticínios a limpeza de residências. Com uma diversidade de aproximadamente 1000 produtos, produzir com qualidade precisa de dedicação e uma boa administração. A estrutura é composta basicamente pelos setores de produção, desenvolvimento, qualidade, manutenção, logística, recursos humanos, marketing e comercial.

Durante os 30 anos de existência a empresa cresceu e hoje está entre as grandes do setor brasileiro. Presente em grande parte do território brasileiro, já alcança também outros países. Obstáculos foram superados, porém, estes nunca terminam. Com uma filosofia de trabalho inovadora, buscando sempre excelentes matérias primas e meios de produção, é preciso se preocupar com a otimização dos processos de fabricação. O setor de manutenção está presente ativamente nestes processos, sendo uma peça fundamental para manter o bom funcionamento e aplicar melhorias.

2.1 O Setor de Manutenção

Tendo a produção como seu principal cliente interno, o setor de manutenção tem a atividade central de atender a fabricação dos produtos. Tendo uma divisão hierárquica vertical de trabalho, é composta por um gerente de manutenção, um supervisor, técnicos de manutenção mecânica, técnicos em manutenção elétrica e automação, e um auxiliar administrativo. Além de soldadores e pintores que cuidam da parte estrutural e contribuem quando necessário nas intervenções fabris. Todos respondem ao gerente de produção, que é o responsável por manter a fabricação em pleno funcionamento.

A manutenção é feita em sua grande maioria de forma corretiva. Ocorrem os chamados e os mantenedores procuram atender de maneira eficiente. Porém a falta de controle de recursos e sistemáticas de ações acarretam serviços de qualidade inferior à esperada. Com a maioria das intervenções sendo feitas depois da quebra, os custos são descontrolados e os tempos de paradas da produção elevados.

Os ativos que mais geram serviços são os pertencentes ao fluxograma produtivo. Estes incluem desde troca de válvulas de esferas até correção de programas de automação. Por trabalhar com produtos químicos, a falha se torna mais imprevisível. Neste caso a experiência se torna muito importante e esta é respeitada no setor.

A equipe de gestores optou pela a terceirização de muitos serviços. O primeiro deles é feito de forma indireta pelo setor de compras da empresa. Por se tratar de um departamento separado, a burocracia para a compra de materiais se torna maior, porem necessária. Os outros

tipos de prestação de serviços são feitos por empresas especializadas em sistemas elétricos, construção civil, usinagem e automação. A terceirização é responsável por uma grande parte do orçamento do setor, e por enquanto ainda não tem estudos de viabilidade de sua substituição.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por mais que a manutenção de ativos vem sendo realizada há anos, ela ainda pode ser considerada como um problema dentro das organizações. Ideias incorretas e formas equivocadas de pensar as atividades de manutenção acabam gerando um mal-entendido entre os setores da empresa. Os próprios profissionais de manutenção podem não conhecer a essência do serviço prestados por eles, o que pode trazer prejuízos com práticas de manutenção inadequadas. Existe a real necessidade de deixar claro os princípios e objetivos dos conceitos que envolvem as atividades de manutenção para alinhar o pensamento do setor de manutenção com os outros setores, evitando uma visão ultrapassada de "mal necessário" (Xenos, 2004).

Segundo Tavares (1987), a história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade. Esses estágios de evolução históricos ocorreram com a missão de reduzir custos e aumentar a confiabilidade e disponibilidade de equipamentos. Para Kardec e Nascif (2007), a evolução da manutenção é acompanhada pela implantação de uma "cultura de mudanças", que muda os paradigmas da manutenção, deixando está de ser apenas eficiente para se tornar eficaz. No passado, uma boa manutenção era aquela que realizava um bom reparo no menor tempo possível. O pensamento moderno é o de que o objetivo só estará sendo cumprido quando não existir a necessidade de reparo.

A visão sobre as atividades de manutenção deixou de ser limitada somente ao "manter". Como dito, as necessidades de desenvolver a produção e custo levou a otimização das atividades de manutenção. Melhorias para aumento da produtividade também é de responsabilidade da manutenção. Xenos (2004) divide a atividade de manutenção em dois tipos: atividades de manutenção e de melhoria. A primeira visa manter ou restabelecer as condições originais de desempenho do equipamento, sendo esse o conceito mais conhecido e abordado da manutenção. Já as atividades de melhoria visam otimizar o desempenho e confiabilidade do equipamento através de modificações no projeto original e soluções de falhas crônicas, trazendo mais qualidade ao produto e aumento da produtividade.

Essa grande mudança no modo de pensar a manutenção acabou levando a inexistência de um padrão universal da caracterização do termo. Porém, pode-se afirmar que houve alterações

importantes no conceito de manutenção, e que essas acompanharam a mudança de paradigma já citada. A norma TB – 116, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 1965 definia manutenção como sendo "*todas as alterações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada"*. Em 1994, essa definição foi substituída para *"a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida"* (ABNT – Norma 5462, 1994). Essa mudança traz o fator humano e estratégico como fundamentais para manter a função dos equipamentos.

De acordo com Kardec e Nascif (2007), a missão da manutenção é *"garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequados"*. Esse conceito está associado ao fato da manutenção ser uma parte importante da produção. Aborda fatores que hoje são essenciais para um bom desempenho industrial da empresa. Slack (2009) fala sobre o conceito acima trazendo os benefícios de uma boa manutenção para o setor de produção. Entre eles estão confiabilidade aumentada, melhor segurança, qualidade superior do produto final, custo de operação mais baixos e tempo de vida mais longo com menor desvalorização dos ativos. Além é claro, da preocupação com o meio ambiente que está sendo cobrada com mais exigência por autoridades e consumidores.

A manutenção pode ser dividida em diferentes meios de intervir no equipamento. Cada maneira de intervenção recebe uma denominação. Entre as mais adotadas pela indústria estão: manutenção corretiva, preventiva, preditiva e engenharia da manutenção. A empresa deve adotar as terminologias mais adequadas para ela e divulga-las internamente para evitar distorções de conceitos. Para Otani e Machado (2008) nenhuma modalidade substitui a outra, mas quando associadas podem trazer resultados positivos em termos de performance geral. É importante entender o tipo de manutenção mais adequada para cada organização, afim de garantir a otimização de processos, melhorando assim os lucros e aumentando as possibilidades de crescimento e sobrevivência no mercado.

3.1 Tipos de Manutenção

3.1.1 Manutenção Corretiva

Segundo Tavares (1987), antes da primeira guerra mundial, a manutenção era vista como uma atividade secundária nas organizações. Não havia muitas intervenções, e o aumento das mesmas em complexidade e quantidade ocorreu à medida que se desenvolviam os sistemas de produção em série. Assim, com a produção voltada a produtividade total, foi necessário estabelecer equipes voltadas a corrigir as falhas das máquinas. Essas equipes eram totalmente subordinadas a operação e tinham o objetivo de executar a manutenção. A manutenção era completamente corretiva, e meios de prever e evitar ainda não eram conhecidos ou colocados em prática. Hoje esses meios são conhecidos, porém a manutenção corretiva ainda faz parte da realidade das empresas.

A norma 5462 da ABNT (1994) traz a manutenção corretiva como uma atividade que visa recolocar um item em suas funções originais depois de uma falha. Assim, ela atua para corrigir um desempenho menor que o esperado ou uma pane. Para Ferreira (1998), este tipo de manutenção é um meio de intervenção imediata necessária para evitar consequências maiores aos equipamentos produtivos, a segurança do trabalhador e ao meio ambiente.

A manutenção corretiva pode ser dívida em dois tipos: manutenção corretiva não planejada e planejada. Os dois tipos de intervenção agem de maneira aleatória, porém, na planejada a intervenção é esperada. Kardec e Nascif (2007) diz que a manutenção corretiva sem planejamento implica em maiores custos, pois traz grandes perdas de produção e maiores danos aos equipamentos. Uma falha não esperada ou um mal desempenho não acompanhado de um componente importante do equipamento pode desencadear futuros defeitos. A manutenção corretiva planejada é baseada na decisão de deixar o ativo funcionar até a pane. Traz o planejamento como forma de prever e se preparar para uma falha. Assim, tende a ficar mais barata, segura e rápida se comparada a não planejada.

A decisão de se adotar uma manutenção corretiva planejada deve vir da gerência. A qualidade do planejamento de serviço advém de um conhecimento prévio do funcionamento e componentes do equipamento. Informações dos fabricantes são de extrema importância para o acompanhamento do equipamento. Estas relacionadas as solicitações e ao meio de produção podem dar a equipe de manutenção a previsão de quando irão falhar e como essas interferirão no processo. Quanto maior é a interferência das falhas na produtividade, no custo e na segurança

pessoal e operacional, maiores devem ser os cuidados para a escolha da manutenção corretiva planejada.

3.1.2 Manutenção Preventiva

Na aviação, as consequências de falha de um avião em serviço são consideravelmente muito sérias. Assim, depois de determinado número de horas de voo o avião passa por uma manutenção preventiva. Este meio de intervenção visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falha através de manutenção em intervalos determinados. Ou seja, evitar se torna mais importante que corrigir.

A manutenção preventiva surge com a preocupação de preservar o equipamento para boas condições de funcionamento. Tavares (1999) traz que essa preocupação se iniciou no período entre a Segunda Guerra Mundial e os anos 60, onde nas organizações, a alta administração da manutenção começou a enxergar que a falha aleatória poderia ser impedida através de atividades rotineiras de manutenção. A equipe de manutenção se tornou responsável por planejar e executar atividades para a prevenção de falhas. Essas atividades foram adicionadas ao quadro geral de manutenção, aumentando a complexidade das funções e exigindo mais conhecimento da equipe (Otani e Machado, 2008).

Para a criação de um plano de manutenção preventiva eficaz é preciso levantar informações do fabricante sobre o equipamento. Variáveis importantes de um componente, como vida útil de um rolamento, na maioria das vezes são conhecidas por quem o produziu. Porém, deve ser levado em consideração as condições operacionais e ambientais do equipamento. Elas influem de maneira significativa na expectativa de degradação do equipamento, podendo adiantar ou prorrogar uma falha. Para Xavier e Dorigo (2005) uma boa ação preventiva depende da determinação correta dos intervalos de tempo para a manutenção. Quanto maior a quantidade de dados mais coeso será o plano de ação preventivo.

A manutenção preventiva é uma atividade que envolve planejamento, tornando-se assim, mais atrativa que a corretiva imprevista. Ela traz a possibilidade de gerenciamento da ação e de previsibilidade de consumo de sobressalentes. A desvantagem é que o equipamento não pode ser usado produtivamente enquanto a preventiva é realizada. Isto aumenta o custo de produção pelo aumento do tempo de parada. Concluindo, a manutenção preventiva será mais conveniente quanto melhor for a manutenabilidade do equipamento e maiores forem as

consequências de falhas aleatórias na segurança pessoal e operacional, no custo de manutenção corretiva e no tempo de parada do equipamento (Kardec e Nascif, 2007).

3.1.3 Manutenção Preditiva

Não se pode afirmar que a manutenção preditiva é a evolução da corretiva e preventiva. Porém, para Kardec e Nascif (2007) ela é considerada a primeira quebra de paradigma da manutenção. Foi adotada pela indústria a partir dos anos 70, onde, com desenvolvimento da automação e dos instrumentos de medição tornou-se possível predizer falhas. Enquanto a corretiva age depois da ocorrência da falha e a preventiva estabelece ações em intervalos de tempo pré-definidos, a preditiva baseia-se na análise de dados e parâmetros do equipamento em operação para realizar a manutenção. Para Kardec e Nascif (2007), Otani e Machado (2008) ela proporciona uma operação contínua por mais tempo.

Em um primeiro momento, o custo da manutenção preditiva é mais alto que as demais. Por se utilizar de equipamentos de acompanhamento e medições e mão de obra especializada, o seu custo de implantação pode ser demasiadamente maior. Mas depois de sua adesão, como concluído por Otani e Machado (2008) em sua pesquisa, se realizada de maneira eficiente, pode trazer redução de custos das atividades de manutenção. A preditiva não tem o objetivo de eliminar a manutenção corretiva e preventiva, mas sim diminuir a frequência de ocorrência dessas.

Também conhecida como manutenção baseada na condição (CBM – *Condition Based Maintenance*), é de se imaginar que o equipamento seja o principal foco da manutenção preventiva. Toda a gestão de atividades é voltada para atender as necessidades do equipamento. Assim, para pratica da preditiva, primeiro é preciso verificar se o equipamento permite coleta de dados em funcionamento. Depois, fazer a interligação desses dados com os planos de manutenção propostos para o equipamento. Para então, conseguir fazer a análise do ambiente produtivo e decidir o momento, o tipo de intervenção, quais recursos humanos e matérias serão precisos para a ação e o qual a meta que se deseja obter. Com isso, pode-se afirmar que só é possível ter uma boa manutenção preditiva quando esta está associada a uma gestão de manutenção eficaz.

3.1.4 Engenharia da manutenção

A palavra “Engenharia” está associada a otimização de processos. Com a manutenção não seria diferente. Como combinar os tipos e meios de intervenção, peças e materiais diferentes, analisar dados, desenvolver soluções para falhas e realizar melhorias? A resposta vem através de estudos sobre o ambiente e equipamentos. A engenharia entra no momento em que todas as respostas são comprovadas através de teorias, fatos, dados e cálculos. Aplicada de maneira correta, as chances de erro e de decisões equivocadas diminuem, agregando valor ao serviço prestado pela manutenção. Melhor qualidade de manutenção refletirá menores custos a organização.

Com a evolução do conceito da manutenção e das tecnologias utilizadas, se tornou cada vez mais trabalhoso encontrar a falha. Otani e Machado (2008) traz que esse desenvolvimento tecnológico e o anseio de ações mais pontuais estão ligados as necessidades da indústria no pós Segunda Guerra Mundial em 1950. Se tornou essencial diagnosticar a falha de maneira assertiva, e com isso, muitos serviços demandavam mais tempo de análise que reparo do problema. A engenharia da manutenção então passou a ter duas tarefas principais: analisar causas e efeitos das falhas e de planejar e controlar a manutenção. A segunda engloba a programação de manutenções preventivas, estudo de resultados de manutenções preditivas e coordenação das ações corretivas.

Para Kardec e Nascif (2007) a adoção da engenharia de manutenção é uma quebra de paradigma e só ocorre através da mudança de cultura (figura 1). Ela traz um novo método de trabalho, que é o de padronizar e otimizar processos, realizar projetos de melhoria de manutenabilidade e solucionar problemas de falhas crônicas.

A opinião da engenheira de manutenção deve ser levada em consideração em momentos de decisão do setor de produção. É ela que tem a experiência e o conhecimento relacionado a manutenabilidade dos equipamentos. Além disso, ela deve ser capaz de interferir tecnicamente nas compras. As responsabilidades da engenharia de manutenção não estão limitadas as atividades do departamento de manutenção e produção, elas se expandem para com a qualidade e bem-estar da organização.

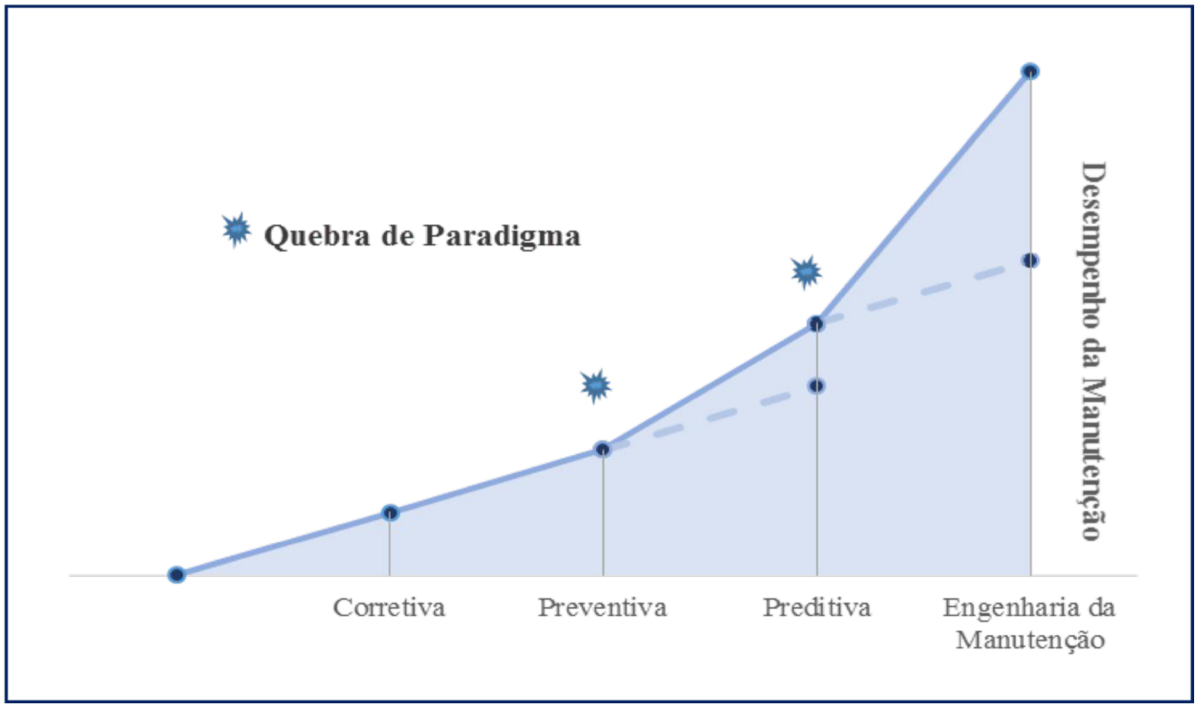


Figura 1 - Desempenho da Manutenção x Tipos de Manutenção – Quebras de paradigmas da manutenção

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2007)

3.2 Organização da Manutenção

Para se conquistar uma eficiência operacional em uma organização é necessário ter bem ajustados os conjuntos de atividades e a estratégia da empresa. A estrutura organizacional se resume em como são divididas, organizadas, coordenadas e geridas as diferentes atividades da organização. Ela deve estar bem formulada para que as decisões sejam tomadas de maneira fluída e assertiva, e assim, contribua com o sucesso dos resultados.

O setor de manutenção e sua diversificação de serviços exige uma estrutura bem definida. Para que as ações de manutenção sejam efetuadas com eficácia é necessário que o setor esteja organizado de modo que todo o potencial dos colaboradores seja aproveitado. Para Branco Filho (2006) é essencial que a manutenção tenha uma estrutura adequada e assim a gerência possa definir metas, objetivos, normas e procedimentos para otimizar seus recursos. O gestor tem como tarefa manter o foco da equipe nos objetivos e mostrar o melhor caminho para alcança-los.

Guzman e Nascif (2003) diz que a estrutura organizacional interna do departamento de manutenção deve ser analisada através dos seguintes parâmetros: agrupamento de funções, interligação entre as unidades agrupadas e o alinhamento. No primeiro, pode-se agrupar as

pessoas de acordo com as funções que exercem, as regiões de atuação ou em subunidades. Essa escolha depende das características da instalação e do grupo de colaboradores. Depois do agrupamento surge a necessidade de integração das unidades e alinhamento dos interesses das pessoas envolvidas. Assim processos podem ser padronizados e aplicados de maneira mais eficiente para cada unidade.

De acordo com Kardec e Nascif (2007) o aspecto estrutural da manutenção pode ser caracterizado pelo porte da empresa e tipo de serviços, e assim, dividido pela sua forma de atuação. As formas de atuação citadas por ele são:

- Manutenção centralizada: todas as operações de manutenção são planejadas e dirigidas de um único departamento. Possui todos seus recursos centralizados em um único local tendo um menor investimento em ferramental e uma equipe mais enxuta. Adequada para pequenas empresas, facilita a disseminação de conhecimentos, proporciona maior controle por parte dos supervisores e compartilhamento de procedimentos padrões que facilitam os deslocamentos e ações.

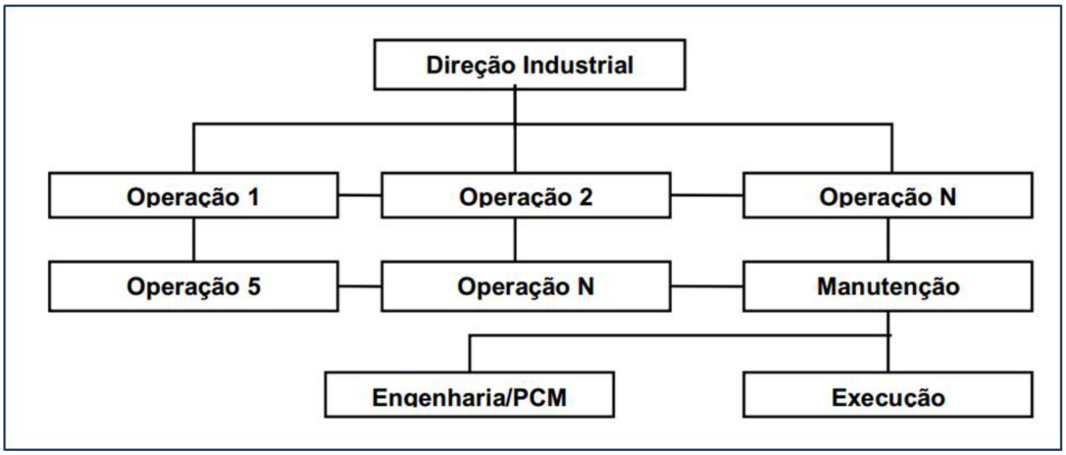


Figura 2 – Representação esquemática da Manutenção Centralizada

Fonte: Souza (2008)

- Manutenção descentralizada: divide a fábrica em áreas ou setores, onde cada grupo de mantenedores fica responsável por um. Está divisão proporciona a equipe um maior conhecimento dos problemas e soluções de sua área. A diversidade dos serviços traz a necessidade de especialistas, o que justifica a descentralização da equipe. A visão de conjunto do departamento deve ser mantida e a descentralização não pode ser motivo para o não compartilhamento de experiências.

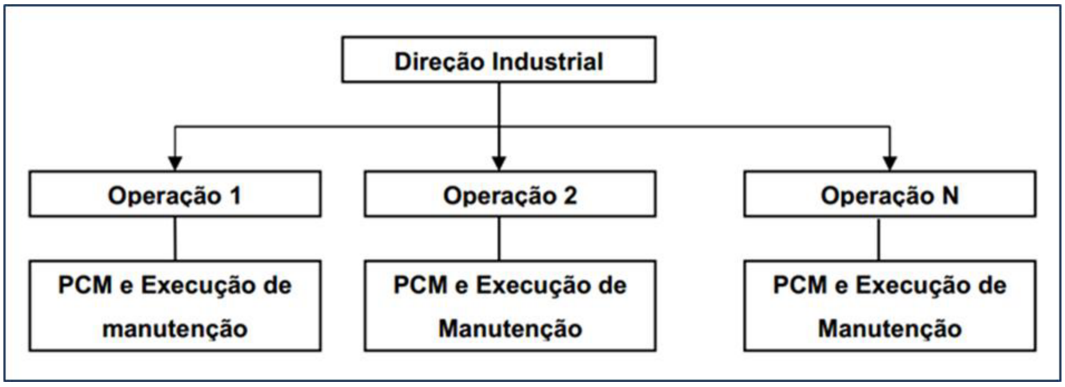


Figura 3 – Representação esquemática da Manutenção Descentralizada

Fonte: Souza (2008)

- Manutenção mista: tem características da centralizada e descentralizada. É a combinação das vantagens dos dois tipos que mais se adequam ao tipo de empresa aplicada.
- Equipes multifuncionais: é normalmente utilizada em empresas com diferentes atividades ou áreas fabris. É caracterizada pela formação de equipes multidisciplinares o que traz uma estrutura mais simples e completa, eliminando níveis de chefia e facilitando a polivalência.

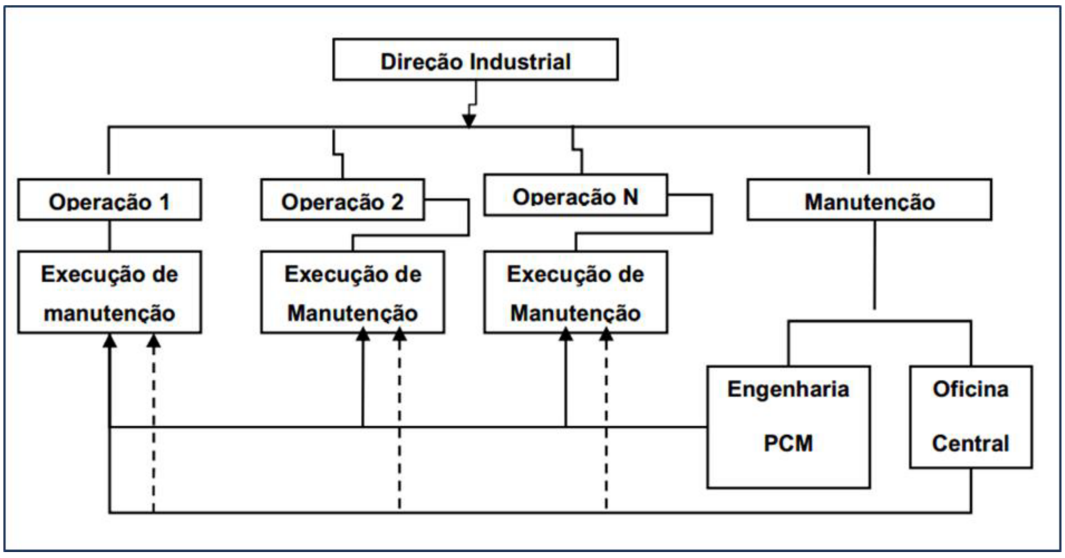


Figura 4 - Representação esquemática da Manutenção Mista

Fonte: Souza (2008)

A terceirização é considerada uma forma de atuação por alguns autores. Hoje a terceirização de serviços é uma tendência mundial, e para a manutenção é uma opção a se considerar. Para Kardec e Nascif (2007) deve-se buscar com a terceirização uma maior especialização, qualidade de serviço, redução dos custos e estoque, e maior tempo para gestão do negócio. Porém, deve-se tomar cuidado ao terceirizar a atividade de manutenção (figura 5). Ela pode gerar dependência de empresas terceiras, redução da especialização própria, maior risco de acidentes de trabalho, além de não dedicação por parte dos terceiros. Assim, é sempre recomendável que os serviços executados por terceiros sejam aplicados de maneira correta e controlados pela manutenção. Da terceirização bem utilizada resulta-se economias favoráveis, rapidez de soluções, alternativas para situações difíceis e garantia de atendimento a grandes volumes de trabalho (Tavares 1999).

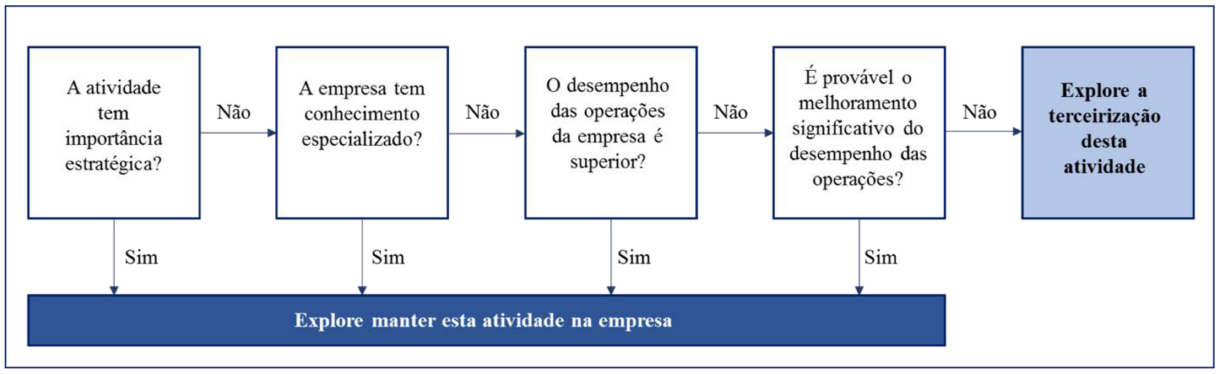


Figura 5 – Lógica para decisão da Terceirização

Fonte: Adaptado de Slack (2009)

3.3 Manutenção e Qualidade

As organizações precisam aplicar esforços para buscar melhorias de forma contínua e atingir competitividade de mercado. O mercado é dinâmico e as empresas devem se adequar a isso. Tais melhorias devem ser baseadas nas necessidades do cliente final. Ele é o maior investidor da empresa, e assim, seus anseios precisam ser considerados no âmbito empresarial como um todo. A manutenção como um agente ativo das condições de produção e bem-estar da organização deve estar alinhada com os outros departamentos, afim de, focar suas ações de intervenção para agregar valor no produto ou serviço final.

Xenos (2004) diz que a capacidade de agregar valor da empresa está completamente associada ao sistema de produção, tendo este o objetivo de alcançar a melhor produtividade

possível. A produtividade será um diferencial se apresentar alto valor de qualidade a baixo custo de operação. A função produtividade é apresentada pela seguinte relação de *input* e *output:*

Equação 1 – Produtividade

$$Produtividade = \frac{Qualidade}{Custos} = \frac{Faturamento}{Custos}$$

Quanto maior for a relação entre faturamento e custos, maior será a qualidade disponível ao produto. Assim, a manutenção deve ser planejada e executada a fim de equilibrar os anseios da produção e administração. A primeira, exige que os equipamentos sejam mantidos em ótimas condições de funcionamento. A segunda exige uma manutenção dentro do orçamento.

O melhoramento contínuo das práticas de manutenção junto com a otimização de seus custos são resultados da utilização da gestão da qualidade como base do processo. A utilização de conceitos, métodos de manutenção na filosofia e processos de trabalho, podem significar ganhos significativos na qualidade da manutenção (Ferreira, 1998).

3.3.1 Gestão da Qualidade Total e Manutenção

A Gestão da Qualidade Total (GQT) é um método de gestão que garante a sobrevivência das empresas através da produção de bens e serviços de boa qualidade que satisfaçam as necessidades das pessoas. Ela alcança os desejos dos clientes através da maximização da confiabilidade dos produtos ou serviços, atendimento aos requisitos propostos, recompensa pelo investimento e isenção do degaste provocado por não conformidades. Para a prática da gestão da qualidade é necessário a participação de todos os departamentos da empresa, pois cada um tem sua responsabilidade sobre como o cliente irá perceber o valor do produto.

A manutenção voltada para a qualidade visa a interferência na condição operativa do equipamento em busca de aumentar a qualidade do produto ou serviço oferecido pela empresa. Para Souza (2008) uma manutenção eficaz significa direcionar a função produção para acertar na primeira vez evitando os transtornos de retrabalhos e desperdícios. Fica claro a presença da manutenção e seus aspectos operacionais e gerenciais no apoio a melhoria da produtividade. Xenos (2004) confirma isso trazendo o sistema de manutenção como parte integrante da GQT que atua diretamente na organização da produção.

A GQT é um sistema de gestão para toda a empresa e a área de manutenção deve estar alinhadas com os objetivos e meta deste sistema. Assim, se torna necessário que a manutenção,

como função estratégica da empresa, relacione ferramentas e técnicas da qualidade com a gestão e atividades de todo o departamento.

3.3.2 O Ciclo PDCA

Um processo ou um produto que não tenha qualidade representa uma oportunidade de melhoria. Encontrar as causas da não qualidade requer primeiro uma análise cuidadosa do problema. Melhorar processos e produtos de forma consistente e contínua necessita de uma boa leitura das condições do problema e aplicação de modelos e ferramentas de melhoria.

A organização é um grande processo que se divide em processos menores. A atividade de manutenção é um desses subprocessos. O gerenciamento destes significa realizar o planejamento, acompanhar a execução, verificar se ocorreu desvios do plano e, quando necessário, fazer as devidas correções (Kardec e Nascif, 2007).

O PDCA, conhecido também por "Ciclo de *Shewhart*" ou "Ciclo de *Deming*", foi introduzido no Japão em 1950. É um modelo de gestão utilizado pelas organizações e tem como principal objetivo alcançar metas. Sendo uma das ferramentas da GQT, ela permite o controle dos processos de uma organização (C. Xavier, 2015).

Xenos (2004) traz o ciclo PDCA como um método universal para conquistar melhorias. Ele é composto por quatro etapas distintas que estão definidas abaixo:

- *Plan*: investiga a situação atual da empresa. Estabelece metas, caminhos a serem seguidos, indicadores para gerenciar os resultados e decisões sobre planos de ação;
- *Do*: implementação do plano de ação que abrange o treinamento da equipe e execução do que foi planejado em vista das decisões estratégicas levantadas;
- *Check*: medição e avaliação do processo, podendo realizar correções necessárias na gestão estratégica;
- *Act*: com as informações dos indicadores e auditorias realizadas, pode-se decidir quais atitudes devem ser tomadas para a correção ou adequação de possíveis desvios ocorridos em relação ao planejamento inicial.

Para estruturar um sistema de manutenção que tenha o objetivo de manter os equipamentos e instalações sempre em condições de operação a um custo global otimizado, precisa-se estabelecer as etapas necessárias dentro do método de gestão PDCA. Na fase de

planejamento define-se claramente os objetivos da manutenção e as metas relativas aos equipamentos através de um plano de manutenção. Na execução é preciso colocar em prática o plano elaborado. Na etapa de verificação é feita a avaliação da eficácia do gerenciamento da manutenção através dos itens de controle. Na ação toma-se medidas a partir dos resultados obtido e indicares desejados (Xenos, 2004). A figura 6 apresenta as fases do PDCA e o fluxo de ações que deve ser seguido para a utilização do ciclo de melhoria.

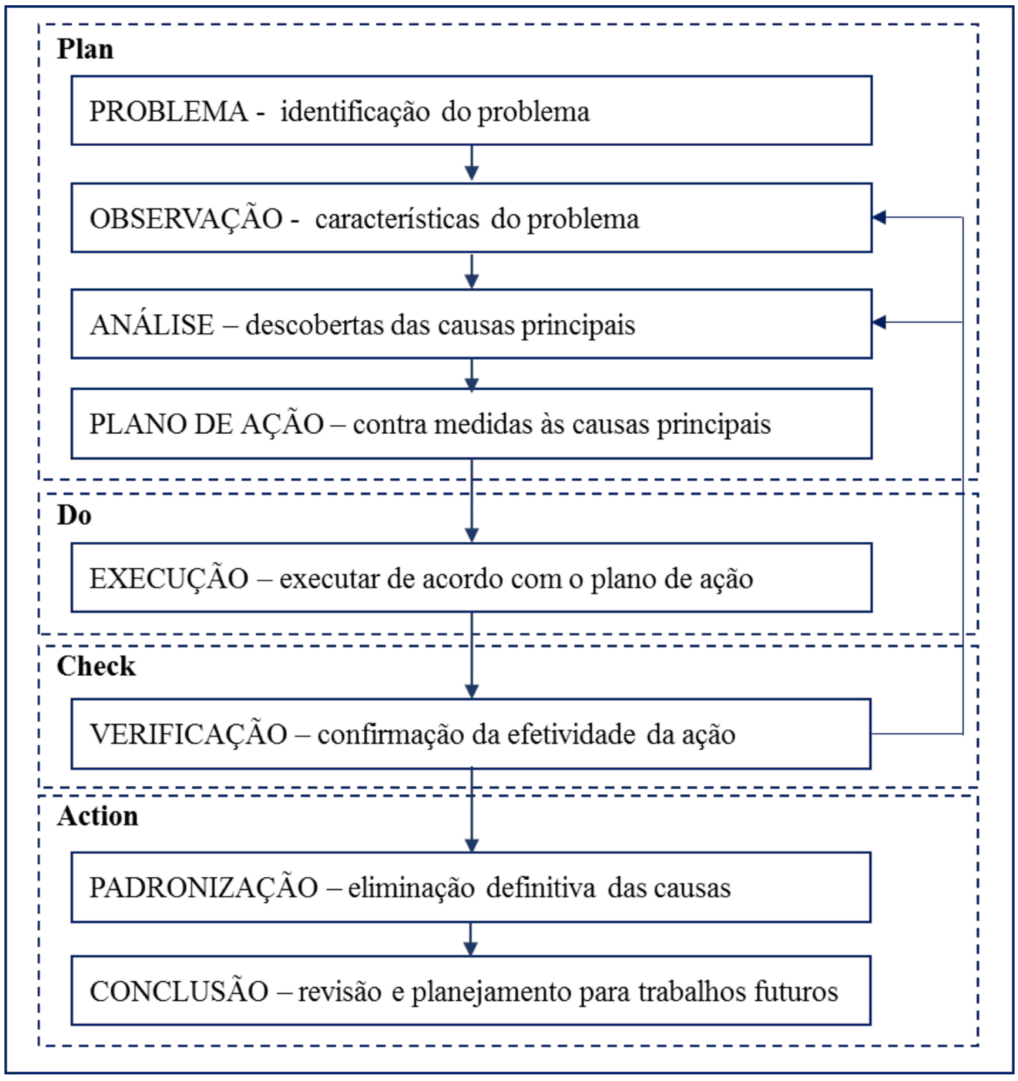


Figura 6 – Aplicação do ciclo PDCA para atingir melhorias

Fonte: Adaptado de Xenos (2004)

É muito comum que as empresas realizem o ciclo PDCA de maneira incompleta, concentrando-se apenas na fase "*Do*", principalmente quando se trata da manutenção e esta ainda tem o pensamento voltado a eficiência. No entanto, deve-se percorrer o ciclo completo para que se atue na causa raiz e busque soluções definitivas para problemas repetitivos.

O PDCA é um método gerencial para a promoção da melhoria contínua e deve ser praticado de forma cíclica para alcançar a qualidade total. Diante disso, deve-se repetir o ciclo PDCA objetivando corrigir as falhas com o intuito de melhorar de forma dinâmica o sistema e a metodologia de trabalho da manutenção.

3.3.3 *Housekepping* (5S)

A ferramenta 5S (*Housekeeping*) surgiu no Japão após a segunda guerra mundial e hoje é aplicada como base para o desenvolvimento da GQT. Ela consiste basicamente em aplicar uma cultura voltada para a organização e utilização do local de trabalho por meio de cinco sensos básicos. Estes são derivados de palavras japonesas que significam os princípios do 5S. Estes estão definidos abaixo:

- *SEIRI* – Senso de utilização, arrumação, organização, seleção;
- *SEITON* – Senso de ordenação, sistematização, classificação;
- *SEISO* – Senso de limpeza, zelo;
- *SEIKETSU* – Senso de asseio, higiene, saúde, integridade;
- *SHITSUKE* – Senso de autodisciplina, educação, compromisso.

Kardec e Nascif (2007) defini o 5S como uma estratégia de potencializar e desenvolver as pessoas para pensarem no bem comum. A utilização do 5S pode promover melhoria da qualidade e produtividade, otimização do ambiente de trabalho, reduzir custos, prevenir acidentes, além de modificar a cultura para uma melhor disciplina, criatividade, senso de equipe e elevação moral do colaborador.

O gerenciamento do 5S apesar de utilizar conceitos relativamente simples, apresenta uma implantação complicada pelo fato de seu objetivo ser mudar a cultura e o comportamento das pessoas para promover a qualidade. Para Kardec e Nascif (2007) a implantação deve partir da alta administração e agregar todos os colaboradores. A prática de implantação mais adotada e que gera melhores resultados segue as seguintes etapas: preparar a organização; treinar e educar no 5S; levantar problemas e encontrar soluções nos 3S; elaborar o plano de ação; acompanhar a implantação e promover o 5S.

O nível de qualidade dos processos da empresa pode ser relacionado com o nível de implementação do 5S. A equipe de manutenção deve ser treinada sob os princípios do 5S e a

introdução dos planos de ação deve estar de acordo com os procedimentos e objetivos propostos pela organização para a gestão da qualidade.

3.3.4 Manutenção Produtiva Total (TPM)

TPM é a sigla de "*Total Productive Maintenance*" (Manutenção Produtiva Total), que é uma técnica desenvolvida no Japão na década de 70 baseada na necessidade de melhorar a qualidade de seus produtos e serviços. Tem como conceito promover um trabalho onde estão sempre unidos, segundo os mesmos objetivos, o homem, a máquina e a empresa. Assim, o trabalho de conservação dos meios de produção passa a ser preocupação de todos, desde a diretoria até o operador do processo (Tavares, 1999).

Considerada como uma ferramenta poderosa para vencer o desafio da produtividade, o TPM é uma técnica de administração da produção que possibilita a garantia de produzir produtos com qualidade, a menores custos e no momento necessário. Tavares (1999) diz que em relação aos equipamentos, implantar o TPM significa promover a revolução junto a linha de produção através da incorporação da "Quebra Zero", "Defeito Zero" e "Acidente Zero".

Em busca da eficácia da empresa, o TPM exige uma maior qualificação das pessoas e otimização dos equipamentos. Com isso, para Kardec e Nascif (2007) deve-se realizar treinamentos com os colaboradores para que estes tenham o seguinte perfil de capacitação:

- Operadores: realizar atividades de manutenção de forma espontânea (limpeza, lubrificação, inspeção, pequenos ajustes e medição);
- Mantenedores: realizar atividades na área da mecatrônica;
- Engenheiros: avaliar, revisar e projetar equipamentos com alta manutenabilidade.

Tavares (1999) considera que o TPM seja capaz de promover melhoramento da equipe, das máquinas e da cultura empresarial. Da equipe através de: mudança de mentalidade, adoção de manutenção espontânea por operadores, capacitação do pessoal de manutenção e estímulo à revisão do projeto de máquinas visando melhorar sua vida útil e sua Mantenabilidade. Das máquinas através de: melhoria da eficiência global, da eficiência técnica e do fator de utilização. Da cultura empresarial através de: eliminação dos tempos de espera, dos resultados econômicos e da criação de um trabalho seguro, agradável e não poluente.

Embora existam especificidades na implementação do TPM, seja em diferentes tipos de indústria ou metas, as características comuns ao processo são usualmente conhecidas como os oito pilares básicos. Estes sustentam a implantação do TPM e são nomeados como: manutenção preventiva; melhorias individuais dos equipamentos; projetos de manutenção preventiva/custo do ciclo de vida; educação e treinamento de novas habilidades; manutenção da qualidade; controle administrativo; cuidado ambiental, segurança e higiene, e finalmente manutenção autônoma (Tavares, 1999).

4 FUNÇÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO

Hoje o tempo é uma variável muito importante dentro das organizações. Realizar operações em menor tempo é uma vantagem competitiva vital de mercado. Para que isso seja possível é preciso evitar erros dentro do processo produtivo. A manutenção e operação são as duas funções mais relevantes dentro deste processo e juntas tem a responsabilidade estratégica de executá-lo com eficácia.

Womack, em 1992, na sua obra "A Máquina que Mudou o Mundo" traz a criação do Sistema de Produção Enxuta, também conhecido como *Lean Manufacturing*, como a segunda revolução da indústria automotiva. Desenvolvido pela Toyota entre 1945 e 1975, esse sistema é uma filosofia de gerenciamento que visa otimizar a organização em função das dimensões do negócio: manufatura, desenvolvimento de produto e serviços, e relacionamento com clientes e fornecedores. O foco é produzir no menor prazo, com a mais alta qualidade possível e integrar todos os colaboradores com o objetivo de satisfazer as necessidades do cliente.

O método de produção deve ser bem realizado a fim de gerar as seguintes vantagens: vantagem de qualidade, de velocidade, de confiabilidade, flexibilidade e custo. Cabe então a manutenção e operação preservar estrategicamente o pleno funcionamento do sistema organizacional produtivo. E para isso é necessário desenvolver um conjunto de processos e funções interligados que tem como propósito coordenar os sistemas organizacionais produtivos e relaciona-los com os demais setores da empresa (Souza, 2008).

Pereira et al. (2015) concluíram que o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é uma das ferramentas mais utilizadas quando se trata de coordenação e integração dos processos produtivos. Ele traz dinamismo ao sistema por determinar a organização de diferentes planos de ação de acordo com as prioridades, e proporcionar o compartilhamento de informações entre os departamentos. Com a utilização do PCP, as áreas que mais se relacionam com a produção

são: finanças, compras, marketing, recursos humanos, almoxarifados, engenharia e manutenção.

Com o propósito de operacionalizar e direcionar o PCP para desenvolver uma estratégia baseada na disponibilidade e confiabilidade dos ativos, a manutenção possui sua própria ferramenta de organização. O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é um dos pilares do PCP e estes devem estar alinhados em prol da estratégia operacional da empresa.

4.1 Planejamento e Controle da Manutenção

Planejamento é a formalização do que se espera que aconteça em determinado momento futuro. É estabelecer com antecedência decisões e ações a serem executadas baseadas em projetos. Um plano não garante que um evento vá acontecer, este é uma declaração de intenção que aconteça. Durante a execução existem variáveis que podem alterar o resultado. Controle é o processo de lidar com essas variações. Intervenções devem ser feitas de maneira a evitar erros ou redirecionar a execução ao plano. O controle realiza ajustes que permitem que o planejamento alcance seus objetivos (Slack, 2009).

Branco Filho (2000) conceitua o Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) como sendo o órgão ou função, dentro da empresa, a qualquer nível, que efetua a programação e o controle dos trabalhos executados pelas equipes de manutenção. A gerência é a responsável pela equipe que realiza o PCM e também pela que executa as operações. Assim ela faz a gestão dos conjuntos de atitudes e determinações que regem o comportamento da manutenção como um todo, direcionando a atuação da equipe. Através da administração do setor, o PCM faz a interligação entre os níveis institucional e operacional, realizando o planejamento, controle e coordenação dos meios existentes para diversos processos. Estes meios englobam a parte estrutural do departamento, gestão de recursos humanos, controle de sobressalentes e as normas e procedimentos das operações técnicas (Souza, 2008).

C. Xavier (2015) concluiu em sua pesquisa que o PCM é criado para agir em prol de garantir a confiabilidade e disponibilidade dos ativos da planta industrial. Suas principais atividades são: planejar, programar, coordenar e controlar. O PCM identifica todas as variáveis e busca equacionar o problema da parada do equipamento para diminuir os prejuízos da produção. Essa equação deve ser solucionada e sua conclusão usada para criação de planos de ação. Estes planos trazem as metas e os registro de todas as operações que vão ser realizadas pela manutenção.

Nessa perspectiva de variáveis distintas integradas em uma única metodologia, o PCM gerencia informações advindas de diversas áreas do sistema da manutenção, acabando este sendo uma base de apoio ao sistema operacional e gerencial. A figura 7 traz um diagrama do fluxo das atividades do PCM e suas integrações.

Em paralelo ao que Pereira et al. (2015) abordou em sua pesquisa, o PCM tem influência de vários processos. A engenharia contribui para melhorar a manutenabilidade dos ativos e processos, através de informações técnicas de projetos de novas máquinas e estudos sobre melhorias de materiais e componentes, por exemplo. O marketing se encarrega de estudar o consumidor e manter contato externo e interno com fornecedores e clientes. A área contábil, deve se preocupar com os custos da manutenção, sempre considerando os métodos de compras e terceirização de empresas. Os recursos materiais devem ser conhecidos e controlados desde sua compra e utilização até o descarte. A parte dos recursos humanos é alocar e coordenar equipes de manutentores em suas atividades. Esta abordagem multidisciplinar busca a visão sobre todas as perspectivas da produção e do negócio.

O PCM define as metas e estratégias que devem ser seguidas pelo setor. Para implantação do PCM em uma organização deve-se aplicar: taqueamento e codificação de ativos, preparação do serviço, elaboração das ordens de serviço, planejamento e programação da intervenção, coordenação e controle da execução e geração, seguida de análise dos indicadores de manutenção. Um bom funcionamento destas funções fará com que a partir de ações operacionais a manutenção possa realizar análises gerenciais.

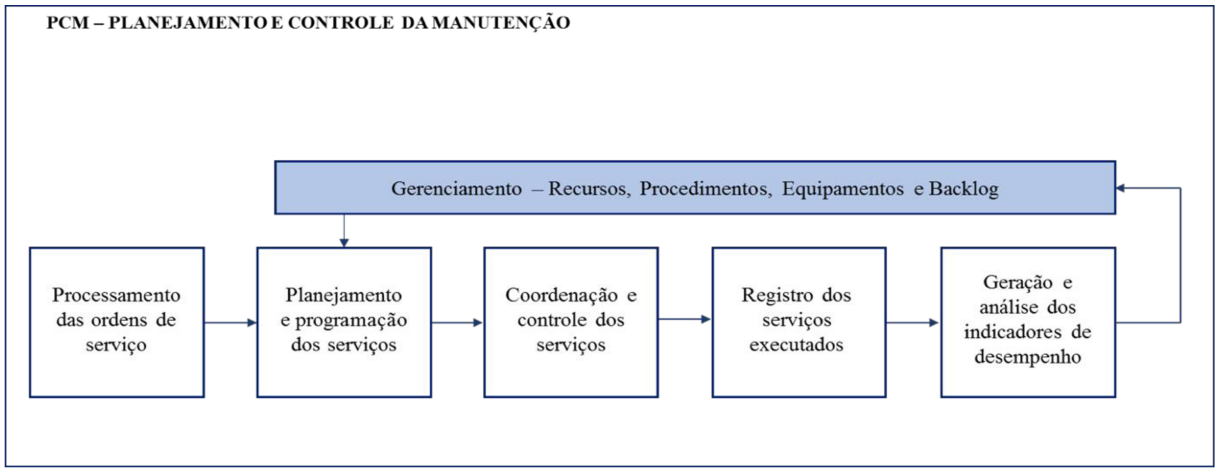


Figura 7 – Diagrama do fluxo de atividades e dados do PCM

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2007)

4.2 Indicadores da Manutenção

As empresas que desejam uma posição no mercado que possibilite crescimento precisam buscar evolução operacional e gerencial. O caminho para alcançar uma performance de classe mundial tem de estar apoiado em indicadores. Também chamados de KPI (*Key Performance Indicators*), indicadores de performance são medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos que queremos controlar. Eles permitem uma mensuração, seja ela qualitativa ou quantitativa, dos processos e seus meios. Com a utilização de indicadores para tomadas de decisões evita-se a subjetividade dos resultados (Xavier 2017).

Para C. Xavier (2015), organizações de classe mundial são aquelas que buscam excelência em seus produtos e serviços. Otani e Machado (2008) afirma que a manutenção é um meio do processo que alicerça as empresas em sua performance de alto nível para que seus produtos e serviços possam ter vantagens competitivas de mercado, e assim, serem reconhecidas como empresas de classe mundial. O departamento de manutenção deve buscar eficácia operacional em seus serviços para obter níveis de superioridade nessa área. Os indicadores servem como meio para acompanhar a evolução dos resultados da manutenção de ativos em relação a aspectos considerados chaves, visando alavancar o desempenho de seus processos e garantir ganhos em produtividade e qualidade e, simultaneamente, reduzir custos.

Branco Filho (2006) conceitua os indicadores de desempenho da manutenção como sendo dados estatísticos relativos a um processo de manutenção que se deseja controlar, com o estabelecimento de metas e padrões. Grande parte dos problemas de manutenção envolvem variáveis probabilísticas. Assim, o equacionamento destas variáveis resulta em dados, que trabalhados de maneira correta, geram os indicadores para análise.

Xavier (2017) e Branco Filho (2006) afirmam que os indicadores de manutenção são ferramentas utilizadas para facilitar comparações e benchmarking entre as empresas. Xavier (2017) define benchmarking como um processo de melhoria contínua pela identificação, análise, adaptação, comparação e adoção de práticas e processos excelentes encontrados dentro e fora das organizações. É uma procura constante de processos e funções que estão sendo feitos em empresas referências de mercado. Tavares (1999) aponta que para comparação existem os índices de classe mundial de manutenção, que são indicadores utilizados em todo o mundo com as mesmas regras. Ao total, são seis índices mundiais, sendo quatro relacionados a gestão do equipamento e dois a gestão de custo.

Considerando a manutenção como uma função estratégica pode-se colocar os indicadores de desempenho como parte desta. Eles devem ser adotados de forma pontual para servirem de referência para comparação entre a meta e o desempenho. Também possuem uma importância no controle das atividades por indicarem lacunas na execução em relação aos planos. Desempenhos não satisfatórios são oportunidades de melhoria na área avaliada.

O departamento de manutenção deve ter o conhecimento e visão clara dos indicadores para utilizá-los de maneira correta. Existem muitos indicadores e cada um com a sua importância. Porém, nem todos se adequam a realidade de cada organização. Assim, cabe a gerência e ao PCM estudar e selecionar os indicadores essenciais para o seu setor.

4.2.1 Mantenabilidade

A norma 5264 da ABNT (1994) define manutenabilidade, ou manutenabilidade, como sendo a *"capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar as suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos. O termo "mantenabilidade" é usado como uma medida do desempenho de mantenabilidade."*.

Branco Filho (2006) diz que mantenabilidade é um indicador de performance baseado em características de projeto e instalação. É considerada como sendo a probabilidade de um item ser reparado dentro de um determinado período de tempo. A manutenção deve ser efetuada de acordo com os procedimentos, sendo estes, claros e objetivos permitindo assim treinamento e padronização.

O termo mantenabilidade pode ser calculado através da seguinte equação:

Equação 2 – Mantenabilidade

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

Sendo: M (t) = função mantenabilidade

e = base dos logaritmos neperianos

μ = taxa de reparos ou números de reparos efetuados em relação ao total de horas de reparo do equipamento

T = tempo previsto para reparo

Kardec e Nascif (2007) associa mantenabilidade como sendo as características do equipamento ou instalação e como elas influenciam na facilidade de execução dos serviços de manutenção. Ela sempre deve ser prevista em projeto, porém, pode também ser melhorada por ações da engenharia da manutenção.

4.2.2 Confiabilidade

Confiabilidade é a probabilidade ou capacidade de um item ou uma máquina realizar uma função requerida corretamente em condições especificadas durante um determinado período de tempo. Também pode ser representada como as condições de trabalho após um determinado período de funcionamento. (Kardec e Nascif, 2007; Branco Filho, 2000; Norma 5462 ABNT, 1994).

A confiabilidade de um equipamento pode ser calculada através da expressão:

Equação 3 – Confiabilidade

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

Sendo: R (t) = confiabilidade a um tempo (t)

e = base dos logaritmos neperianos

γ = taxa de falhas ou número de falhas em relação ao número total de horas de operação

t = tempo previsto de operação

A melhoria da confiabilidade passa por uma série de ações que envolvem o projeto, as especificações, as compras, a manutenção, além de, fornecedores e fabricantes. Sob o ponto de vista da manutenção, deve-se garantir que o equipamento ou sistema exerças as funções para que foi projetado. É necessário selecionar o tipo de intervenção adequado para manter a máquina operando. Porém, como já abordado anteriormente, cabe a manutenção auxiliar os outros setores da organização para que os ativos e seus componentes sejam bem projetados, especificados e adquiridos para que tenham a melhor manutenabilidade e confiabilidade possível (Xavier, 2017).

4.2.3 Tempo Médio para Reparos – MTTR

O Tempo Médio para Reparos ou MTTR (*Mean Time to Repair*) é o tempo despendido para realizar a intervenção de manutenção ou o tempo entre a falha e a colocação do equipamento em operação. Este tempo inclui o tempo de reparo e das esperas que ocorrem para o que o mesmo seja realizado. Normalmente os tempos de esperas são: tempo para a localização dos defeitos, diagnóstico, desmontagem, remoção, espera de sobressalentes, substituição de peça, remontagem, ajustes e teste (Kardec e Nascif, 2007).

Tavares (1999) define MTTR como a relação entre o tempo total da intervenção corretiva em um conjunto de itens e o número total de falhas detectadas nesses mesmos itens, no período observado. O MTTR é um dos índices mundiais de performance e é utilizado para o cálculo da disponibilidade. Seu valor pode ser obtido pela equação:

Equação 4 – MTTR

$$MTTR = \frac{\sum Horas\ indisponíveis\ para\ operação\ devido\ a\ manutenção}{\sum Número\ de\ intervenções\ corretivas\ no\ equipamento\ no\ período}$$

Um bom desempenho deste significa uma boa manutenabilidade, considerando a facilidade de se manter o ativo, a capacitação profissional de quem faz a intervenção e o bom desempenho do planejamento e controle da manutenção. A execução rápida do reparo não significa que o MTTR será pequeno. É necessário que o PCM se preocupe com todos os aspectos que interferem no reparo para que o serviço seja eficaz.

4.2.4 Tempo Médio entre Falhas – MTBF

Um dos indicares da manutenção utilizados mundialmente é o tempo médio de bom funcionamento do ativo. O Tempo Médio entre Falhas, ou do inglês *Mean Time Between Failures* (MTBF), é uma das variáveis utilizadas para calcular a disponibilidade e está ligada a confiabilidade do ativo. Um maior MTBF significa uma melhor confiabilidade e consequentemente uma maior disponibilidade do equipamento.

Para o cálculo são levados em consideração as horas disponíveis para operação e o número de intervenções corretivas. MTBF é a média aritmética dos tempos entre uma falha e outra no mesmo ativo (Gil Branco, 2000). O indicador pode ser calculado através da equação:

Equação 5 – MTBF

$$MTBF = \frac{\sum Horas\ disponíveis\ para\ operação}{\sum Número\ de\ intervenções\ corretivas\ no\ equipamento\ no\ período}$$

Este índice revela o comportamento do equipamento diante das ações mantenedoras. O seu aumento significa que as horas disponíveis para operação aumentaram e o número de intervenções corretivas diminuíram.

4.2.5 Disponibilidade

A disponibilidade é considerada por Tavares (1999) um dos índices de classe mundial voltados a gestão de ativos. Ela é resumida por Branco Filho (2000) como sendo a probabilidade de um equipamento ou instalação estar disponível em um determinado período de tempo. Já para a norma 5462 da ABNT (1994) a disponibilidade é a *"capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante o intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, mantenabilidade e suporte de manutenção, supondo-se que os recursos internos requeridos estejam assegurados"*.

A disponibilidade de um ativo é representada pelo tempo em que ficou à disposição da sua empresa para desempenhar a atividade para qual foi adquirido. Ele relaciona seu tempo de operação com o tempo que esteve parado para manutenção. Assim, de acordo com Tavares (1999), a disponibilidade de equipamentos submetidos a manutenção pode ser calculada através da expressão:

Equação 6 – Disponibilidade

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}\ x\ 100\ [\%]$$

Xavier (2017) afirma que o principal objetivo da manutenção é proporcionar a mais alta disponibilidade dos equipamentos e instalações. Ela está associada aos índices de confiabilidade, pelo tempo médio entre falhas (MTBF), e a manutenabilidade, pelo tempo médio para reparo (MTTR). Assim, quanto melhor for a confiabilidade e manutenabilidade do ativo, maior será a sua disponibilidade e consequentemente o retorno para a empresa.

Através do índice de disponibilidade é possível selecionar os ativos que estão tendo um padrão operacional abaixo do seu desempenho esperado e cobrado pela produção. Cabe então ao PCM analisar e ver a necessidade de criar e executar planos de ação que busquem uma melhoria de desempenho destes ativos.

4.2.6 Backlog

Backlog é um índice que indica se a mão de obra da equipe de manutenção está dimensionada para a demanda de serviço. Para Branco Filho (2000) *backlog* é o tempo para a conclusão de todos os serviços pendentes não sendo adicionadas novas atividades durante a execução dos serviços até então registrados. Ele pode ser dado por:

Equação 7 – Backlog

$$Backlog = \frac{\sum Horas\ Homem\ previstas\ em\ carteira}{\sum Horas\ Homem\ disponíveis\ para\ executar\ os\ serviços}$$

A unidade de tempo de medição deve ser definida pela gerencia da manutenção de acordo com a realidade do setor. O segundo termo da equação é relacionado a capacidade de execução dos mantenedores, o que não é 100% do tempo de dedicação do profissional, visto que deve ser considerado o tempo para a realização de outras atividades referentes a manutenção. Ou seja, é considerado para o cálculo as horas produtivas do colaborador (Tavares, 1999).

Para Xavier (2017) o *backlog* representa a carga futura de trabalho e indica quantos homens horas ou dias serão necessários para realização dos serviços solicitados até então. Essas horas podem ser separadas por especialidades dos mantenedores e por prioridade dos serviços. Com isso, o indicador pode ser direcionado a uma determinada características do serviço, mostrando resultados e possíveis meios para melhoria do setor.

4.2.7 Custo de Manutenção por Faturamento

O Custo de Manutenção por Faturamento (CMFT) é um índice que relaciona financeiramente a manutenção com a organização. Para Tavares (1999) ele apresenta a relação entre o custo da manutenção pelo faturamento bruto da empresa, o que permite um excelente

referencial para análise dos recursos aplicados. Considerado pelo mesmo autor um indicador de classe mundial, pode ser representado pela equação:

Equação 8 – CMFT

$$CMFT = \frac{Custo\ total\ da\ manutenção}{Faturamento\ total\ da\ empresa}\ x\ 100\ [\%]$$

Quanto maior os gastos com manutenção, maior será o valor do indicador. Porém, a relação custo e disponibilidade não pode ser tratada de uma forma simples. A organização não deve aplicar uma política de redução de custos de manutenção a qualquer preço. Se reduzidos à níveis que prejudiquem a disponibilidade dos ativos, afetarão a produtividade e consequentemente o faturamento. O que representa bom desempenho da manutenção são baixos índices de custos aliados à alta disponibilidade dos equipamentos. Pode-se associar bons valores para o indicador à medida que se adota tipos de manutenção mais eficazes. Este é um investimento a médio e longo prazo, visto que existe um custo inicial para empregar as intervenções. Porém, é esperado que o comprometimento do faturamento bruto com manutenção venha a diminuir com o passar do tempo (Oliveira e Silva, 2013).

4.2.8 Custo de Manutenção por Reposição

O Custo de Manutenção por Reposição (CMRP), diferente do Custo de Manutenção pelo Faturamento, tem um estudo mais específico dos gastos da manutenção. Definido por Tavares (1999) como sendo a relação entre o custo total acumulado na manutenção de um equipamento e o valor de aquisição desse mesmo equipamento novo. O índice é calculado pela seguinte equação:

Equação 9 – CMRP

$$CMRP = \frac{Custo\ total\ acumulado\ da\ manutenção\ do\ ativo}{Valor\ da\ aquisição\ do\ ativo\ novo}\ x\ 100\ [\%]$$

Por utilizar valores acumulados e únicos para cada bem, pode ser considerado um indicador mais complexo e difícil de ser calculado. Considerando este fato, para melhor aproveitamento do indicador, este deve ser calculado somente para ativos que afetem diretamente o faturamento, a qualidade, a performance da produção, a segurança e o meio

ambiente. Sendo assim, o resultado deste índice mostra se é mais vantajoso manter o equipamento em operação ou adquirir um novo.

4.3 Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção

A diversidade de funções inter-relacionadas da manutenção exige uma boa gestão do PCM. Existem ferramentas que organizam as informações e auxiliam nas tomadas de decisões. Entre eles encontramos *softwares* de planejamento e controle de sistemas de manutenção. Esses *softwares* executam informações de caráter operacionais e armazenam dados para ações de caráter gerencial. Leva em conta os indicadores de manutenção para mensurar os resultados e compará-los com os objetivos do departamento e da empresa.

Do parágrafo anterior, percebe-se duas premissas que apoiam e viabilizam a decisão de se adotar um sistema de planejamento e controle da manutenção. A primeira delas é a necessidade de organizar e compartilhar as informações dos serviços de manutenção, sendo essas, aplicadas pelo PCM em todas as áreas de sua responsabilidade. A segunda é o armazenamento e análise de dados para o estudo dos indicadores da manutenção.

O departamento de manutenção coleta muitas informações e essas devem ser tratadas e transformadas. Tavares (1987) define um sistema como sendo o meio para tratamento dessas informações. Para ele um sistema é a associação de métodos e elementos organizados segundo um meio lógico para atender um objeto específico. O sistema de planejamento e controle da manutenção existe para harmonizar todos os processos e ativos que interagem com o departamento (Kardec e Nascif, 2007).

Com o desenvolvimento da tecnologia e o aumento do volume de dados das organizações, fica cada vez mais difícil para o PCM trabalhar sem o auxílio de um *software*. Isso significa que a tendência dos setores de manutenção é a adoção de um CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) ou EAM (*Enterprise Asset Management*). Hoje em dia esse conceito é comum, porém antes dos anos 1980, esses dados eram armazenados com o auxílio de papeis, o que tornava a manutenção muito mais reativa do que proativa (Tavares, 1987).

São inúmeras as vantagens do CMMS em relação aos sistemas manuais. Ele automatiza todos os processos realizados pelo PCM. Em um banco de dados, compila todas as informações oriundas das ordens de serviço para a emissão de relatórios e gráficos. Estes resultados podem

descrever tendências e padrões dos indicadores de manutenção, ou mesmo, mostrar oportunidades de melhoria nos métodos de ação para aumento da disponibilidade dos ativos.

As ordens de serviço têm como a principal função a captação das informações das intervenções da manutenção. Elas englobam duas etapas. A emissão do serviço realizada pelo solicitante e a geração da ordem de serviço. Esta deve estar de acordo com a solicitação e deve estar acompanhada de todo o detalhamento possível, quais sejam: mão de obra, materiais, serviços complementares, as prioridades, as datas e o horário previstos para o início e término dos serviços e principalmente medidas de segurança necessárias para a liberação dos serviços (Souza 2008). O banco de dados do sistema abrange esse conjunto de informações referentes à manutenção como recursos de humanos, controle de estoque, eventos e ocorrências, cadastramento e códigos dos ativos, que servem como base tanto para o preenchimento como para a captação das ordens de serviços (Branco e Filho, 2000).

Xavier e Dorigo (2005) apontam em seu trabalho que o PCM não deve se preocupar apenas com a inclusão e geração das ordens de serviço no *software*. Ele precisa manter o foco no resultado dessas informações e como ele vai ajudar a melhorar o desempenho da manutenção. Quaisquer que sejam os indicares de manutenção utilizados pelo *software*, os valores obtidos devem auxiliar a decidir como os recursos devem ser aplicados e qual o desempenho do processo depois da utilização dos mesmos. Por isso, os indicadores têm que estar de acordo com os objetivos estratégicos da empresa para que os resultados não sejam ineficazes para estudo.

Pelo fato de cada empresa ter particularidades em seus processos, para implantar um sistema de gerenciamento de informações é necessário fazer o levantamento das necessidades do usuário e avaliar os critérios e meios para coleta de dados em função dos tipos de relatórios desejados. Para Tavares (1987), esse levantamento de informações faz parte do planejamento do sistema afim de escolher o que mais se adequa ao PCM da empresa. Esta etapa de seleção deve ser desenvolvida com a participação dos usuários, especialistas em métodos e análise de sistemas e a gerência envolvida. O sistema escolhido deve estar de acordo com o custo, tempo, usabilidade e funções exigidas pela empresa.

5 GESTÃO DE ATIVOS NO BRASIL

A maior parte das estratégias empresariais de manutenção visam dois objetivos primordiais: diminuir os custos e melhorar a confiabilidade operacional dos equipamentos ou da gestão de ativos. A maioria das empresas possuem oportunidades de atuarem em cima desses dois objetivos. Contudo, é comum organizações terem gastos elevados em manutenção e os resultados serem ineficazes, por mais que investimentos sejam feitos (Tavares, 1999).

Para Tavares (1999) as características das atividades econômicas sofreram alterações que impuseram diferentes ritmos de desenvolvimento, o que mudou a competitividade industrial. Esta deixou de ser definida pelos ganhos de escala e da produção seriada e passou a ser decidida nos campos da qualidade e produtividade. No Brasil a gestão da manutenção evolui para gestão de ativos, o trazendo um novo modelo baseado em um gerenciamento adequado durante toda a vida dos ativos físicos de uma organização. Com isso, conseguir maximizar seus valores e auxiliá-los na execução de suas funções (C. Xavier, 2015).

A Gestão de Ativos faz a ligação entre os ativos físicos e a gestão da organização. A figura 8 mostra esta relação.

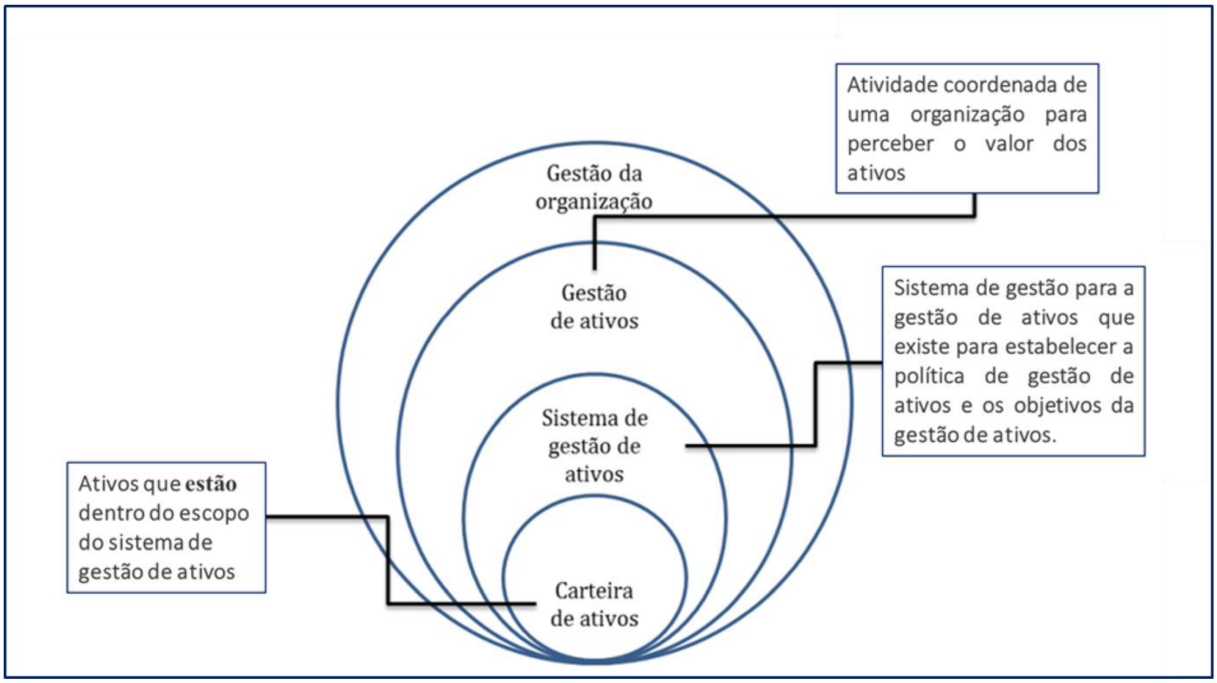


Figura 8 – Relação entre os principais termos da Gestão de Ativos

Fonte: Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos - ABNT/CEE-251 – (2013)

Considerando a Norma ISO 55.000, a Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos da ABNT (2013) apresenta as seguintes definições:

- Ativo é algo que tenha valor real, ou potencial, para uma organização. A definição de valor pode variar entre diferentes tipos de organização e seus públicos de interesse. Pode ser tangível, ou intangível, financeiro, ou não financeiro. Para muitas organizações, ativos físicos costumam referir-se a equipamentos, inventários e propriedades de posse da organização.
- Gestão de Ativos é a atividade coordenada de uma organização para produzir o valor dos ativos, que envolve equilibrar os benefícios de custos, riscos, oportunidades e desempenhos. O termo "atividade" possui significado abrangente e pode incluir, por exemplo, a abordagem, o planejamento, os planos e suas implantações. Refere-se, ainda, à aplicação dos elementos de um sistema de gestão de ativos.
- Sistema de Gestão de Ativos é um conjunto de elementos inter-relacionados e interativos de uma organização que estabelece políticas e objetivos, bem como o processo necessário para o alcance destes objetivos. É, portanto, um sistema de gestão aplicado à gestão de ativos e os elementos do sistema podem ser definidos como um conjunto de ferramentas integradas que inclui políticas, planos, operações, desenvolvimento de competências e sistemas de informações.

5.1 Norma ISO 55.000

D. Tavares e Gomes (2015) apresentam em sua pesquisa a criação da Norma ISO 55.000 a partir de um esforço inicial do *Institute of Asset Management* (IAM) da Inglaterra em reposta a demanda industrial. Em 2004, os ingleses já preocupados com a gestão de ativos industriais, lançaram a PAS 55, que não se trata de uma norma certificadora, mas sim, uma norma de requisitos que cobrem o Sistema de Gestão de Ativos. Esta regulamentação do IAM é rapidamente englobada pelo *British Standard Institute* (BSI) que é o órgão equivalente a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e ganha um cunho quase oficial e não obrigatório.

Após a criação da PAS 55, as principais associações de normas e manutenção do Brasil, juntamente com outras associações internacionais, participaram da criação da Norma ISO 55.000. A Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) e Associação Brasileira de

Normas Técnicas (ABNT) traduziram a ISO 55.000 para o português criando a NBR 55.000 (figura 9). Sendo essa norma uma série de três normas, que é a própria NBR 55.000 onde tem a visão geral dos princípios e terminologias básicas da gestão de ativos. A norma 55.001 que trata dos requisitos para certificação das empresas. E a norma 55.002 que trata das diretrizes, ou seja, das linhas de orientações para aplicação da norma 55.001 seguindo a mesma estrutura da norma série 9.000 (C. Xavier 2015).

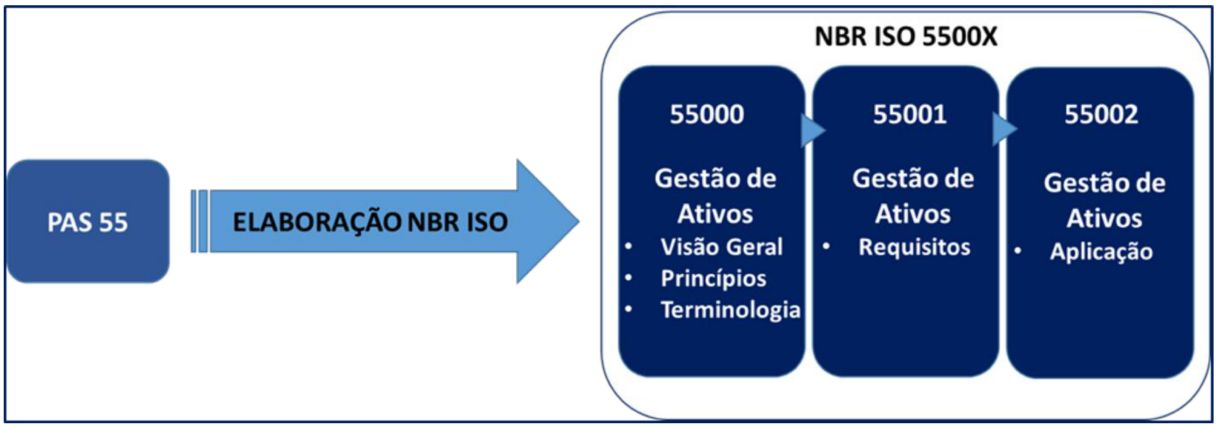


Figura 9 – Criação da NBR ISO 5500X

Fonte: Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos - ABNT/CEE-251 – (2013)

D. Tavares e Gomes (2015) resumem a Norma ISO 55000 como um documento para a padronização e compartilhamento dos requisitos e processos do ciclo de vida de um sistema de gestão de ativos. Este auxilia as organizações certificadas para que possam maximizar seu alcance nos objetivos estratégicos que foram traçados e trazer resultados a seus acionistas.

5.2 Documento Nacional da Manutenção

A ABRAMAN foi fundada em 1984, apoiada nos desejos dos profissionais de manutenção em conhecer mais o setor. Influenciada pela criação de outras associações internacionais nos anos 70, a ABRAMAN surgiu com o nome de Associação Brasileira de Manutenção. Em 2012, adequou seu nome a mudança de paradigma da manutenção, passando a se chamar Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. Hoje, a ABRAMAN é o principal órgão da manutenção do país.

Ela é responsável por apresentar a situação da manutenção no Brasil. A cada dois anos ela promove a execução do Documento Nacional. Este documento apresenta os resultados da

pesquisa realizada com as empresas nacionais, contento indicadores de desempenho da manutenção dos principais setores de produtos e serviços que movimentam a economia brasileira. O site da ABRAMAN (ABRAMAN, 2017), de onde foi retirado essas informações, afirma que o documento faz o levantamento dos índices através de pesquisa. Estes podem ser: forma de atuação, nível hierárquico, pessoal próprio, quadro técnico, rotatividade e contratação de mão de obra, contratação dos serviços terceirizados, composição dos custos, aplicação dos recursos, custo por faturamento, disponibilidade operacional, idade média, valor de estoque e segurança industrial.

Este documento representa de forma detalhada a situação da função manutenção no Brasil, sendo uma literatura indiscutível para quem tem interesse no assunto. Ele serve como fonte de dados para profissionais, estudantes, pesquisadores, empresas privadas e setor público. Assim, com a disponibilização do Documento Nacional, a ABRAMAN apoia indiretamente o desenvolvimento de tecnologia e melhorias para a manutenção brasileira.

5.3 Cenário Brasileiro – Indústria Química

Durante o 32° Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos, realizado em agosto de 2017 na cidade de Curitiba/Paraná, a ABRAMAN apresentou o Documento Nacional da Manutenção 2017. Como dito anteriormente, o Documento Nacional apresenta importantes indicadores da manutenção, conforme tabela1. Ele traz seus resultados por setor de atuação das empresas pesquisadas, abordando assim, o princípio da comparação e caracterização da função manutenção de acordo com o produto e serviço prestado. E estes serão analisados sob a perspectiva do setor de indústrias químicas.

Tabela 1 – Indicadores e Setores do Documento Nacional 2017 (ABRAMAN)

Indicadores	Setores
Organização da Manutenção e sua Forma de Atuação	Açúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas
Recursos Humanos e Treinamento	Aeronáutico e Automotivo
Recursos Humanos e Qualificação	Eletrodomésticos - Energia Elétrica
Disponibilidade dos Ativos	Químico e Saneamento
Estoque e Idade Média dos Equipamentos	Mineração e Siderúrgico
Custos da Manutenção	Petróleo e Petroquímico
Tipos de Manutenção Utilizados	Papel e Celulose e Plástico
Segurança do Trabalho	Predial e Prestação de Serviços (EQ e MO)
	Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico

De acordo com o que foi apresentado, as formas de atuação da manutenção estão completamente ligadas ao custo e disponibilidade dos ativos. De acordo com o Documento Nacional 2017, o setor de indústria química apresentou os resultados referentes a estrutura organizacional, tipos de manutenção aplicados e mão de obra qualificada conforme figuras 10, 11 e 12.

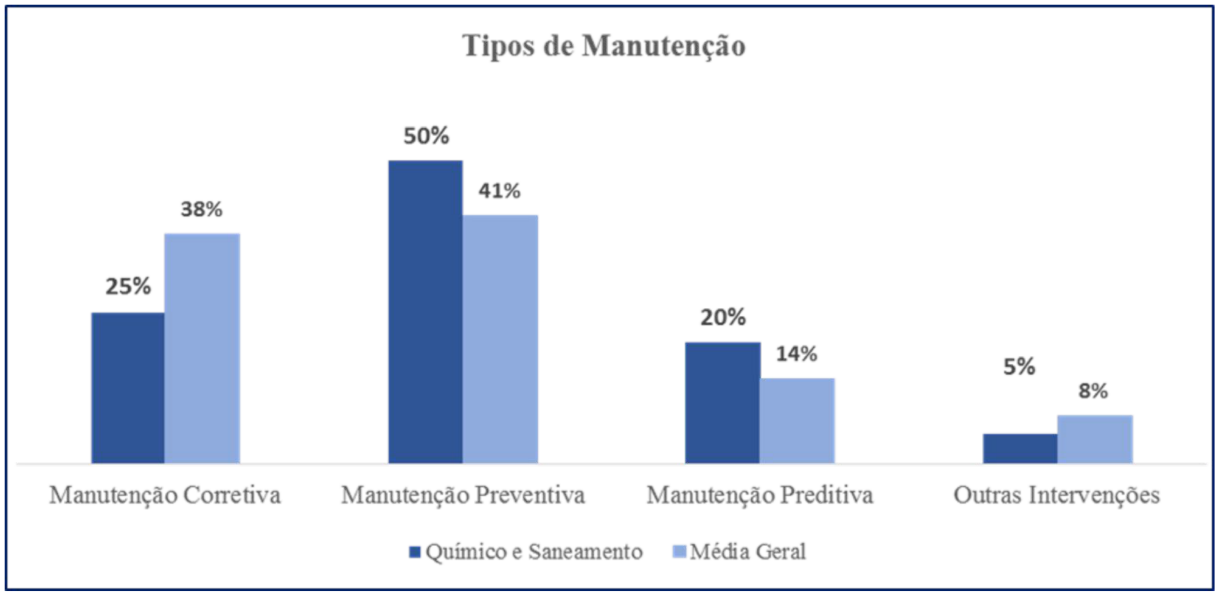


Figura 10 – Tipos de Manutenção adotados - Indústria Química

Fonte: Adaptado do Documento Nacional 2017 (ABRAMAN)

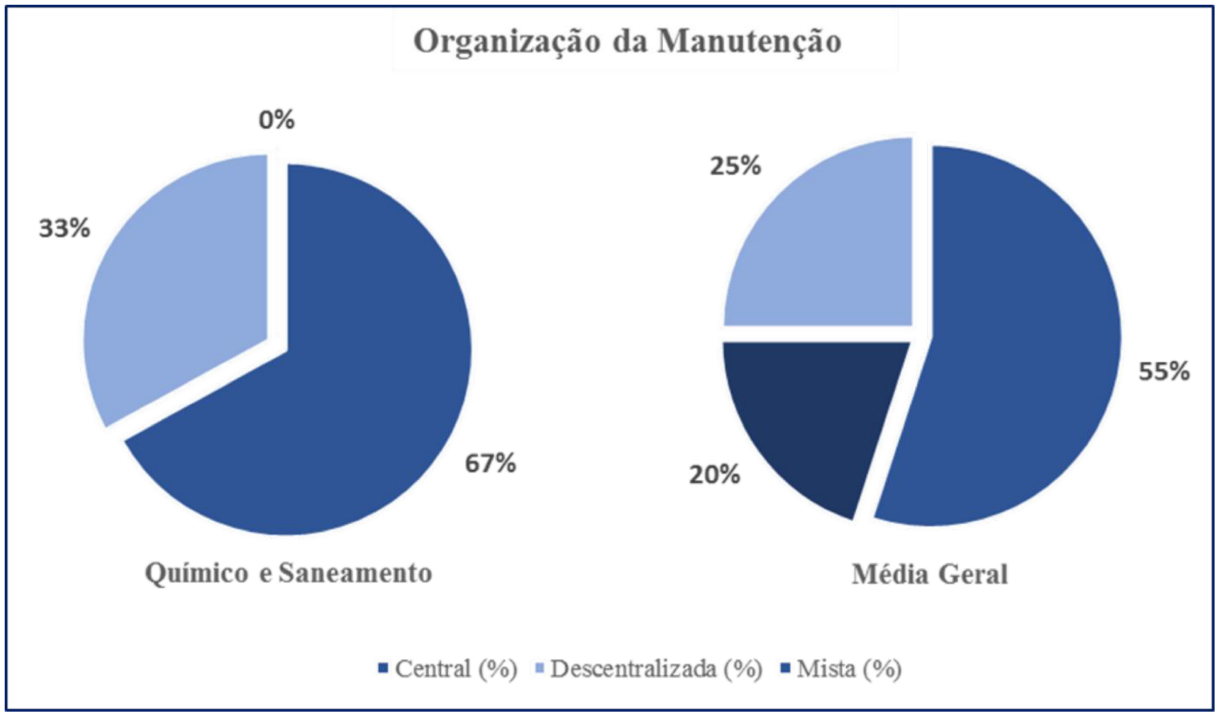


Figura 11 – Organização da Manutenção – Indústria Química

Fonte: Adaptado do Documento Nacional 2017 (ABRAMAN)

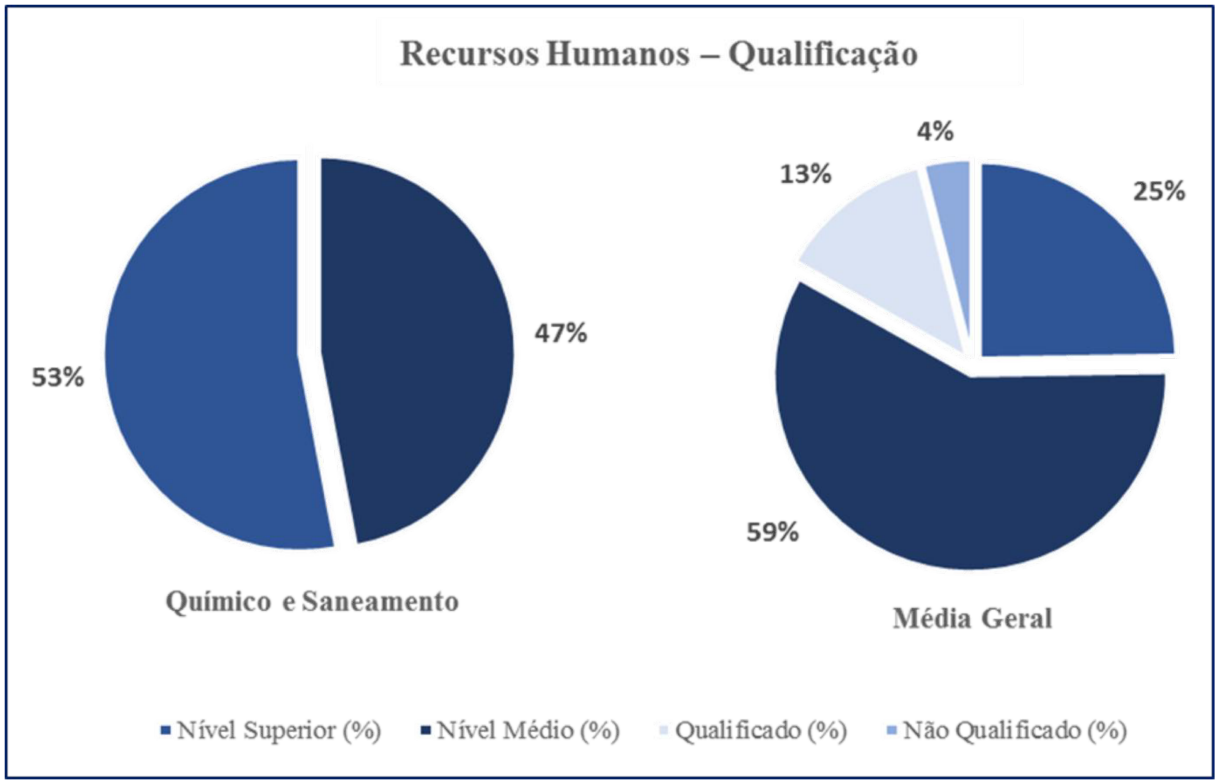


Figura 12 – Qualificação da mão de obra da Manutenção – Indústria Química

Fonte: Adaptado do Documento Nacional 2017 (ABRAMAN)

Pode-se afirmar que o setor de indústrias químicas do Brasil tem se preocupado em se adequar as tendências da manutenção mundial. Observou-se a grande adesão as intervenções preventivas e preditivas, fazendo com que as ações de caráter corretivo diminua. Verifica-se a busca do setor em investir em mão de obra qualificada, apresentando mais da metade da equipe de manutenção com ensino de nível superior. Se comparado a média geral das indústrias brasileiras, este valor se encontra muito acima da média. Este dado pode estar associado aos tipos de equipamentos, tecnologias e conhecimentos exigidos pela indústria química. Espera-se que produtos de caráter químico apresentem características que dificultem as atividades de manutenção ou danifiquem os equipamentos mais rapidamente. Assim, pode-se concluir que o setor busca no investimento em mão de obra qualificada, intervenções mais eficazes e adoção de organização centralizada o equilíbrio entre investimento e qualidade de serviço da manutenção.

Como já apresentado, para Oliveira e Silva (2013) um bom desempenho para a manutenção são baixos índices de custos aliados à alta disponibilidade dos equipamentos. Para o setor químico, as relações entre os custos da manutenção e disponibilidade operacional apresentados no Documento Nacional estão representados na figura 13 e tabela 2.

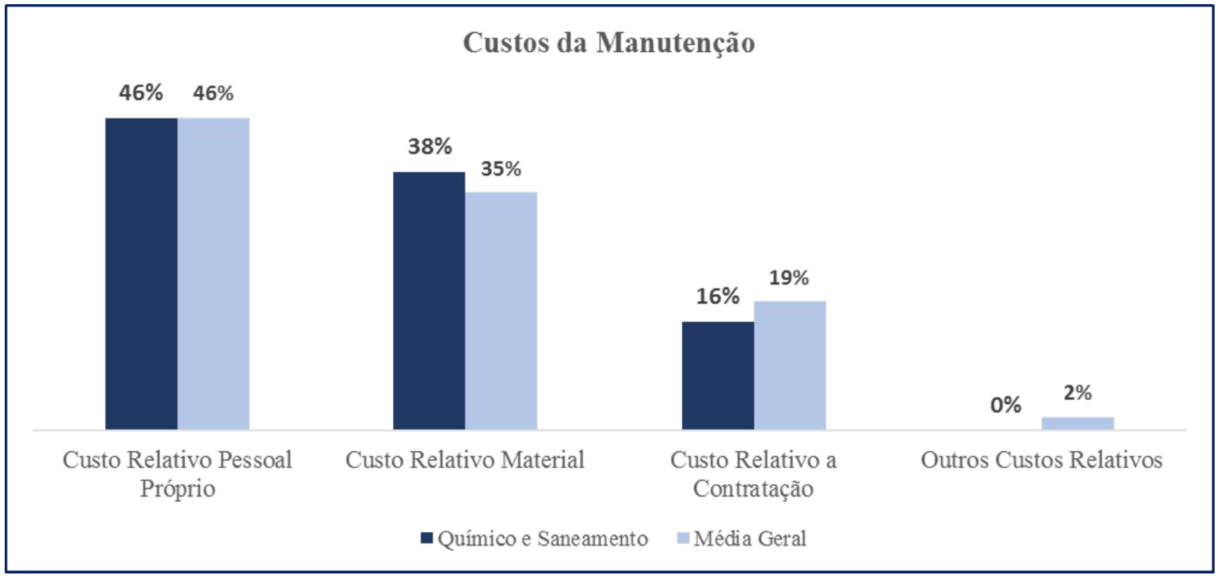


Figura 13 – Custos da Manutenção – Indústria Química

Fonte: Adaptado do Documento Nacional 2017 (ABRAMAN)

Tabela 2 – Indicadores de Desempenho – Disponibilidade e Custo na Indústria Química

Indicadores de Desempenho - Disponibilidade e Custo		
Setor	Disponibilidade dos Equipamentos (%)	Custo Manutenção / Faturamento (%)
Químico e Saneamento	88%	5%
Média Geral	87%	4%

Fonte: Adaptado do Documento Nacional 2017 (ABRAMAN)

Tem-se que, mesmo com práticas mais eficazes de manutenção, os indicadores de disponibilidade e custo de manutenção foram bem próximos da média nacional. Isto confirma Oliveira e Silva (2013), quando estes afirmam que a adoção de manutenções mais eficazes são um investimento de médio e longo prazo para a evolução dos índices de custo e disponibilidade. Espera-se com isso, que em pesquisas futuras o setor de indústria química apresente melhoras significativas em seus índices caso continue com a tendência apresentada.

6 O PROJETO

Apoiado na teoria apresentada e discutido com a gerência da produção e manutenção, o plano de ação para o setor de manutenção foi planejado e sua aplicabilidade estudada. Encarado como um projeto de melhoria, foi criado a partir das necessidades emergenciais do setor de manutenção, tais como: controle de recursos humanos e materiais; conhecimento das características dos ativos e suas prioridades; levantamento, padronização e controle das ações de manutenção; diminuição das manutenções corretivas não planejadas; e melhorar as condições de trabalho no setor.

O projeto está dividido em 9 etapas: diretrizes, planejamento, organização, sistema, controle, aplicação, análise, resultado e propostas. Este baseia-se na ferramenta PDCA, onde as etapas do desenvolvimento compostas por objetivo, planejamento, ações, análises de resultado e propostas futuras, devem estar harmonizadas e interligadas para que cada uma realize bem a sua função.

Abaixo encontra-se o resumo do que será realizado em cada fase do projeto:

- Diretrizes do Projeto: discutir e criar uma política para o setor. Definir os tipos e modos de manutenção adotados;
- Planejamento da Implantação: planejar e programar as atividades realizadas para a criação e implantação do Sistema;
- Organização da Manutenção: aplicar a ferramenta básica da qualidade, 5S. Criar um almoxarifado com espaço físico e recursos. Apresentar meios de controle de custo;
- Controle de Ativos: levantar e mapear os ativos da produção. Caracterizar os mesmos;
- Desenvolvimento do Sistema: criar e alimentar o *software*, apontando suas funções para gestão;
- Aplicação das Ordens de Serviço: implementar ordens de serviço;
- Análise de dados: observar os indicativos. Analisar os processos anteriores;
- Resultados: trazer o resultado obtido e sua consequência para o setor;
- Sugestões para continuidade: a partir dos resultados encontrados, apresentar propostas para projetos futuros.

6.1 Diretrizes do Projeto

O setor anseia por um processo geral onde as ações sejam claras para todos. Os mantenedores querem melhores métodos de atividades e condições para realizarem um bom serviço. A gerência quer enxergar, controlar e planejar tudo que é de responsabilidade do setor de manutenção. A produção deseja colher bons resultados das intervenções da manutenção. Assim foi discutido quais seriam as diretrizes que guiariam os colaboradores nesse projeto. Estas são:

- Organizar o ambiente físico de trabalho;
- Contribuir com a implantação do *software* de manutenção;
- Utilizar de forma inteligente os recursos disponíveis;
- Compartilhar informações e conhecimentos;
- Usar as ordens de serviço para controle;
- Realizar intervenções de maneira eficaz;
- Melhorar a imagem do setor.

6.2 Planejamento da Implantação

O planejamento do projeto de implantação do sistema de planejamento e controle de manutenção no setor de manutenção da empresa em questão requer o conhecimento sobre conceitos de projeto e processo. De acordo com PMBOK (2013), são definidos:

- Projeto: empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, tendo início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo, um produto ou serviço, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de escopo, prazo, custo, recursos e qualidade;
- Processo: é um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas que são executadas para criar um produto, serviço ou resultado pré-especificado. É caracterizado por suas entradas, ferramentas e técnicas aplicadas, e as saídas resultantes.
- Gerenciamento de projetos: é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os requisitos. A aplicação do

conhecimento requer o gerenciamento eficaz dos processos de gerenciamento do projeto.

Os processos de um projeto são executados pela equipe do projeto com a interação das partes interessadas. Os gerentes de projeto e suas equipes devem abordar com cuidado cada processo e as suas entradas e saídas para determinar quais são aplicáveis ao projeto em que estão trabalhando (PMBOK, 2013).

O gerenciamento de projetos é um empreendimento integrado que requer que cada processo seja alinhado e conectado de forma apropriada com outros processos para facilitar a coordenação. As ações adotadas, em geral, afetam todos os processos relacionados. Esta natureza integrativa necessita que o grupo de processos de monitoramento e controle interaja com outros grupos, conforme representado na figura 14. O gerenciamento de projetos bem-sucedido inclui gerenciar ativamente essas interações para cumprir os requisitos do cliente, patrocinador e partes interessadas.

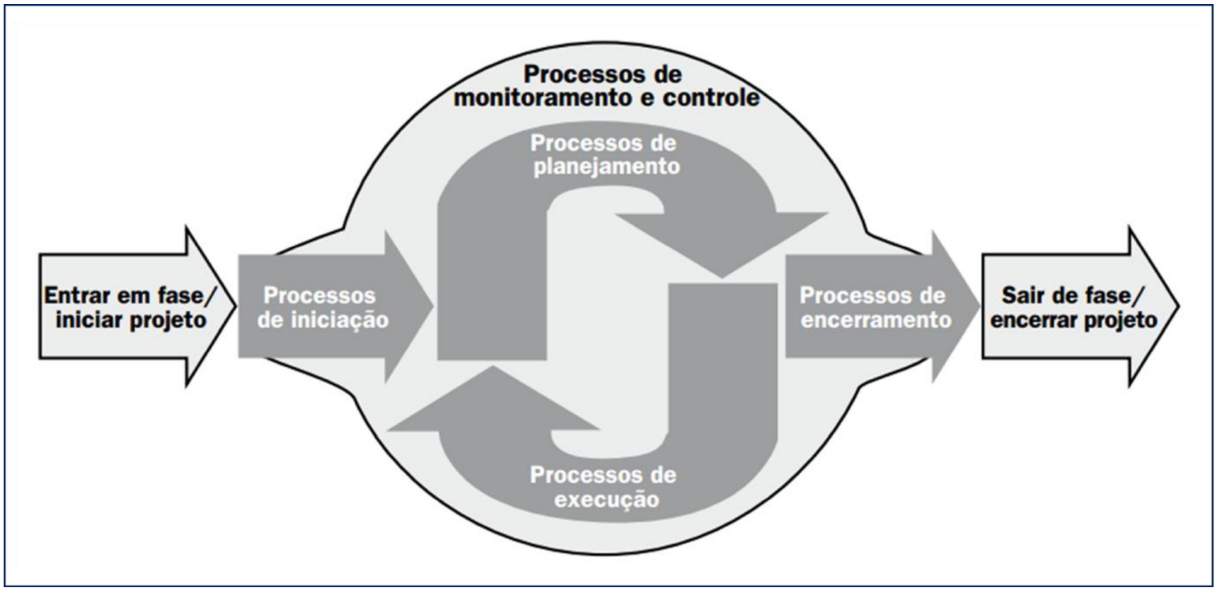


Figura 14 – Grupo de processos de Gerenciamento de Projetos

Fonte: PMBOK 5ª edição (2013)

Conforme tratado anteriormente, para um projeto obter sucesso e vir a se tornar um método de ação dentro da organização ele precisa ser bem gerenciado e executado. Para isso a equipe deve selecionar os processos apropriados para cumprir os objetivos do projeto.

Este trabalho, primeiramente, aborda em seu projeto a metodologia da qualidade 5S para organizar o setor. Depois, por meio da codificação e mapeamento dos ativos principais e adoção de procedimentos padrões, são adotados os meios de ação da manutenção. Essas são realizações basilares para a preparação da implantação do sistema de planejamento e controle.

Para a criação do sistema de planejamento e controle de manutenção e aplicação do mesmo na rotina do setor, são levantadas as principais atividades do departamento e dessas criadas fluxogramas. Tais processos fazem parte de todo o projeto, incluindo criação, implantação, controle e resultados. Eles apresentam as informações de entrada do sistema e como estas são armazenadas e trabalhadas para que possam gerar resultados e indicadores de desempenho do setor.

As entradas são feitas através das solicitações de serviço. Essas se transformam em ordens de serviços que devem ser feitas contendo todas as informações necessárias para uma análise futura. Os serviços são priorizados de acordo com as exigências da produção. Os tipos de manutenção que mais se encaixarem na realidade da empresa são selecionados para padronização. Os resultados apresentados no final da implantação são analisados e ideias de continuidade são propostas.

O planejamento das atividades foi divido em projeto, entregas e tarefas. Baseado na ferramenta EAP (Estrutura Analítica do Projeto) de gerenciamento de projetos, ele mostra as entregas do projeto subdivididos em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis, fornecendo uma visão estruturada do que deve ser entregue (PMBOK, 2013). A figura 15 representa todas as tarefas apresentadas neste desenvolvimento e como estas estão dispostas no projeto.

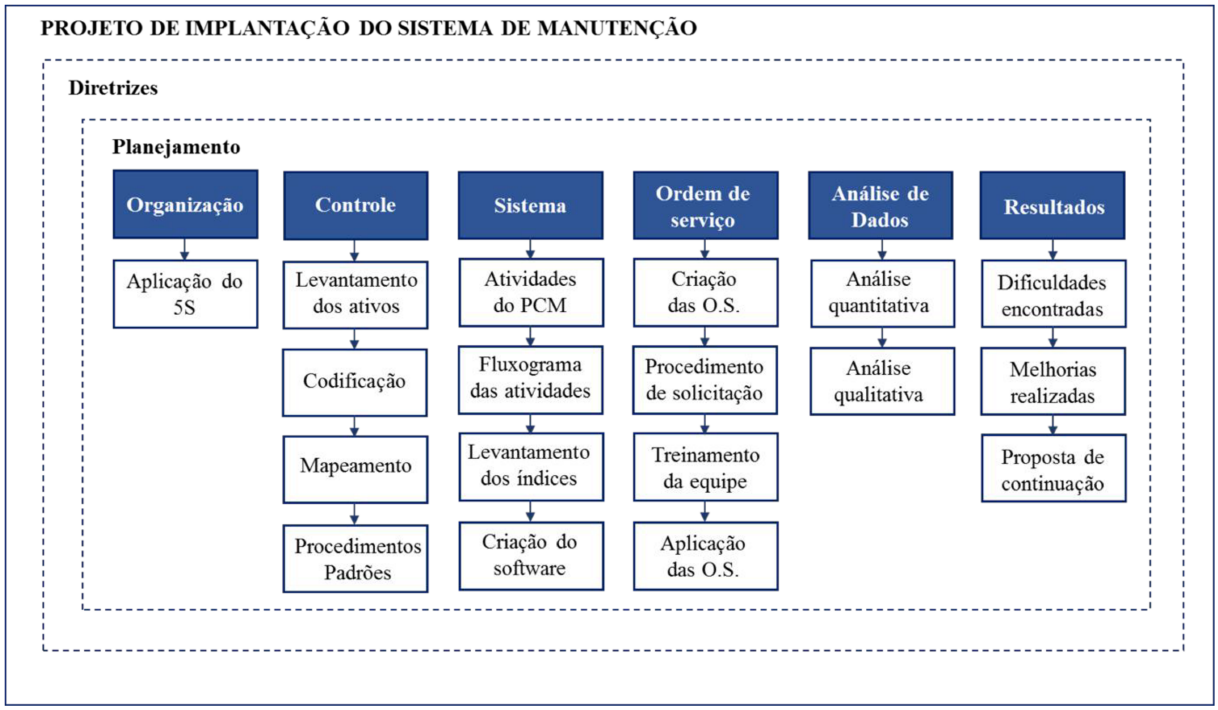


Figura 15 – Entregas e tarefas do projeto de implantação do Sistema de Manutenção (EAP)

6.3 Organização da Manutenção

Para organizar o ambiente de trabalho e tornar realizável o projeto foi utilizado a ferramenta da qualidade 5S. A sua aplicação é apropriada para transformar a atual situação. Esta se encontrava sem nenhum método de organização, utilização e limpeza. E assim, eram realizadas atividades de maneira individual. Em continuidade estão apresentadas as ações realizadas para o início da aplicação da teoria 5S.

6.3.1 Utilização

Durante a organização do almoxarifado, muitas peças com defeito e sem utilidade foram retiradas. Equipamentos alugados, como um misturador de concreto por exemplo, que não estavam sendo utilizados foram devolvidos. As ferramentas foram organizadas de modo que se torne rápida a localização das mesmas. Os itens mais importantes, que sempre devem ter em estoque, foram identificados e colocados em lugares estratégicos.

6.3.2 Ordenação

A oficina possui furadeira, esmeril, prensa, máquinas de solda para eletrodo revestido, cilindros de oxigênio e acetileno para maçarico, mangueira de ar comprimido, 4 bancadas, e também um armário para uso pessoal. Para melhor disposição desses ativos, foi feito o dimensionamento e após a planta baixa. Com isso o pouco espaço da oficina está sendo melhor utilizado.

O almoxarifado, pequeno para a necessidade da fábrica, fica dentro da oficina. Também por meio de dimensionamento e planta baixa, conclui-se que o espaço do mesmo deveria ser aumentado e prateleiras feitas. O almoxarifado foi organizado para que no futuro possa ser controlado os sobressalentes e ferramentas. A parte administrativa teve um espaço separado dentro do almoxarifado, com mesa e computador, onde realizou-se a implantação do sistema de controle da manutenção. A figura 16 mostra a situação do almoxarifado durante sua organização.



Figura 16 – Antes e depois da organização do almoxarifado da Manutenção

6.3.3 Limpeza

Foram afirmadas as obrigações dos mantenedores com a limpeza da oficina. Divididos em grupos, cada um fica responsável pela limpeza dos dois ambientes da oficina durante quatro semanas. Todos os dias, os responsáveis varrem a oficina, limpam a área externa de soldagem e higienizam as bancadas. Porém, o executante do serviço é responsável por limpar sua sujeira

e jogar o que é inútil no lixo. A sucata é recolhida aos sábados, em horário definido, e encaminhada a reciclagem. Existe um cômodo onde são guardados todos os materiais e ferramentas de limpeza, e este deve ser mantido organizado e com material suficiente. A oficina passou por pintura, dando uma maior sensação de higiene. O dever de todos é evitar sujar para facilitar a limpeza.

6.3.4 Saúde

Todos os funcionários do setor estão expostos a um meio com alto índice de ruído (em muitos momentos 98 decibéis), respingos e luz de solda, fuligem, faíscas de corte de metal, e substâncias químicas. Com todos esses fatores a segurança e saúde se tornam algo prioritário. O uso dos EPI's foi reafirmado através de uma reunião e a obrigação de utilização é sempre cobrada. Para todos, os EPI's obrigatórios são: óculos de proteção, protetor auricular e bota com ponteira de aço. Para serviços de solda: máscara de solda com proteção UV e infravermelho, mangote e luva. Houve uma conversa de conscientização voltada para a importância dos equipamentos de proteção e para a utilização das ferramentas apropriadas de forma correta. Tornou-se responsabilidade de todos, cuidar de si e do companheiro de trabalho.

6.3.5 Autodisciplina

A organização possuiu regras e cumpri-las é dever de todos os funcionários. Pontualidade é importante para não sobrecarregar o outro e seguir o planejamento dos serviços. O horário de almoço foi remanejado para que tenha mantenedores em todos os horários. A reunião semanal foi mantida para informações, discussões, conselhos, cobranças e reinvindicações, e todos devem participar. Todos se comprometeram a ter um bom comportamento e atitudes honestas com o parceiro de trabalho e a empresa

.

6.4 Controle – Codificação e Mapeamento

A codificação dos ativos da produção é um procedimento necessário para a organização da manutenção. A sua implantação significa ter disponível todas as informações a respeito de determinado equipamento de forma simples e rápida. A criação de códigos específicos para cada ativo vem com a necessidade de condensar e correlacionar as informações em um número

reduzido de caracteres além de padronizar as formas de expressão dos usuários. Os códigos devem estar bem difundidos entre os colaboradores da empresa para facilitar o meio de comunicação (Tavares, 1987).

A ação de codificar um ativo também é conhecida pelo termo taqueamento. Este representa a identificação dos equipamentos e suas áreas operacionais. O reconhecimento visual pode ser feito através de uma etiqueta de identificação. A utilização da codificação ou taqueamento agiliza o processo de manutenção e facilita o lançamento das informações no sistema de planejamento e controle.

A produção da empresa possui três grandes processos de operação: fabricação, envase e paletização. Todos esses são acompanhados pela equipe de qualidade e apoiados pelo setor de manutenção. Assim, a manutenção deve proporcionar as condições necessárias para a produção realizar suas operações e estas estarem de acordo com as exigências de qualidade da empresa. Para isso, primeiramente foi identificado os principais ativos dos processos e feito a relação entre eles através do fluxograma apresentado na figura 17.

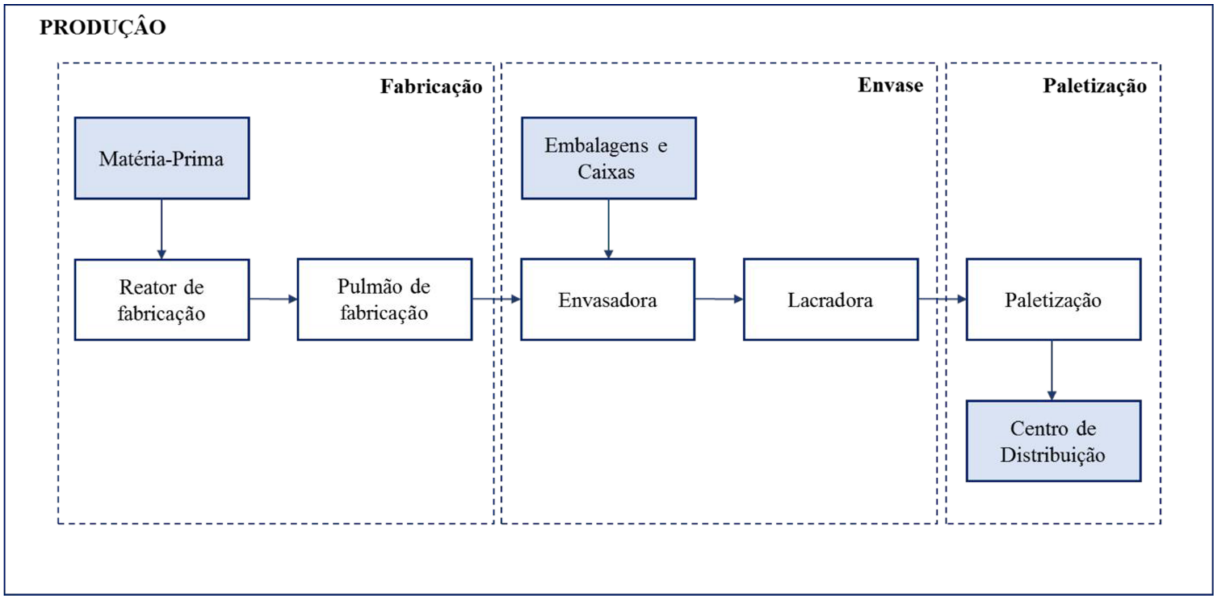


Figura 17 – Processos de Operação da Produção

Os ativos principais da produção são: os reatores e pulmões de fabricação, as máquinas de envase e as lacradoras de caixas. Também foi considerado como equipamentos essenciais para a manutenção aqueles que auxiliam os ativos principais da produção. Estes podem parar a produção dependendo da situação. Com isso, máquinas como rotuladoras, embaladoras, prensas e seladoras, possuem sua importância no processo e foram consideradas neste trabalho. A

paletização do produto final é feita de forma manual, portanto, não foi levantado nenhum ativo principal. Os meios de transportes entre os equipamentos foram considerados ativos secundários da produção. Estes meios são: bombas de fluxo de deslocamento positivo e centrífugas, esteiras de transporte, e empilhadeiras.

A identificação dos equipamentos foi feita de acordo com as exigências do setor de qualidade, produção e manutenção. Primeiramente, foram codificados todos os ativos principais e auxiliares, levando em consideração o grupo do equipamento, o equipamento em particular, sua localização na planta e linha de produção, além da sua classificação de importância. A figura 18 ilustra o modo de codificação dos ativos, com as características citadas anteriormente, composto de cinco células.

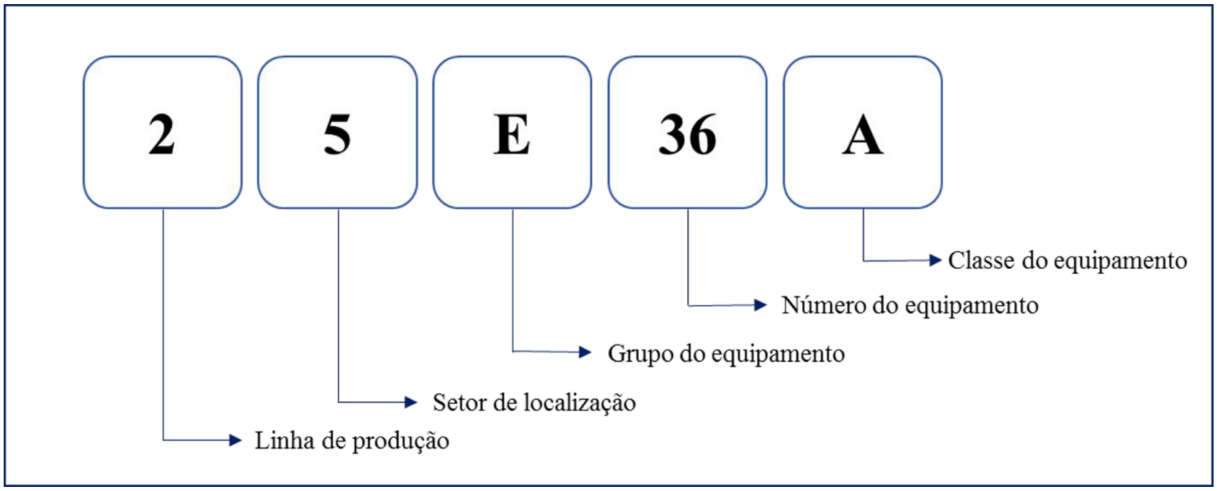


Figura 18 – Método de codificação dos ativos

A primeira célula representa qual linha de produção o equipamento faz parte. No caso da empresa em questão, existem duas linhas de produção, institucional e consumo, que são representadas pelos números 1 e 2 respectivamente. Essa informação é necessária pois cada linha possui sua equipe responsável e centro de custo. A segunda célula do código, traz a informação da localização geográfica do equipamento na planta. Existem cinco setores de produção, e cada um é representado por um número. O grupo do equipamento está exibido na terceira célula, e é identificado por uma ou duas letras. Os ativos são separados por números dentro dos grupos, e estes aparecem na quarta célula do código. Por último, está identificado a classe do equipamento. Esta pode ser “A”, “B” ou “C”, sendo “A” para equipamentos cuja a parada interrompa o processo produtivo ou traga algum risco de segurança do trabalho ou ambiental, e “C” para equipamentos que não interferem no processo produtivo.

Para a simplificação da comunicação entre os colaboradores e departamentos, as etiquetas de identificação foram feitas somente com o grupo e o número do equipamento. Como os ativos possuem um número único dentro do grupo, somente essas duas informações já os individualizam. Portanto, somente com esses dois caracteres já se torna possível a previsão dos demais o que torna a comunicação mais rápida e simples entre os colaboradores. A figura 19 representa uma etiqueta colocada em umas das envasadoras da linha de produção consumo.



Figura 19 – Exemplo de etiqueta de identificação dos ativos

O mapeamento dos ativos principais e auxiliares da produção foi realizado para facilitar a localização e movimentação dos equipamentos. Foram feitos dois tipos de mapas, um contendo todos os setores e as envasadoras da produção e outro individual de cada setor com os ativos principais e auxiliares. As envasadoras são os ativos que mais geram chamadas de manutenção, e além de elas serem o foco da produção, também possuem muitos equipamentos e componentes auxiliares. A localização das mesmas é usada como referência para outros ativos.

A planta da produção da empresa é separada em 5 setores. Cada um será representado por seu número respectivo, de 1 a 5. Com uma variedade muito grande de produtos e equipamentos é de suma necessidade a separação por setores para facilitar a gestão da produção. O mapeamento foi realizado por setores, contendo em cada um seus ativos principais. As figuras 20 e 21 apresentam o mapeamento das envasadoras e do setor 2 da produção.

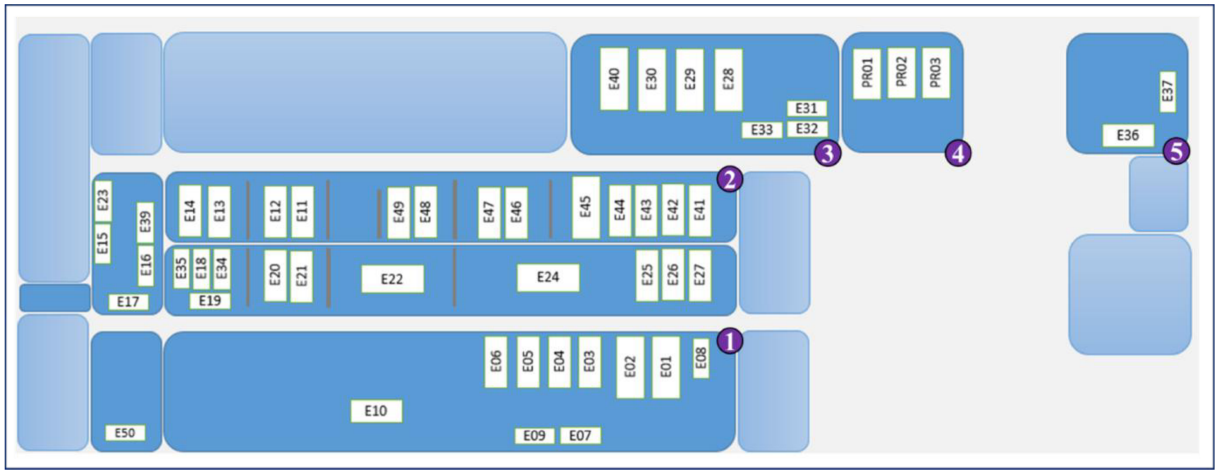


Figura 20 – Mapeamento dos setores e ativos centrais da Produção

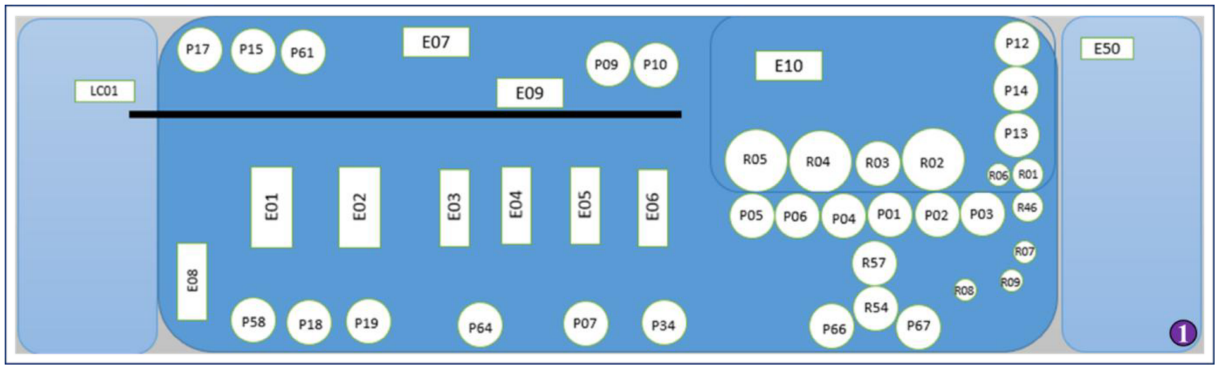


Figura 21 – Mapeamento do setor 1 da Produção

6.5 Desenvolvimento do Sistema

O objetivo de um sistema aplicado a manutenção é proporcionar informações que permitam obter um aumento de rentabilidade da empresa, utilização mais eficiente dos recursos de mão de obra e materiais disponíveis e melhoria no desempenho e confiabilidade dos equipamentos. Para atingir esse objetivo, deve haver uma sequência lógica no projeto e desenvolvimento de cada etapa do sistema (Tavares, 1987).

Já foram discutidas as inúmeras vantagens do sistema de planejamento informatizado sobre o manual. Os primeiros sistemas informatizados para planejamento e controle da manutenção foram desenvolvidos pelas próprias empresas. Hoje, com o acesso computacional facilitado, certamente o desenvolvimento de *software* próprio custa mais caro e leva muito mais tempo do que a aquisição de *software* no mercado. A compra de um *software* de manutenção é uma decisão importante, a partir da qual surgirá uma série de modificações na rotina

estabelecida, e uma série de expectativas na mudança de patamar de controle e planejamento. Isso envolve um investimento inicial, uma alocação de recursos internos para implantação do sistema e por isso mesmo tem que ser uma aquisição muito bem-feita (Kardec e Nascif, 2007).

De acordo com a teoria, um bom sistema de planejamento e controle automatizado deve conter as seguintes características:

- Plataforma operacional deve ser preferencialmente a *Windows*, da *Microsoft*;
- Ter como opção o idioma português, ser multitarefas, ser intercambiável com outros programas e ter uma boa usabilidade;
- Integrar o banco de dados da manutenção com outros departamentos;
- Possuir uma boa performance e acesso imediato às informações registradas;
- Ter suporte e assistência técnica;
- Oferecer as rotinas básicas de funcionamento, como cadastro de equipamento, e sobressalentes, ordens de serviço e indicadores de desempenho.

Considerando esta perspectiva, foi levantado junto com a alta gerência da manutenção e produção da empresa as possibilidades de sistemas para a substituição do sistema manual aplicado. Primeiramente, o desejo foi a aquisição de um *software* de manutenção disponível no mercado. Assim, realizou-se pesquisas de *softwares* que se encaixavam nas necessidades e orçamento do departamento e encontrou-se o *software* Progman. Ele foi analisado e suas características estão descritas abaixo.

6.5.1 Progman

O Progman é um *software* brasileiro desenvolvido pela empresa Borges Informática. O Progman traz uma interface limpa, menus intuitivos e linguagem simples, se adequando bem para quem deseja começar a informatização da manutenção. Como a intenção da empresa é implantar o *software* de maneira rápida e eficiente, cabe a ele ter uma boa usabilidade.

A Borges Informática oferece treinamentos presenciais e auditorias de desempenho. Essa é uma vantagem no processo de mudança de cultura do setor e ajuda bastante no momento da implantação. A possibilidade de personalização do *software*, também soma nas vantagens com o contato pessoal entre empresa e desenvolvedor. Uma boa leitura da realidade e

necessidades da manutenção pode deixar o sistema bem harmonizado com a dinâmica das atividades da organização.

O custo de aquisição e manutenção do *software* se encaixa com o orçamento do setor de manutenção. O *software* é enxergado como um investimento de longo prazo, pois espera-se que o mesmo traga mudanças imediatas, resultados a médio prazo e venha se tornar indispensável no futuro. Como já abordado, os sistemas de planejamento e controle são ótimos meios de otimização de gastos. Se for bem utilizado, o valor do investimento no Progman retornará em um bom espaço de tempo.

O primeiro passo do controle e planejamento da manutenção é incluir os ativos e suas características na base de dados do *software*. É dessa base que serão consultadas as informações que estarão nos relatórios de desempenho e ordens de serviços. O Progman oferece a oportunidade de criar e aplicar: as intervenções que devem ser feitas, formas de montagem e desmontagem, ferramentas necessárias, detalhes do fabricante e observações individuais de cada equipamento. Os procedimentos são feitos para os tipos de ativo, sendo esses divididos em grupos. Como exemplo, todas as bombas de deslocamento positivo de engrenagens estão em um mesmo grupo e terão o mesmo procedimento de manutenção.

Para o cadastro dos equipamentos no *software*, além do grupo, é necessário adicionar a localização do ativo na empresa. Depois de grupo e área definidos, são incluídas as características. Entre elas estão o fabricante, ano de fabricação, componentes, informações de desempenho e observações. O cadastro de ativos é resumido em: cadastro das áreas e grupos, equipamentos e suas característica, e procedimentos de manutenção para cada grupo.

O Progman trabalha com três tipos de manutenção: a preventiva, corretiva imprevista e corretiva planejada. Para cada uma existe uma variação de formulários. Para as corretivas imprevistas, as ordens de serviço devem ser impressas e estarem prontas para serem utilizadas com rapidez. O chamado ocorre, e o mantenedor é responsável por preencher a ordem de serviço de acordo com a intervenção realizada. Esta deve ser inserida posteriormente no sistema. As manutenções corretivas planejadas são requisitadas através de um sistema auxiliar. Este sistema é instalado em pontos estratégicos da indústria. Nele é preenchido o tipo de serviço requisitado, o equipamento e sua área, a prioridade do serviço, o status do equipamento, a descrição do defeito e o solicitante. Essas informações são enviadas para o *software* da manutenção, sendo o setor o responsável por autorizar ou não o serviço. Depois de autorizado, a ordem de serviço é preenchida e colocada no planejamento da manutenção, onde se tem uma visão geral de todas as ordens de serviço abertas e seus status.

Os planos de manutenção preventiva são criados a partir dos procedimentos de manutenção e informações do equipamento. Também é possível utilizar horímetro para contribuir com o planejamento. O *software* proporciona o agendamento dos planos por semanas. Uma tela possui a visão geral da programação por data e equipamento, sendo esta facilmente alterada através de marcações de "x". A ordem de serviço preventiva é rapidamente gerada com dados do plano e planejamento da ação. Esta também entrará na tela de serviços em andamento, sendo acompanhada e atualizada durante sua execução.

Alimentado por dados pelo cadastro de equipamentos e ordens de serviço, o Progman interliga esses dados e gera relatórios e gráficos de desempenho. Esses indicadores são utilizados para tomadas de decisão imediatas e planejamento de ações contribuindo para a redução de custos. Também demonstram uma visão geral do que está acontecendo no setor, comparando as manutenções preventiva e corretiva. O *software* promete uma redução das manutenções corretivas, à medida que a manutenção preventiva é adotada com mais eficácia. É através dos resultados apresentados que o responsável pela manutenção pode visualizar se essa evolução está ocorrendo.

Como exemplo, o *software* apresenta os seguintes indicadores: volume por tipo de manutenção; homem hora por tipo de manutenção; incidência de falhas; manutenções programadas pelas executadas e custo de manutenção por faturamento total. Também oferece relatórios dos históricos de manutenção de acordo com as variáveis desejadas. Essas variáveis, podem ser alteradas de acordo com os anseios do cliente sendo os resultados personalizáveis para cada necessidade.

Para o compartilhamento dos resultados do setor de manutenção, o *software* conta com *Business Intelligence* (BI). Em português, "Inteligência de Negócios", é uma ferramenta que proporciona as pessoas interessadas a oportunidade de acompanhar o que acontece nos negócios. Por meio de atualizações de dados em tempo real, os resultados são apresentados em forma de gráficos em um monitor. Muito útil para a gerência ter ciência e tomar decisões imediatas sobre as ações.

O Progman é um *software* completo para quem deseja iniciar uma mudança de cultura na manutenção. Com a promessa de quebrar paradigmas durante sua utilização e auxiliar o PCM para o gerenciamento inteligente da manutenção, é indiscutível que o retorno seria positivo. Porém, a gerência de manutenção e produção da empresa enfrentaram problemas para a liberação do orçamento para a aquisição do mesmo, o que prejudicou o projeto de

implantação. Como as necessidades do setor por melhorias eram inadiáveis, mudou-se a ideia de adquirir um *software*.

A alternativa ao Progman foi a criação de um sistema de planejamento e controle da manutenção no Excel. Este é um *software* de edição de planilha com forte capacidade de realizar cálculos, gerar banco de dados e criar gráficos. Almeida (2010) comprovou em sua obra a capacidade do Excel como ferramenta para a implantação do planejamento estratégico em uma organização. Sendo um dos *softwares* mais utilizados em todo o mundo coorporativo, a escolha dele facilita o compartilhamento de informações dentro da empresa e contribui com a continuidade do projeto. A seguir está apresentada a criação do sistema no Excel.

6.5.2 Excel

A pasta de trabalho para controle e planejamento da manutenção foi desenvolvida em cima das diretrizes do projeto. O Excel permite ao usuário infinitas possibilidades de cálculos e consequentemente resultados. Por ser personalizável, é possível criar uma pasta de trabalho que se encaixe nos anseios mais simples até as necessidades mais complicadas. A pasta de trabalho desenvolvida para o sistema de planejamento e controle da manutenção organizou e estruturou todas informações em um banco de dados e correlacionou-as através de relatórios e gráficos gerando os resultados para análise do PCM e gerência da manutenção.

Como primeira medida para a criação do sistema, definiu-se a equipe de manutenção e suas responsabilidades para com a manutenção da empresa. A estrutura da equipe do departamento está apresentada na tabela 3.

Tabela 3 – Colaboradores e suas funções - Manutenção

Função	Colaboradores	Responsabilidades
Manutenção	• 1 – Elétrica • 1 – Eletrônica e Elétrica • 8 - Mecânica	• Realizar as atividades de manutenção.
Coordenação	• 1 – Coordenador	• Coordenar a equipe de mantenedores nas intervenções da manutenção; • Fazer estudos para aplicação de melhorias de equipamentos e processos.
PCM	• 1 – Planejador e Controlador	• Planejar e controlar os serviços de manutenção; • Cuidar da administração da manutenção.
Gerência	• 1 – Gerente de manutenção	• Gerir toda a equipe de manutenção; • Estudar os resultados e aplicar projetos de melhorias; • Cuidar da manutenção de toda a empresa.

Com a equipe fixada, ficou-se mais fácil encontrar quais eram as atividades chaves do PCM e como este ia se relacionar com os outros colaboradores. Criou-se o sistema de manutenção visando auxiliar o PCM em suas atividades para que este levante dados e gere resultados para serem apresentados aos outros membros da equipe. Assim, realizou-se uma reunião onde decidiu-se quais seriam as atividades chaves do PCM e quais problemas estas teriam que evitar. As atividades ficaram decididas conforme a tabela 4.

Tabela 4 – Atividades chaves do PCM

Atividades	Tarefas
Controle de Estoque	• Realizar controle de estoque através de uma planilha de entrada e saídas de peças; • Realizar o levantamento e separação das peças específicas de cada máquina e cadastra-las no sistema.
Compras	• Realizar os pedidos de compra do setor; • Cadastrar novos materiais no sistema; • Cadastrar os fornecedores no sistema; • Controlar e os serviços terceirizados; • Receber as compras e organiza-las no estoque; • Cadastrar as informações de compras e serviços terceirizados no sistema.
Ordens de Serviço	• Receber e cadastrar todas as solicitações de serviço; • Criar as OS. a partir das solicitações; • Programar a realização das OS; • Passar os serviços a serem realizados para a equipe; • Receber e cadastrar as informações das OS no sistema.
Empréstimos	• Cadastrar as pessoas que solicitam ativos da manutenção para empréstimos; • Controlar os empréstimos; • Cadastrar no sistema informações dos empréstimos,
Administrativo	• Organizar as Notas Fiscais de entrada; • Auxiliar na programação e criação dos procedimentos das preventivas; • Trabalhar junto a qualidade com as normas e padrões a serem cumpridos.

O desenvolvimento do sistema foi baseado em cada uma das atividades do PCM. Assim, dividiu-se o sistema de planejamento e controle da manutenção em três áreas: Ordem de Serviço, Compras e Ativos. A partir dessas áreas foram criadas funções associadas a planilhas dentro do sistema e pastas de trabalhos separadas para a gestão da informação. Informação esta que deve ser guardada em um banco de dados do sistema para gerar os resultados e serem consultados no futuro. A tela inicial do sistema está representada na figura 22.

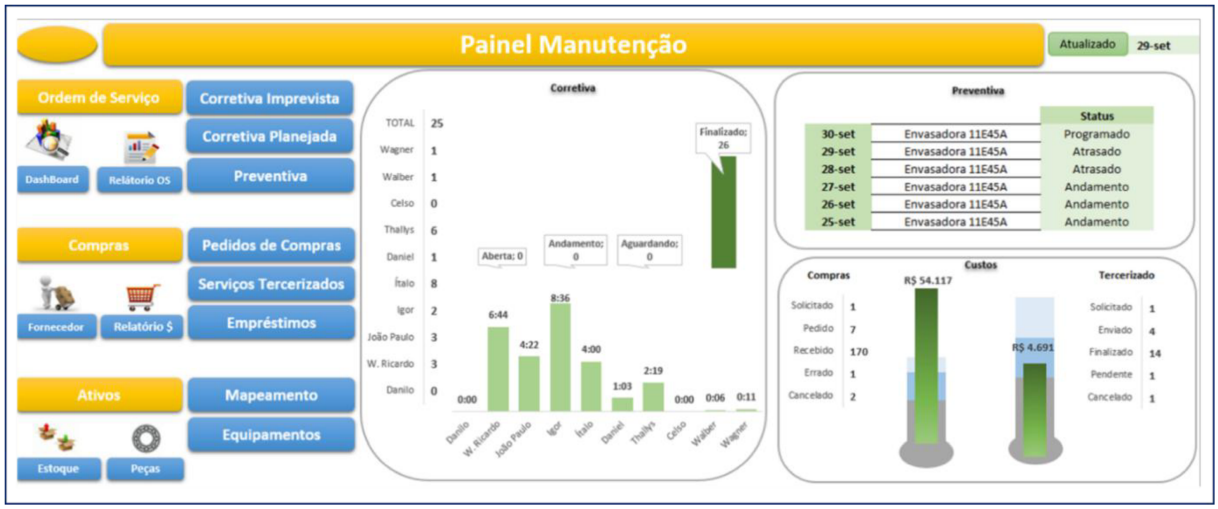


Figura 22 – Painel inicial do Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção

Na área de Ativos, encontra-se as funções Mapeamento, Equipamentos, Controle de Estoque e Peças de Ativos. Em Mapeamento, anexou-se o mapa das envasadoras da empresa e os mapas de cada setor com seus respectivos ativos. Na seção Equipamentos, cadastrou-se todos os ativos principais e auxiliares da manutenção, juntamente com seus respectivos códigos, localização e produtos associados. Para o controle de estoque criou-se uma pasta de trabalho separada onde contém os materiais para manutenção geral que não podem faltar em estoque. Pode-se citar como exemplo: conexões em PVC e galvanizadas, conexões pneumáticas, mangueiras pneumáticas, lubrificantes e vedações em geral. Para cada um definiu-se um máximo e mínimo de unidades no estoque. As peças relacionadas a cada ativo também foram cadastradas em uma pasta de trabalho separada. Neste primeiro momento levantou-se as peças de vedação e molas dos bicos das envasadoras.

Para a área de Compras desenvolveu-se as funções Pedidos de Compras, Serviços Terceirizados e Empréstimos, além de uma planilha para cadastro dos fornecedores e outra para geração de relatórios financeiros. A função Pedidos de Compras é uma planilha onde o PCM trabalha as solicitações de compras do setor. Estas solicitações são encaminhadas para o departamento de compras da empresa, onde se orça e compra os materiais solicitados. O fluxograma apresentado na figura 23 mostra como é realizado uma compra no setor de manutenção.

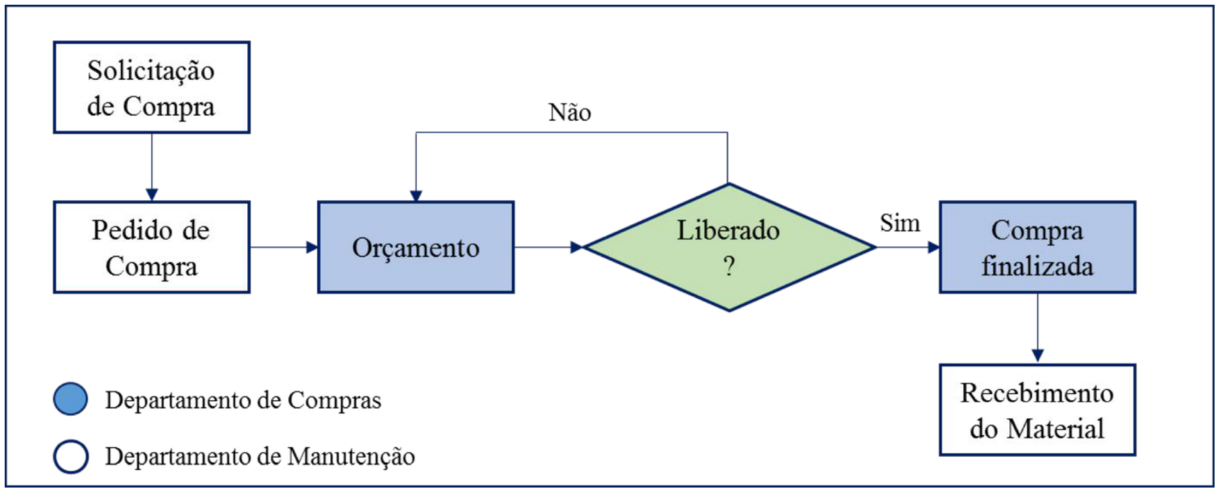


Figura 23 – Diagrama de fluxo dos pedidos de compra da Manutenção

Para cada compra são necessárias as seguintes informações iniciais: número do pedido, data do pedido, material, quantidade e finalidade. Depois da compra finalizada, completa-se a planilha com: valor unitário e total, fornecedor e data de recebimento. Cada material deve ser tratado individualmente, pois cada pedido de compra pode conter diferentes tipos de materiais, ou seja, serão comprados em diferentes fornecedores e entregues em datas distintas. Cada item do pedido possui seu *status* e é ele que identifica a situação do item. O *status* pode ser: solicitado, pedido, recebido, errado ou cancelado.

A função Serviços Terceirizados é a planilha onde se controla os serviços realizados por terceiros fora da empresa. Estes normalmente são serviços de usinagem e recondicionamento de motores elétricos. Para cadastro do serviço na planilha, inicialmente inclui-se as seguintes informações: número do serviço, data de solicitação, tipo do serviço, equipamento e/ou material, serviço solicitado e realizado, fornecedor e previsão de término. Com a conclusão do serviço deve-se completar a planilha com as informações de valores e data de entrega. Assim como nas compras, os serviços também possuem *status* para controle e acompanhamento do PCM.

O departamento de manutenção não tinha controle dos seus ativos que eram emprestados para terceiros e colaboradores da empresa. Com isso, o índice de perda era muito grande. Com a função Empréstimos visou-se diminuir o prejuízo com perdas. Ela é uma planilha onde cadastra-se as informações do material ou equipamento, da pessoa solicitante e as datas de empréstimo e devolução. A partir da solicitação de empréstimo, a pessoa se torna responsável pelo item e assim o PCM pode controlar seus ativos e cobrar corretamente em caso de eventuais perdas.

Para iniciar o trabalho com ordens de serviço, criou-se a área Ordem de Serviço. Está tem como função os tipos de manutenção que melhor se encaixaram na dinâmica da empresa. Contém também o acesso ao *dashboard* de gestão e aos relatórios de serviço. Portanto, possui as funções: Manutenção Corretiva Imprevista, Manutenção Corretiva Planejada, Manutenção Preventiva, Relatório OS e *Dashboard*.

As funções de manutenção são planilhas onde se cadastra e acompanha as ordens de serviço. Para a intervenção imprevista, a cada chamada da produção solicitando manutenção em algum ativo é aberta uma ordem de serviço. As corretivas planejadas são para os serviços que não apresentarem urgência, que possuírem uma maior complexidade e para situações onde não se tem mão de obra ou peça substituta. As informações iniciais são cadastradas e após um estudo da ordem a sua execução deve ser planejada. As ordens de serviço de manutenção preventiva do mês vigente devem ser cadastradas de uma única vez, e o calendário deve ser preenchido. A partir disso, na seção Manutenção Preventiva acompanha-se a situação e a programação das intervenções.

O *dashboard* de gestão está apresentado na função *Dashboard*. Ela apresenta todos os gráficos financeiros e das intervenções de manutenção. Para o estudo financeiro criou-se os gráficos: custo da manutenção, que apresenta os gastos com compras e serviços terceirizados; custo das compras, onde encontra-se os gastos com compras por tipo de material. Para detalhar as intervenções desenvolveu-se gráficos que representam: quantidade de manutenção preventiva por corretiva; quantidade e porcentagem de manutenções imprevistas por setor; tempo total de manutenção dos ativos por setor; MTTR dos ativos principais por dia tralhado; tempo médio de manutenção corretiva por colaborador; tempo médio gasto com *setup* por ativo. A planilha *dashboard* apresenta os gráficos com os resultados do mês escolhido pelo usuário. Assim, deve-se atualizar o banco de dados do sistema para que os resultados sejam calculados e expostos mensalmente em forma gráfica para análise. A figura 24 apresenta a planilha *Dashboard*.

Além de apresentar os resultados graficamente, a pasta de trabalho contém as funções de relatório. Assim como na área de compras tem-se a planilha de relatórios financeiros, a função Relatório OS traz os relatórios de serviço referentes as ordens de serviço do período desejado. Para uma melhor compreensão dos resultados, todos relatórios, financeiro ou de serviço, estão dentro de uma tabela dinâmica. Silva e Vargas (2009) definem em seu livro tabela dinâmica como sendo um recurso do Excel capaz de resumir dados de uma planilha que possui uma grande quantidade de informação gerando respostas rapidamente. Ou seja, a partir de um

banco de dados pode-se extrair apenas os dados e relações desejadas a partir de uma tabela dinâmica. Então, pode-se gerar relatórios relacionando variáveis impostas pela gerência.

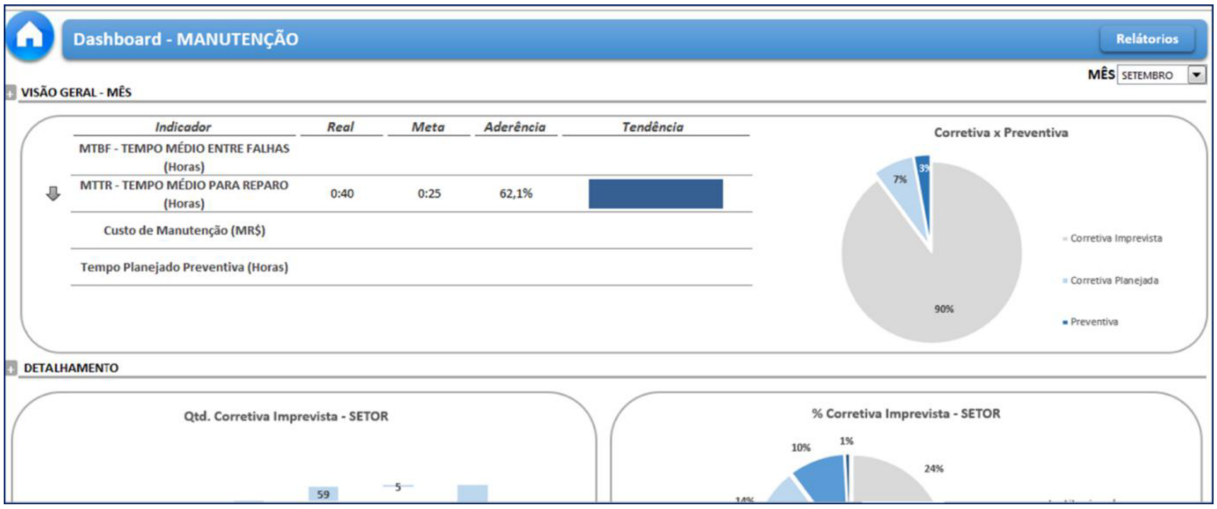


Figura 24 – Planilha *Dashboard*

6.6 Aplicação do Sistema

Após o desenvolvimento da pasta de trabalho do sistema de planejamento e controle da manutenção, iniciou-se a implantação do mesmo na rotina da empresa. Em um primeiro momento realizou-se uma reunião, onde estavam presentes os líderes de todos os departamentos e setores. O PCM apresentou o sistema e compartilhou com todos como seria o seu funcionamento e qual a contribuição de cada um para a sua implantação.

Com o apoio da alta gerência da fábrica, criou-se novos fluxogramas de trabalho para a atividade de compras e intervenções da manutenção. O procedimento para os pedidos de compras de material, antes feito de maneira manual, passou a ser realizado via e-mail e controlado pelo sistema da manutenção. As solicitações passaram a ser estudadas antes de serem realizados os pedidos com a intenção de evitar retrabalho. O setor de compras e o PCM começaram a manter um contato contínuo para dar agilidade as compras. A figura 25 apresenta o fluxo adotado para os pedidos.

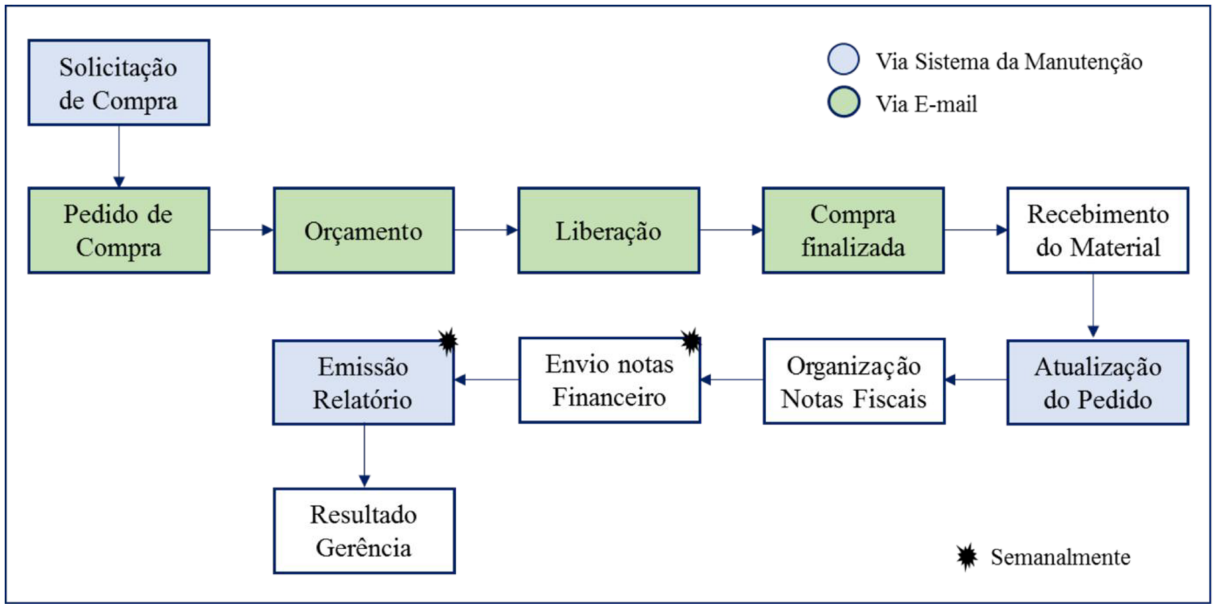
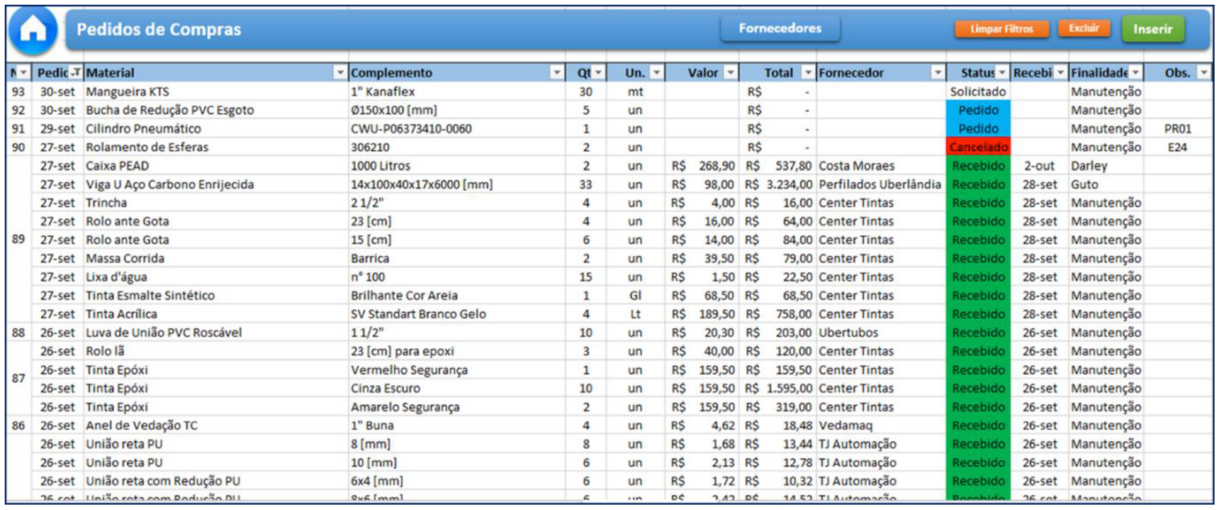


Figura 25 – Diagrama de fluxo dos pedidos de compras adotado com o Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção

O PCM passou a ter um contato com o pedido de compras do início ao fim. Os pedidos passaram a ser trabalhados depois do recebimento do material, quando estes ainda precisam ser atualizados, organizados e relatados para análise da gerência. Os relatórios contêm a relação entre todas as informações do pedido. Assim como nos pedidos de compras, os serviços terceirizados também passaram a ser acompanhados pelo PCM. Este deve criar a solicitação de serviço no sistema e ir atualizando a cada nova informação. Depois do serviço concluído e finalizado no sistema, seus documentos também precisam ser organizados e passados para o departamento financeiro. Relatórios devem ser emitidos semanalmente e entregues a gerência para análise e possíveis intervenções nos serviços pendentes. A figura 26 mostra a planilha de registro dos pedidos de compras.



Pedidos de Compras

Fornecedores | Limpar Filtros | Excluir | Inserir

N	Pedic	Material	Complemento	Qt	Un.	Valor	Total	Fornecedor	Status	Recebi	Finalidade	Obs.
93	30-set	Mangueira KTS	1" Kanaflex	30	mt		R$ -		Solicitado		Manutenção	
92	30-set	Bucha de Redução PVC Esgoto	Ø150x100 [mm]	5	un		R$ -		Pedido		Manutenção	
91	29-set	Cilindro Pneumático	CWU-P06373410-0060	1	un		R$ -		Pedido		Manutenção	PR01
90	27-set	Rolamento de Esferas	306210	2	un		R$ -		Cancelado		Manutenção	E24
	27-set	Caixa PEAD	1000 Litros	2	un	R$ 268,90	R$ 537,80	Costa Moraes	Recebido	2-out	Darley	
	27-set	Viga U Aço Carbono Enrijecida	14x100x40x17x6000 [mm]	33	un	R$ 98,00	R$ 3.234,00	Perfilados Uberlândia	Recebido	28-set	Guto	
	27-set	Trincha	2 1/2"	4	un	R$ 4,00	R$ 16,00	Center Tintas	Recebido	28-set	Manutenção	
	27-set	Rolo ante Gota	23 [cm]	4	un	R$ 16,00	R$ 64,00	Center Tintas	Recebido	28-set	Manutenção	
89	27-set	Rolo ante Gota	15 [cm]	6	un	R$ 14,00	R$ 84,00	Center Tintas	Recebido	28-set	Manutenção	
	27-set	Massa Corrida	Barrica	2	un	R$ 39,50	R$ 79,00	Center Tintas	Recebido	28-set	Manutenção	
	27-set	Lixa d'água	nº 100	15	un	R$ 1,50	R$ 22,50	Center Tintas	Recebido	28-set	Manutenção	
	27-set	Tinta Esmalte Sintético	Brilhante Cor Areia	1	Gl	R$ 68,50	R$ 68,50	Center Tintas	Recebido	28-set	Manutenção	
	27-set	Tinta Acrílica	SV Standart Branco Gelo	4	Lt	R$ 189,50	R$ 758,00	Center Tintas	Recebido	28-set	Manutenção	
88	26-set	Luva de União PVC Roscável	1 1/2"	10	un	R$ 20,30	R$ 203,00	Ubertubos	Recebido	26-set	Manutenção	
	26-set	Rolo lã	23 [cm] para epoxi	3	un	R$ 40,00	R$ 120,00	Center Tintas	Recebido	26-set	Manutenção	
87	26-set	Tinta Epóxi	Vermelho Segurança	1	un	R$ 159,50	R$ 159,50	Center Tintas	Recebido	26-set	Manutenção	
	26-set	Tinta Epóxi	Cinza Escuro	10	un	R$ 159,50	R$ 1.595,00	Center Tintas	Recebido	26-set	Manutenção	
	26-set	Tinta Epóxi	Amarelo Segurança	2	un	R$ 159,50	R$ 319,00	Center Tintas	Recebido	26-set	Manutenção	
86	26-set	Anel de Vedação TC	1" Buna	4	un	R$ 4,62	R$ 18,48	Vedamaq	Recebido	26-set	Manutenção	
	26-set	União reta PU	8 [mm]	8	un	R$ 1,68	R$ 13,44	TJ Automação	Recebido	26-set	Manutenção	
	26-set	União reta PU	10 [mm]	6	un	R$ 2,13	R$ 12,78	TJ Automação	Recebido	26-set	Manutenção	
	26-set	União reta com Redução PU	6x4 [mm]	6	un	R$ 1,72	R$ 10,32	TJ Automação	Recebido	26-set	Manutenção	

Figura 26 – Planilha Pedidos de Compras

Para a aplicação das ordens de serviço, realizou-se uma reunião específica entre os líderes da produção e a equipe de manutenção. As solicitações de manutenção corretiva antes eram feitas via rádio para toda a equipe de manutenção e os mantenedores decidiam quando e qual solicitação iam atender. Estas passaram a ser concentradas no PCM. Este tem a responsabilidade de encaminhá-las aos mantenedores. O coordenador da manutenção se tornou responsável por coordenar as ações e auxiliar o PCM nas decisões de priorização das solicitações. A gerência da manutenção continuou sendo consultora das manutenções.

Dentro do sistema de manutenção desenvolvido, as ordens de serviço têm a função de alimentar a base de dados, oficializar a solicitação, documentar a ação e guiar os mantenedores. Nelas precisão estar contidas as referências do serviço para a eficácia da intervenção. As ordens de serviço precisam estar corretamente preenchidas para não gerar dados falsos. Os líderes da produção passaram a ter a obrigação de passar informações da solicitação via rádio. Para as manutenções corretivas, as informações iniciais para a abertura da ordem são: número e data da solicitação, código do equipamento, qual a falha identificada e hora de abertura. A produção deve passar o código do equipamento, a falha, a gravidade e se a produção está parada. Estas informações são utilizadas para realizar a abertura da ordem. As demais são preenchidas automaticamente pela planilha programada em VBA (figura 27).

O.S. Manutenção Corretiva Imprevista — Equipamentos — Excluir — Inserir

Nº	Data	Cód.	Setor	Equipamento	Serviço	Responsáv	Auxiliar	Início	Fim	Total	Status	Obs.
633	29-set	E07	2	Diversos	Regulagem de bico	Thallys	Daniel	15:06	15:25	0:19	Finalizado	
632	29-set	E13	1	Limpador Gel / Amaciante	Regulagem de volume	ítalo		15:06	15:35	0:29	Finalizado	
631	29-set	E09	2	Diversos	Fixação da barreira	Thallys		14:37	15:02	0:25	Finalizado	
630	29-set	EC01	4	Encartuchadora	Regulagem de máquina	W. Ricardo		14:35	15:04	0:29	Finalizado	
629	29-set	E46	1	Higi Calcinha	Regulagem de bico	João Paulo	Danilo	14:31	15:48	1:17	Finalizado	
628	29-set	E04	2	Diversos	Setup	Daniel		14:30	15:33	1:03	Finalizado	
627	29-set	E25	1	Amaciante / Desinfetante /	Regulagem de bico	João Paulo		14:18	15:02	0:44	Finalizado	
626	29-set	E05	2	Diversos	Setup	Thallys		13:44	14:36	0:52	Finalizado	
625	29-set	RT11	3	Rotuladora	Regulagem de rótulos	ítalo	Danilo	10:39	11:12	0:33	Finalizado	
624	29-set	E22	1	Limpa Cerâmicas	Troca de borrachas dos bicos	ítalo		10:05	11:31	1:26	Finalizado	Realizar 11:15
623	29-set	EC02	4	Encartuchadora	Regulagem de máquina	W. Ricardo		7:43	9:58	2:15	Finalizado	
622	29-set	E03	2	Diversos	Retirada de vazamento dos bicos	Thallys		9:53	10:03	0:10	Finalizado	
621	29-set	LC02	1	Lacradora	Regulagem de máquina	Thallys		9:48	9:57	0:09	Finalizado	
620	29-set	E14	1	Alvejante Sem Cloro / Limp	Regulagem de máquina	Danilo		9:45	9:55	0:10	Finalizado	
619	29-set	E06	2	Diversos	Troca de mangueira de transferência e regulagem de bico	ítalo		9:01	9:35	0:34	Finalizado	
618	29-set	RT11	3	Rotuladora	Regulagem de rótulos	ítalo		8:50	9:04	0:14	Finalizado	
617	29-set	LC01	2	Lacradora	Troca do braço superior	Thallys		8:40	9:04	0:24	Finalizado	
616	29-set	E20	1	Limpa Aluminio (Pead)	Borrachas do bico	ítalo		8:25	8:54	0:29	Finalizado	
615	29-set	E27	1	Detergente Automotivo / S	Regulagem de sensor	Wagner		8:15	8:26	0:11	Finalizado	
614	29-set	E04	2	Diversos				8:10	8:10	0:00	Cancelada	

Figura 27 – Planilha de Ordens de Serviço para manutenção corretiva imprevista

Ficou decidido na reunião que a decisão de selecionar o tipo de manutenção corretiva cabe ao PCM, coordenador de manutenção e aos líderes de produção. Com isso, cada parte opina sobre a solicitação e decide-se, conforme figura 28, entre planejada ou imprevista. Na maioria das vezes o serviço é claro e o tipo de corretiva já vem implícito na solicitação. As ordens de manutenção preventiva são de total responsabilidade da manutenção. A produção só auxilia na programação da ordem, falando quando a máquina pode parar para a intervenção. Assim, cabe ao PCM preencher todos os dados das ordens de serviço preventiva e colocá-las em prática juntamente com a equipe de manutenção.

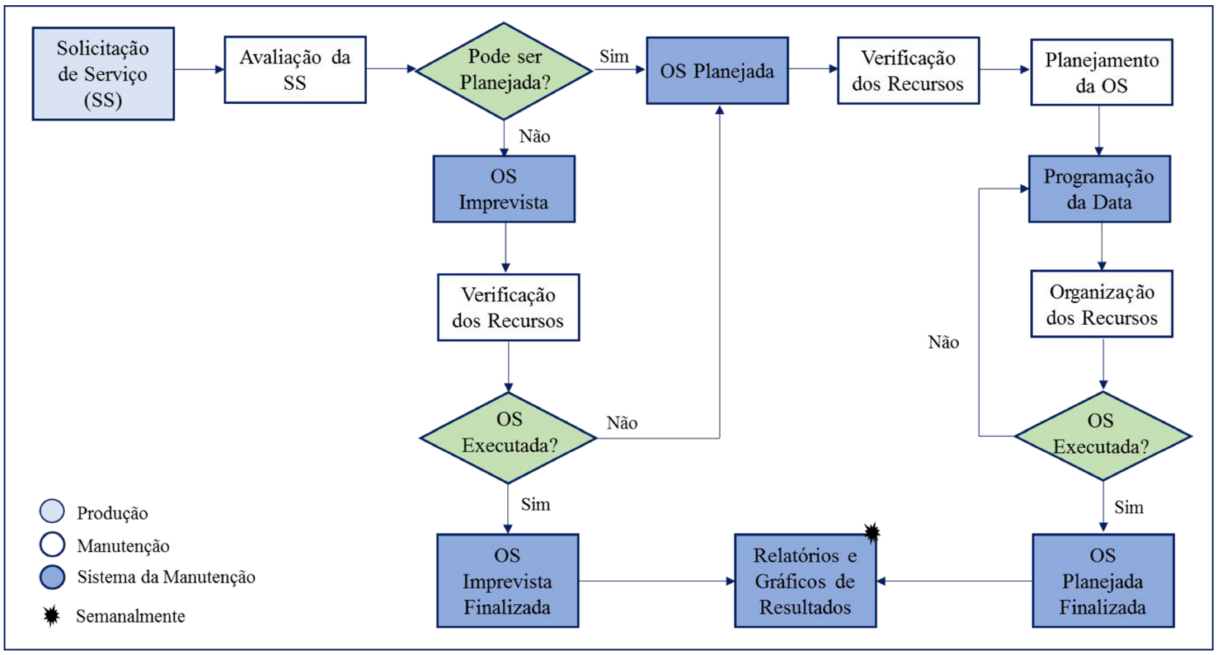


Figura 28 – Diagrama das Ordens de Serviço de manutenção corretiva

Primeiramente, trabalhou-se no sistema somente as ações corretivas. As preventivas ficaram para a continuidade da aplicação das ordens de serviço. No iniciou da adoção das ordens corretivas encontrou-se resistência por parte da produção e dos mantenedores. Como já era esperado, o PCM manteve o processo de aplicação e aos poucos os novos procedimentos começaram a funcionar e a gerar resultados.

6.7 Análise de Dados

A aplicação do sistema de planejamento e controle automatizado da manutenção iniciou-se no dia 24 de agosto de 2017 e continuou até a data desta escrita. Ao todo foram 43 dias de utilização do sistema pelo PCM da empresa. Obtiveram-se resultados que refletiram de forma instantânea na rotina da empresa e aqueles que servirão para análise futura. Todos eles são referência para a continuidade e sucesso do processo de implantação.

Como resultados instantâneos, pode-se citar o acompanhamento gráfico diário das ordens de serviço corretivas e pedidos de compras. No painel inicial do sistema, existem três gráficos, sendo dois referentes as manutenções corretivas e um financeiro. Os dois primeiros auxiliam o PCM a realizar a gestão de mão de obra. O primeiro gráfico indica diariamente quantas ordens de corretivas estão abertas e quais são os *status* delas. O segundo mostra quanto em horas cada mantenedor trabalhou no dia e quantas ações realizou. Para o acompanhamento financeiro o gráfico dinâmico indica os custos das compras e serviços terceirizados do mês vigente. Também indica a quantidade de pedidos e serviços solicitados e quais são os *status* deles. Estas informações contribuem para a gestão das compras e solicitações de serviço. A figura 29 traz um exemplo de gráficos para um dia de trabalho.



Figura 29 – Gráficos da solicitações diárias de manutenção corretivas e pedidos de compras

A planilha *Dashboard* apresenta os resultados gerais do departamento de forma gráfica. Estes proporcionam a identificação e análise quantitativa das atividades da manutenção. Para a exposição dos resultados, foram considerados os dados referentes ao mês de setembro. Com isso, a visão geral do *dashboard* se resume nos indicadores da manutenção e na relação entre manutenções preventivas e corretivas, conforme as figuras 30 e 31.

Indicador	*Real*	*Meta*	*Aderência*	*Tendência*
MTBF - Tempo Médio para Falhas (Horas)				
MTTR - Tempo Médio para Reparo (Horas)	0:40	0:25	62,1%	
Custo de Manutenção (MR$)				
Tempo Planejado Preventiva (Horas)				

Figura 30 – Indicador de desempenho Tempo Médio para Reparo (MTTR)

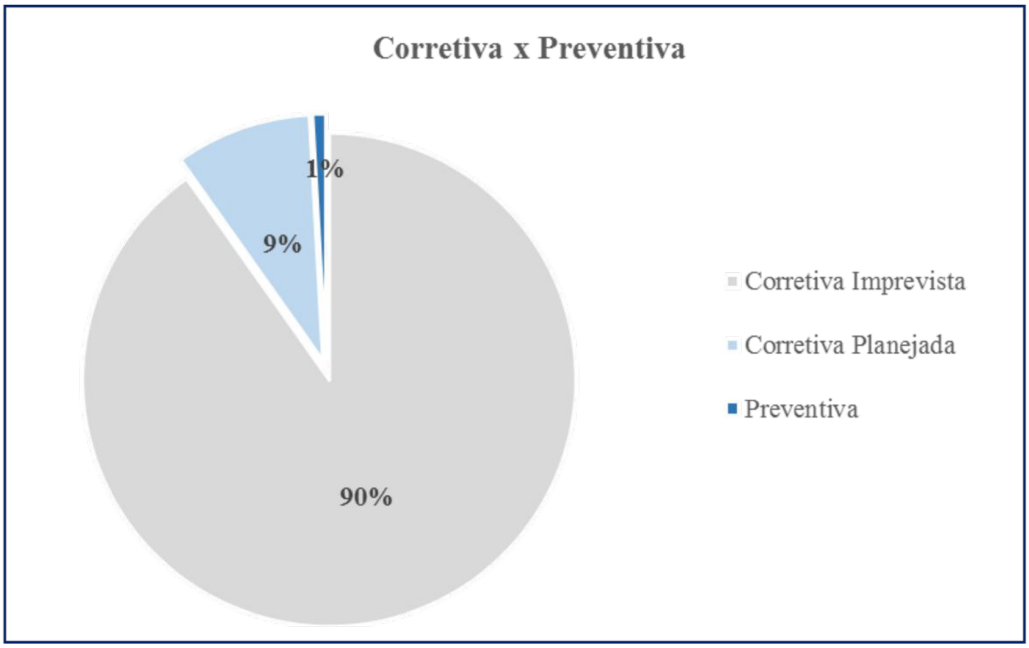


Figura 31 – Gráfico de manutenção corretiva por preventiva

Como dito anteriormente, a aplicação das manutenções preventivas não ocorreu conforme o esperado, com isso verifica-se a quase insignificativa participação delas no resultado final, tendo apenas 6 manutenções realizadas. Pode-se considerar que 99% das manutenções da empresa são corretivas, sendo essas 561 imprevistas e 55 planejadas. Como apresentado na figura 30, apenas o indicador MTTR (Tempo médio para Reparo) foi calculado. Seu valor no mês de setembro foi de 40 minutos, sendo a meta imposta pela gerência 25 minutos, o indicador apresentou uma aderência de 62,1% com a meta.

Na seção de detalhamento da planilha *Dashboard* estão os gráficos que relacionam as manutenções corretivas com outras variáveis. Os primeiros gráficos que aparecem contêm a quantidade de serviços corretivos separados por setor da produção. Os resultados estão em dois gráficos, um com o número de intervenções corretivas e outro com a porcentagem, conforme figura 32.

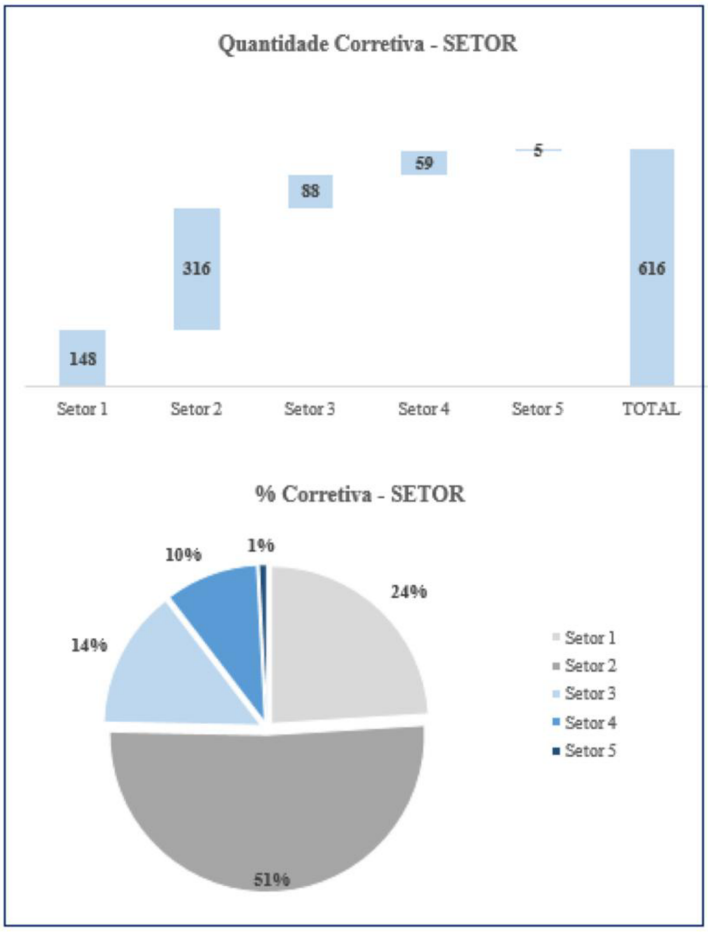


Figura 32 – Gráficos da quantidade de Ordens de Serviço de manutenção corretiva por setor

Observa-se que 51% das chamadas estão concentradas no setor 2 e 24% no setor 1. Tendo 222 ativos cadastrados nos 5 setores, 90 deles encontra-se no setor 2 e 81 no setor 1. Juntos, os dois setores contêm 77% dos ativos da empresa e isso confirma a superioridade das chamadas corretivas. Considerando somente as envasadoras da produção, encontra-se 11 para o setor 1, 32 para o setor 2 e 7 para o setor 3. Sendo as envasadoras os ativos centrais da produção, a maior quantidade deles no setor 02 justifica a concentração de mais da metade das intervenções corretivas.

Dando continuidade no detalhamento das intervenções por setor, tem-se o tempo total gasto com intervenções corretivas em cada ativo durante o mês. Este gráfico permite selecionar o setor que deseja observar e ele mostra somente os ativos que receberam algum tipo de serviço junto com a soma do tempo gasto nas manutenções. Observa-se na figura 33 o gráfico do tempo de manutenção dos ativos do setor 2.

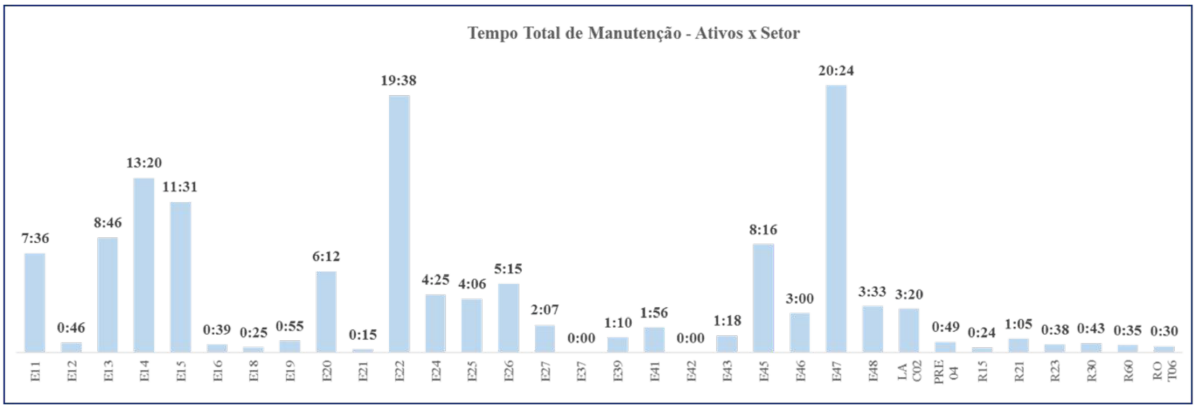


Figura 33 – Gráfico do tempo total de manutenção de ativos por setor

No mês de setembro obteve-se o total de 133 horas e 37 minutos de chamadas corretivas para o setor 2. Esse valor é alto, porém observa-se que das 32 envasadoras encontradas no setor, 24 tiveram chamada, sendo que para duas delas os serviços foram cancelados. Pode-se afirmar que alguns ativos se destacaram negativamente. O ativo E47 foi o que possuiu mais horas de serviço corretivo, o total de 20 horas e 24 minutos. Se somarmos o tempo dos 4 ativos que mais necessitaram de corretivas obtém-se 64 horas e 13 minutos. Este valor corresponde a 48% do total de horas de serviço corretivo do setor. Assim, pode-se afirmar que os ativos E47, E22, E15 e E14 precisam de uma atenção especial para melhoria de desempenho.

Como dito no início deste desenvolvimento, foi possível calcular somente o indicador MTTR. Os demais índices de classe mundial necessitam de variáveis como faturamento da empresa e tempo total de produção para serem calculados e estes não foram disponibilizados pela alta administração. Encontrou-se no MTTR um indicador chave para auxiliar na gestão dos equipamentos e pessoas. Ele foi apresentado graficamente para os ativos centrais da produção conforme figura 34.

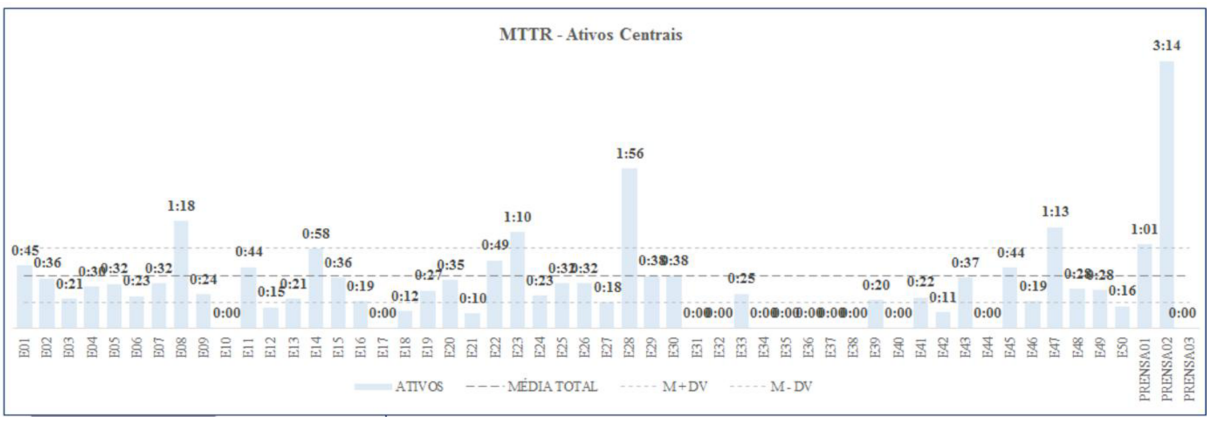


Figura 34 – Gráfico do MTTR dos ativos centrais da Produção

O resultado encontrado foi um MTTR de 38 minutos. Comparando este valor com o MTTR encontrado para todos os reparos, encontrou-se uma diferença 2 minutos. Com esta variação de 5% pode-se concluir que os ativos centrais da produção são os que mais impactam no MTTR da manutenção. Além disso, observa-se no gráfico os ativos que se destacaram positivamente e negativamente. O ativo PS02 foi o que apresentou maior MTTR, 3 horas e 14 minutos. Os ativos E28, E08, E47 e E23 também apresentaram o valor acima da média geral somada ao desvio padrão. Para aqueles que ficaram abaixo do MTTR considerado como a meta do setor, 14 ativos, pode-se considerar um bom desempenho da equipe e uma maior facilidade dos serviços realizados.

A gestão dos recursos humanos do setor é auxiliada pelo resultado do tempo médio gasto por cada mantenedor durante um reparo. O tempo médio deles é o mesmo do MTTR geral e serve como base para comparação da performance do colaborador. O gráfico da figura 35 apresenta além do tempo, a quantidade de intervenções corretivas realizadas por cada mantenedor. Observa-se que quase todos se mantiveram próximo a média. Dois deles obtiveram um valor alto, porém, estes podem ser explicados pelo tipo de serviço realizado por cada um. As duas menores médias pertencem aos mantenedores da elétrica e eletrônica. Além de atenderem o menor número de solicitações, pode-se afirmar que conseguem realiza-las de maneira mais rápida. A quantidade de intervenções de cada mantenedor variou muito. Isto pode ter sido reflexo de alguns acontecimentos durante o mês de setembro. Um deles foi a demissão do mantenedor que realizou apenas 3 intervenções. As demais variações estão ligadas ao tipo de serviço realizado por cada um além dos auxílios prestados entre eles, que não contam como uma nova manutenção.

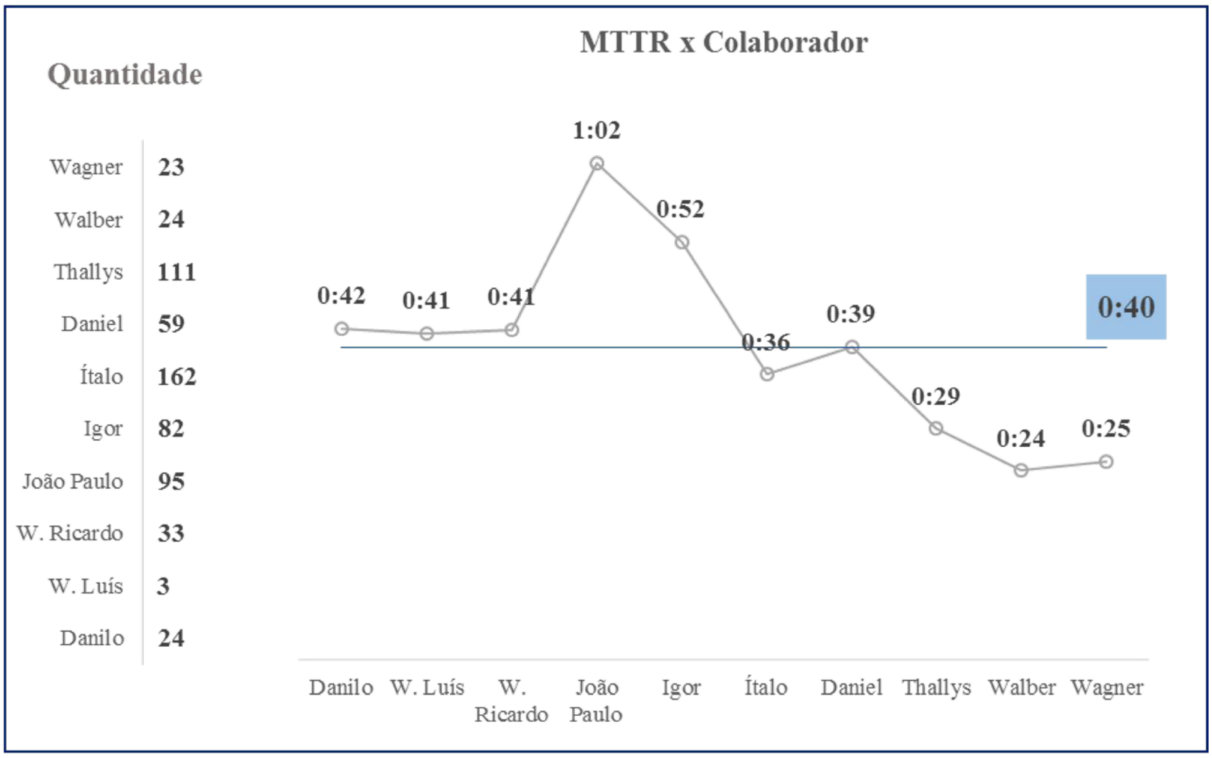


Figura 35 – Gráfico do tempo médio da ação por mantenedor

Um dos serviços mais solicitados pela produção é o *setup*. Este consiste em adaptar a máquina para um novo produto ou embalagem. A manutenção é responsável por realizar este serviço. Os *setups* são solicitados como se fossem manutenções corretivas imprevistas, pois a produção não consegue prevê-los e a manutenção deve realizá-los de maneira rápida. O resultado dos *setups* é importante para a produção e manutenção poderem estudarem e agirem de maneira inteligente para poder evitá-los ou agilizá-los. O gráfico da figura 36 apresenta o desempenho da manutenção nos *setups* realizados no mês de setembro.

No total são 10 ativos da produção que necessitam de *setup*. Entre eles estão 4 ativos localizados no setor 1 e 6 no setor 2. Observa-se que, mesmo com menos ativos, o setor 1 contribuiu com mais intervenções deste tipo. Ele representou 61% dos *setups* realizados, sendo 57 no total. Considerando os valores das médias dos serviços, observa-se uma maior média para a execução nas envasadoras do setor 2. Pode-se destacar a E28, que demorou em média 5 horas e 3 minutos para a manutenção finalizar um *setup*. As envasadoras E14, E15, E25, E45 e E47 possuíram médias entre 50 minutos e 2 horas e 44 minutos, sendo estas sempre superiores se comparadas as médias dos *setups* do setor 1. O maior tempo de *setup* dedicado aos ativos do setor 2 pode ser explicado pela maior complexidade da máquina e do serviço. Com isso, pode-se afirmar que existem possibilidades de melhoria nos *setups* para a produção e manutenção.

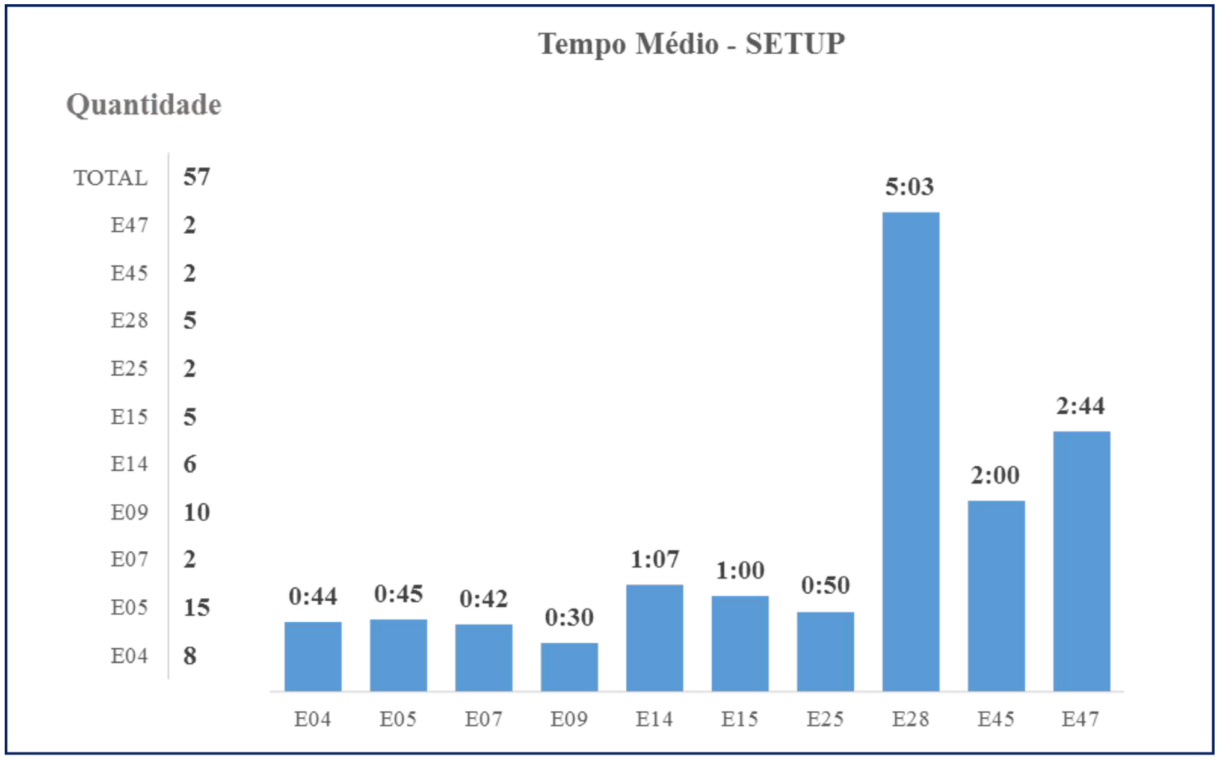


Figura 36 – Gráfico do tempo médio para *Setup*

A planilha *Dashboard* apresenta a seção de custos para estudos financeiros. Nesta encontram-se dois gráficos, um contendo uma perspectiva geral dos gastos e outro mais específico da área de compras. A figura 37 traz a informação dos custos das compras pelos custos dos serviços terceirizados. Apresentam a participação destes no total gasto pela manutenção. Observa-se que do total de R$ 59.558,59 as compras representaram 72% desse valor, com um custo de R$ 42.757,59. Os serviços terceirizados contribuíram para o custo total com os demais 28%. Por representar a maioria dos gastos, as compras foram detalhadas no gráfico presente na figura 38. Este é um gráfico de Pareto que traz os gastos com compras separadas por tipo de material. Tem-se que no mês de setembro, os gastos com tubos e conexões em geral e materiais elétricos significaram 44% do total das compras. Pode-se considerar os gastos com materiais para pintura, perfilados metálicos, vedações em geral e materiais para automação como grandes contribuintes aos custos da manutenção.

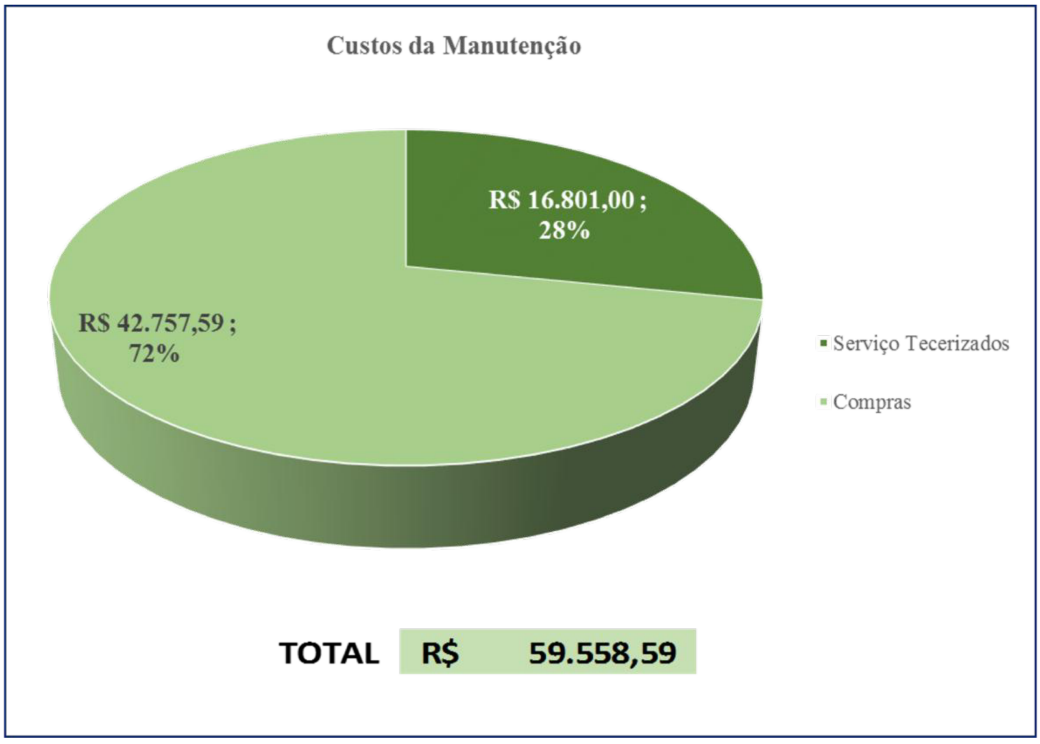


Figura 37 – Gráfico dos custos da Manutenção

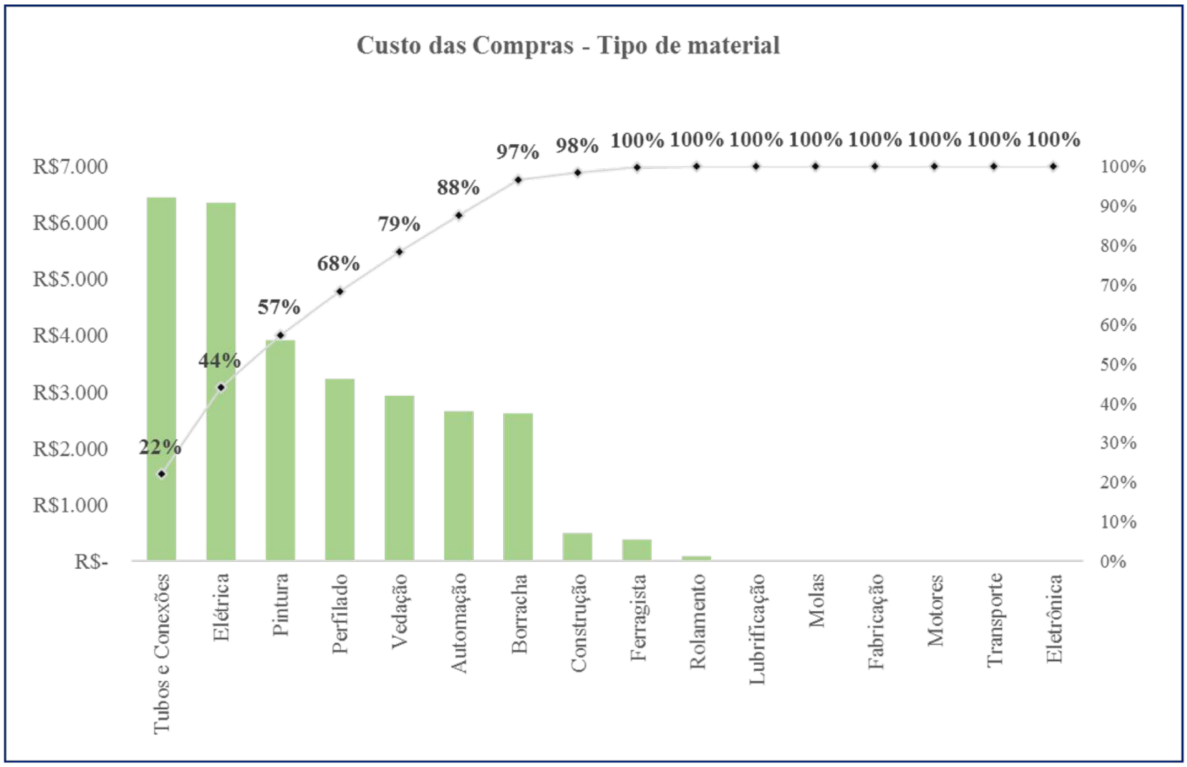


Figura 38 – Gráfico das compras por tipo de material

6.8 Resultados

A implantação do sistema de planejamento e controle da manutenção necessitou de uma mudança de cultura e ações dentro da organização. O departamento de manutenção precisou ser treinado para a aplicação do novo método de trabalho. Os demais departamentos tiveram que conhecer e se adaptar a ele. Em um primeiro momento foi encontrado resistência por ambos os lados, como já era esperado pelo estudo da teoria quando se fala de mudança de cultura dentro de uma empresa. Mesmo não conseguindo os resultados esperados, o projeto trouxe algumas melhorias para o setor de manutenção e estas refletiram dentro de toda a empresa.

A criação do PCM junto ao sistema da manutenção foi a primeira ação e a mais significativa para o projeto. A estrutura organizacional da manutenção passou a ter o PCM como parte integrante (figura 39). Ela permaneceu, de acordo com a bibliografia, com uma estrutura central em linha e passou a ter o PCM ao lado hierárquico da coordenação da manutenção. Com a presença do PCM, todos os métodos e procedimentos de trabalho foram alterados. Foram definidas as atividades chaves do PCM e como este deve utilizar o sistema para auxiliar as execuções e análises gerenciais. Assim, pode-se afirmar que a presença PCM e a utilização do sistema para planejar e controlar as atividades trouxe uma organização administrativa para o setor que antes não existia.

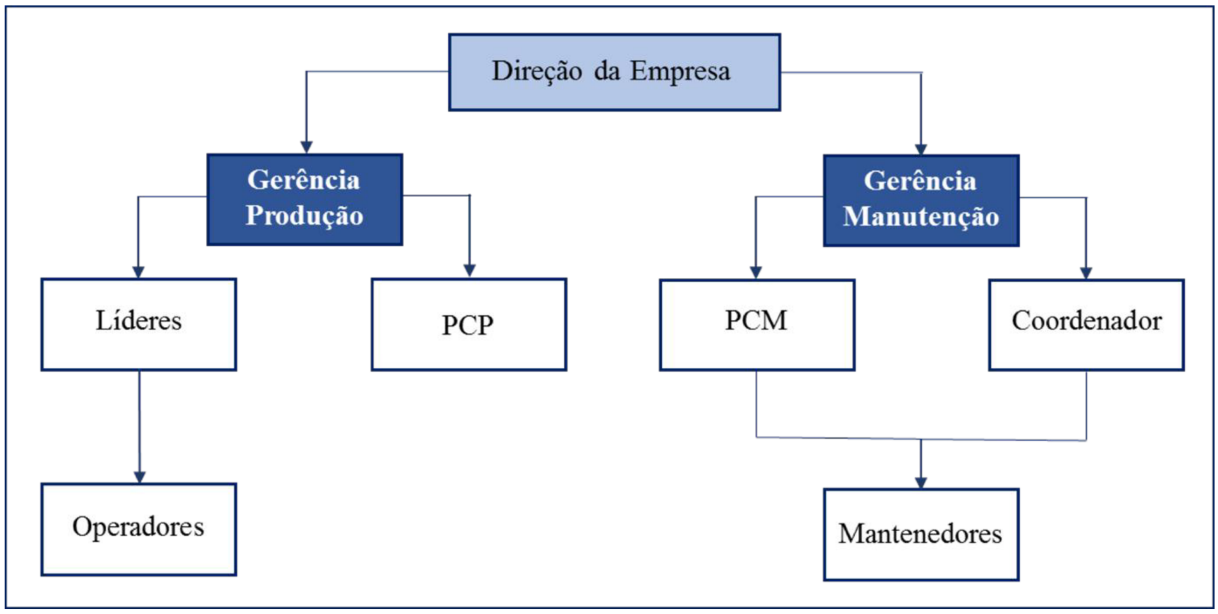


Figura 39 – Nova organização da Manutenção

As ações corretivas são a grande maioria das intervenções da manutenção. Com a centralização das solicitações corretivas no PCM o tempo de resposta se tornou mais eficiente. Antes, os líderes de produção tinham que aguardar a resposta de algum mantenedor, o que poderia demorar por esta não ser uma atividade chave deles. De acordo com o que foi constatado, anterior a aplicação das ordens de serviço, muitas solicitações de serviço se perdiam por motivos de esquecimento. Isto gerava repetição das solicitações e prejudicava a relação entre a produção e manutenção. Os outros departamentos também enfrentavam este problema ao se comunicar com a manutenção. A responsabilidade do PCM de receber as solicitações e abrir as ordens de serviço aumentou a confiança da manutenção e melhorou a comunicação entre o departamento e a empresa.

Um dos resultados que refletiu instantaneamente no setor foi a utilização dos gráficos de acompanhamento dos *status* das intervenções e quantidade de horas diárias trabalhadas por mantenedor. Coube ao PCM indicar os serviços de maneira inteligente, sempre visando a divisão igualitária. O acesso a estas informações contribui positivamente na justiça das decisões do PCM além auxiliar no planejamento das ações baseado nos recursos e horas disponíveis. Podendo ser acessado pela gerência da manutenção e produção a qualquer momento, estes gráficos permitiram também o compartilhamento da situação diária da manutenção entre as partes interessadas.

As informações dos gastos com cada tipo de material passaram a auxiliar o PCM e o setor de compras nas negociações com os fornecedores. Saber a quantidade comprada em cada fornecedor se tornou uma vantagem da empresa para conseguir melhores preços e prazos de entrega. A organização administrativa dos documentos das compras contribuiu para evitar problemas de caráter financeiro. Com isso, a imagem da manutenção frente aos setores de compras e finanças da empresa melhorou por este estar mais organizado e ter conhecimento de sua situação financeira e pedidos de compra.

Sobre as aplicações das ordens de serviço, obteve-se como resultado o indicador MTTR. A teoria nos mostra que este está ligado a mantenabilidade dos ativos. Assim, pode-se afirmar que quanto melhor for o MTTR, melhor será a mantenabilidade e consequentemente a disponibilidade dos ativos. O MTTR obtido no final do mês de agosto nos indicou um valor de 35 minutos. Setembro, conforme apresentado nos resultados, apresentou um MTTR de 40 minutos. Em outubro o MTTR também foi de 40 minutos, sendo considerado apenas 6 dias de serviço. Em cima do primeiro valor a gerência de manutenção colocou uma meta a ser superada no valor de 25 minutos. Observou-se uma piora do MTTR em relação a agosto, mas está não

significa que a mantenabilidade piorou. Somente quando o PCM obtiver um tempo maior de aplicação das ordens é que os indicadores apresentarão uma maior confiança para que se possa tirar as devidas conclusões. Por enquanto a única melhora foi o começo da utilização de indicadores para gestão da manutenção.

O sistema de planejamento e controle da manutenção trouxe um aumento na documentação dos serviços. Como observa-se na figura 40, para o setor 1 da produção houve um aumento expressivo nos registros. Não se pode considerar que as manutenções corretivas mensais dos ativos localizados no setor 1 cresceram em 427%, de 22 para 94. É um valor muito grande e só seria válido se algo incomum ocorresse durante o período estudado. Com isso, conclui-se que para o setor 1 obteve-se 427% de crescimento nos registros das intervenções corretivas no período de junho a setembro.

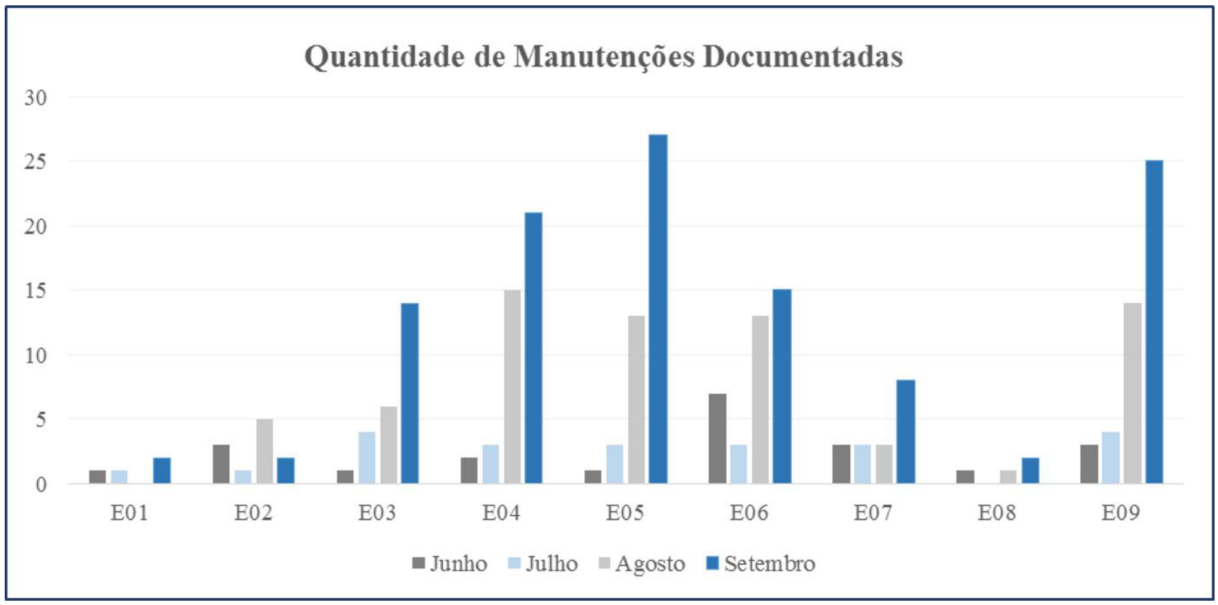


Figura 40 – Crescimento dos registros de manutenção

No geral, quanto maior for a quantidade e variação dos dados da manutenção armazenados no sistema, mais consistentes serão os resultados, maiores serão as possibilidades de análise e consequentemente melhores serão as conclusões. Informações referentes aos mantenedores e suas ações, geradas em relatórios ou gráficos, contribuíram positivamente com a gestão de pessoas. Os dados sobre serviços possibilitaram o início dos estudos em cima de melhorias pontuais nos ativos. Os resultados mostrados para os *setups* são um exemplo de como estes dados podem ser utilizados para melhorar a eficácia do setor. Pode-se identificar quais mantenedores estão tendo mais dificuldade para realizar a ação e oferecer treinamentos para

capacitá-los. Também é possível observar qual máquina precisa de atenção e planejar intervenções com o intuito de facilitar o serviço.

6.9 Sugestões para Continuidade

O intuito deste trabalho era abordar os resultados de forma quantitativa, para junto com a teoria, basear-se em dados para indicar melhorias e propor outros projetos para continuidade da implantação. Infelizmente, o atraso em cima na decisão de compra ou criação do *software* somado com a falta de compartilhamento de dados pela produção impediram a conclusão desejada no início do desenvolvimento deste projeto. Porém foi possível analisar-se de forma qualitativa os resultados obtidos com a definição do PCM e a criação e implantação do sistema de planejamento e controle. Em cima destas, serão apresentadas a seguir sugestões de continuidade para o projeto realizado.

- Estudos sobre a implementação do sistema de planejamento e controle da manutenção e seus indicadores de desempenho;
- Aplicação de manutenção preventiva e preditiva e quais seus resultados para a eficácia da manutenção;
- Propor a atividade de compras de materiais como tarefa exclusiva do PCM e verificar possíveis melhorias;
- Estudo detalhado dos custos da manutenção e como estes se comportam em relação ao faturamento e ativos;
- Levantamento e análise das consequências dos *setups* na produtividade da organização;
- Estudo da equipe de manutenção e como esta pode melhorar sua eficácia.

7 CONCLUSÃO

No presente trabalho, foram apresentados os resultados da implantação de um sistema de planejamento e controle da manutenção em uma indústria de produtos químicos em Uberlândia. A metodologia de projeto utilizada durante o trabalho mostrou a situação da manutenção da empresa antes, durante e após a aplicação do sistema. Por meio dos resultados encontrados foi possível comparar a manutenção aplicada dentro da empresa com o cenário nacional. Concluiu-se que a empresa está fora da tendência das indústrias químicas em adotar mão de obra qualificada e intervenções mais eficazes, como preventiva e preditiva. Com isso, pode-se afirmar que existem inúmeras possibilidades de evolução e um grande caminho a ser percorrido para a excelência da manutenção da empresa.

Obteve-se sucesso na escolha do Excel como *software* para desenvolvimento do sistema de planejamento e controle. Este apresentou um baixo valor de aquisição, uma alta capacidade de tratamento de dados, uma estrutura de fácil personalização, além de proporcionar uma facilidade de compartilhamento de arquivos e informações. Assim, foi possível desenvolver um sistema que se atende aos anseios do departamento e trouxe-se melhorias para as intervenções.

De acordo com a análise feita sobre os resultados obtidos pode-se afirmar que o sistema de manutenção contribuiu em vários parâmetros da empresa. Proporcionou melhorias para processos gerenciais e operacionais, sendo a principal delas o aumento dos registros das atividades da manutenção. As informações cadastradas no sistema mostraram à empresa a importância de ter um banco de dados organizado que possibilite trabalhar e gerar respostas para auxiliar tomadas de decisões.

A padronização das atividades de manutenção foi uma consequência do projeto e trouxe benefícios aos departamentos de produção, qualidade, e compras, além de facilitar a comunicação entre os demais departamentos da empresa. Esta melhorou a imagem da manutenção dentro da organização, cumprindo um dos objetivos propostos no início do projeto.

Mesmo com as dificuldades encontradas durante o projeto, as respostas foram satisfatórias e contribuíram com a evolução da manutenção da empresa. Espera-se que este trabalho tenha refletido positivamente em toda a organização e que venha a ser um motivo de inspiração e apoio para projetos futuros em busca da excelência empresarial.

8 REFERÊNCIAS

ABNT**. NBR 5462:** Confiabilidade e Mantenabilidade. Rio de Janeiro, 1994.

ABRAMAN. **Documento Nacional:** A Situação da manutenção no Brasil. Curitiba, 2017.

ABRAMAN. **Gestão de Ativos e PAS 55**. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/sidebar/pas55>. Acesso em: 29 set. 2017.

ALMEIDA, Martinho I. R. **Manual de Planejamento Estratégico:** Desenvolvimento de um Plano Estratégico com a Utilização de Planilhas Excel. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

COMITÊ ABNT/CEE-251. **Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos.** 2013. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/Arquivos/325/325.pdf>. Acesso em: 21 set. 2017.

FERREIRA, Luciano G. R.; FERREIRA, Luiz Cláudio R. **Manutenção de Máquinas e Equipamentos.** 1998. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1998>. Acesso em: 16 maio 2017.

FILHO, Gil B. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2000.

FILHO, Gil B. **Indicadores e Índices de Manutenção.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2006.

GUZMAN, Gustavo A. C.; NACIF, Rogério S. A Influência da Estrutura Organizacional na Execução dos Processos de Produção**. Gestão de Produção e Operações**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p.54-65, ago/dez. 2003.

OLIVEIRA, José Carlos S.; SILVA, Aluísio P. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras**. Gepros. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 8, n. 3, p.53-69, jul-set. 2013.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair V. A Proposta de Desenvolvimento de Gestão da Manutenção Industrial na Busca da Excelência ou Classe Mundial. **Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 04, n. 2, p.1-16, 2008.

PEREIRA, Rafael M. et al. Administração de Produção e Operações: Evolução, Conceito e Interdisciplinaridade com as demais Áreas Funcionais. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, Resende, Anais do XII SEGeT, out. 2015.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio A. Nascif. **Manutenção: Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2007.

Project Management Institute - PMI. **A Guide to Project Management Body of Knowledge - PMBOK.** 5. ed. Newtown Square: Editora Global Standard, 2013.

SILVA, Camila C.; VARGAS, Elton S. **Excel 2007 Avançado:** Planilhas Inteligentes. Santa Cruz do Rio Pardo: Editora Viena, 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

TAVARES, Alexandre D.; GOMES, Carlos F. S. ISO 55000: The Evolution of Asset Management. **Business and Management Review**, v. 8, n. 4, p.97-103, mar. 2015.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna da Manutenção.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Novo Polo Publicações, 1999.

TAVARES, L. A. **Controle de Manutenção por Computador.** Rio de Janeiro: Editora Técnica, 1987.

XAVIER, Francisco J. C. **Manutenção como Atividade de Gestão e Estratégia:** Um Estudo na Empresa Alfa do Polo Industrial de Manaus. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Processos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

XAVIER, Júlio Nascif. **Indicadores de Manutenção**. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~castro.silva/disciplinas/MAN/indicadores_manutencao.pdf>. Acesso em: 4 set. 2017.

XAVIER, Júlio Nascif; DORIGO, Luiz Carlos. **A Importância da Gestão na Manutenção:** Como evitar "armadilhas" na Gestão da Manutenção. 2005. Disponível em: <http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2013/03/>. Acesso em: 15 set. 2017.

XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciamento a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora Indg, 2004.