

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

FÁBIO NÍCOLAS FRIEDRICH

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NA GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICOS**

São Leopoldo

2019

FÁBIO NÍCOLAS FRIEDRICH

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NA GESTÃO DA
MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Graduado em
Engenharia de Produção, pelo Curso de
Engenharia de Produção da Universidade
do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Me. Jayme Diego Silva Peixoto

São Leopoldo

2019

Dedico esse trabalho a meus familiares e amigos,
em especial, minha mãe Janete Homem, pelo
incondicional apoio.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os meus familiares, em especial, meus pais e irmãos que sempre estiveram presentes me dando forças e apoio para seguir em frente e vencer os obstáculos. Agradeço também aos meus amigos, pela compreensão, companheirismo e incentivo nesta importante fase da minha vida.

Agradeço ao professor Jayme Diego Silva Peixoto, por acreditar na minha ideia mesmo com o trabalho já em andamento. E pela sua total dedicação, incentivo, motivação na evolução do trabalho.

Finalmente, expresso minha gratidão aos professores e colegas de classe, pela convivência, amizade e troca de conhecimentos, essenciais na vida pessoal e profissional. Por fim a todas as pessoas que colaboraram de alguma forma, fazendo parte desta trajetória.

RESUMO

Devido à globalização do mercado e ao elevado nível de competição atual, as empresas buscam a cada dia inovações tecnológicas para obter um diferencial competitivo frente à concorrência. A automação do processo produtivo surge como uma das soluções para esta necessidade. Porém, automatizar um processo produtivo pode causar efeitos em outros setores. Com isto, é fundamental compreender que o setor de Manutenção tem relação direta com o processo produtivo, por isso tende a ser um dos principais afetados. Assim, o principal objetivo desta pesquisa é analisar os impactos da automação na Gestão da Manutenção de uma empresa que passou por uma transição do processo manual para o automatizado nos últimos cinco anos. Para isso, realizou-se um estudo de caso, onde são analisados os principais impactos causados pela automação no processo de Manutenção desta empresa. Podem-se constatar diferentes razões que dificultam o trabalho dos gestores de Manutenção. Por fim, a monografia apresenta oportunidades de melhorias detectadas a partir desta mudança, assim como as ações tomadas pela empresa para melhorar o desempenho do setor de Manutenção frente a elas.

Palavras-chave: Manutenção. Gestão da Manutenção. Automação Industrial.

ABSTRACT

Due to the globalization of the market and to the high level of current competition, companies are always looking for technological innovations to obtain a competitive differential in relation to their competitors. The automation of the productive process emerges as one of the solutions to this demand. However, automating a production process can have effects in other departments. Having said that, it is fundamental to understand that the Maintenance department is directly related to the production process, so it tends to be one of the main affected.

Thus, the main objective of this research is to analyze the impacts of automation in the Maintenance Management of a company that underwent a transition from the manual to the automated process in the last five years. To obtain this, a case study was carried out, in which the main impacts caused by the automation in the Maintenance process at that company are analyzed. It is possible to notice different reasons that make the work of Maintenance managers difficult. Finally, the monograph presents opportunities for improvement detected from this change, as well as the actions taken by the company to improve the performance of the Maintenance department related to them.

Key words: *Maintenance. Maintenance Management. Industrial Automation.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção de materiais plásticos em 2016.....	15
Figura 2 – Fluxo do processo produtivo manual.....	20
Figura 3 – Fluxo do processo produtivo automatizado.....	21
Figura 4 – Método integrado de Revisão Sistemática da Literatura	28
Figura 5 – Esquema simplificado do processo de injeção.....	35
Figura 6 – Etapas ciclo de injeção.....	36
Figura 7 – Arquitetura de um robô cartesiano	39
Figura 8 – Processo produtivo automatizado	40
Figura 9 – Capacidade e variedade de produção conforme tipo de automação	41
Figura 10 – Pilares TPM.....	58
Figura 11 – Representação da condução de pesquisas científicas.....	72
Figura 12 – Síntese da classificação do presente estudo de caso.....	74
Figura 13 – Passos para a condução do estudo de caso.....	76
Figura 14 – Método de trabalho	77
Figura 15 – Vista externa da empresa Frontec	83
Figura 16 – Produtos do catálogo Frontec	84
Figura 17 – Vista interna do processo produtivo	86
Figura 18 – Fluxo do processo produtivo	87
Figura 19 – Processo manual da empresa.....	88
Figura 20 – Processo automatizado da empresa	89
Figura 21 – Processo automatizado atual da empresa	91
Figura 22 – Programação semanal.	93
Figura 23 – Monitor para controle de produtividade	94
Figura 24 – Monitor para controle de produção e Manutenção	94
Figura 25 – Códigos de barras das principais paradas de Manutenção.....	95
Figura 26 – Organograma da empresa	96
Figura 27 – Ordem de Manutenção.....	98
Figura 28 – Fila de solicitações de Manutenção	99
Figura 29 – <i>Check list</i> de Manutenção Preventiva	101
Figura 30 – Listagem de controle de Manutenções Preventivas	102
Figura 31 – Lista de ações contidas em plano de ação	104
Figura 32 – Índice de Manutenção Frontec.....	106

Figura 33 – Fluxo de cadastro de Equipamentos	126
Figura 34 – Formulação do equipamento.....	128
Figura 35 – Planilha mestre de estoque.....	129
Figura 36 – Monitores de controle de Manutenção Preventiva	130
Figura 37 – Monitor de controle de Manutenções Preventivas por ciclo	132
Figura 38 – Procedimento de inspeções térmicas.....	135
Figura 39 – Programação da Manutenção	136
Figura 40 – Modelo de RQ029 - Treinamento <i>On the Job</i>	138
Figura 41 – Modelo de Instrução de trabalho.....	139
Figura 42 – Matriz de habilidades da Manutenção.....	140
Figura 43 – Instrução de Trabalho Manutenção Autônoma	142
Figura 44 – Cartões de Manutenção Autônoma.....	143
Figura 45 – Fluxo de divisão de custos.....	147

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumo aparente de transformados plásticos no Brasil (em R\$ bilhões) .	16
Gráfico 2 – Consumo aparente de transformados plásticos importados (em %)	17
Gráfico 3 – Produção de termoplásticos transformados em milhões de toneladas...	18
Gráfico 4 – Faturamento no setor de transformados plásticos em R\$ bilhões	19
Gráfico 5 – Divisão dos processos de transformação do plástico em 2015	34
Gráfico 6 – Comparativo custos de produção manual e automatizada	42
Gráfico 7 – Custo de Manutenção em relação ao faturamento bruto das empresas brasileiras (%)	66
Gráfico 8 – Número total de equipamentos produtivos	108
Gráfico 9 – Número total de injetoras	109
Gráfico 10 – Solicitações de Manutenção Corretiva e de Melhoria	110
Gráfico 11 – Solicitações de Manutenção processo automatizado	111
Gráfico 12 – Número de intervenções de Manutenção Preventiva	112
Gráfico 13 – Horas executando Manutenção Preventiva	113
Gráfico 14 – Manutenções Preventivas realizadas acima do prazo	114
Gráfico 15 – Colaboradores da Produção x Manutenção.....	115
Gráfico 16 – Evolução das ocorrências de paradas	116
Gráfico 17 – Evolução das horas de paradas.....	117
Gráfico 18 – Peças de reposição cadastradas	118
Gráfico 19 – Peças de reposição por grupo	119
Gráfico 20 – Horas utilizadas para realização de Manutenção Preventiva	131
Gráfico 21 – Atrasos de Manutenção Preventiva	133
Gráfico 22 – Indicador de custos de Manutenção / faturamento bruto (%)	148
Gráfico 23 – Indicadores MTTR e MTBF	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultado quantitativo das buscas	26
Quadro 2 – Resultado quantitativo das buscas termos simultâneos	26
Quadro 3 – Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura	29
Quadro 4 – Resultado quantitativo dos novos termos de busca	30
Quadro 5 – Vantagens e desvantagens do processo automatizado	43
Quadro 6 – Gerações da Manutenção	46
Quadro 7 – Classificação de tipos de Manutenção	48
Quadro 8 – Atividades de Manutenção	49
Quadro 9 – As 6 grandes perdas da TPM	57
Quadro 10 – Detalhamento dos pilares da TPM	59
Quadro 11 – Indicadores de desempenho por grau de importância.....	68
Quadro 12 – Classificação clássica de pesquisa	73
Quadro 13 – Síntese das oportunidades nas técnicas de Manutenção	121
Quadro 14 – Síntese das oportunidades na Gestão da Manutenção.....	123
Quadro 15 – Análise dos pilares da TPM.....	145

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
CLP	Controlador lógico programável
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
MDIC	Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SESI	Serviço Social da Indústria
TMEF	Tempo Médio Entre Falhas
TMPR	Tempo Médio Para Reparo
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	23
1.1.1 Objetivo Geral	23
1.1.2 Objetivos Específicos	23
1.2 JUSTIFICATIVA	24
1.2.1 Para a Empresa	24
1.2.2 Para a Academia	25
1.2.3 Para o Acadêmico	31
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	32
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	33
2.1 PROCESSO PRODUTIVO.....	33
2.1.1 Eficiência do Processo Produtivo	35
2.1.2 Evolução da Automação	37
2.1.3 Processo Produtivo Automatizado	38
2.2 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO.....	44
2.2.1 Evolução do Processo de Manutenção	45
2.2.2 Tipos de Manutenção	48
2.2.2.1 Manutenção Corretiva	49
2.2.2.2 Manutenção Preventiva	51
2.2.2.3 Manutenção Preditiva.....	53
2.2.3 Técnicas de Apoio à Manutenção	54
2.2.3.1 Manutenção de Melhorias	54
2.2.3.2 Manutenção Autônoma	55
2.2.3.3 Manutenção Produtiva Total (TPM - <i>Total Productive Maintenance</i>)	56
2.3 GESTÃO DA MANUTENÇÃO	60
2.3.1 PCM – Planejamento e Controle da Manutenção	60
2.3.2 Cadastro e Classificações dos Equipamentos	62
2.3.3 Peças de Reposição	63
2.3.4 Educação e Treinamento	63
2.3.5 Terceirização da Manutenção	64
2.3.6 Custos da Manutenção	65
2.3.7 Indicadores da Manutenção	67

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.....	71
3.1 INTRODUÇÃO À PESQUISA.....	71
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	72
3.3 MÉTODO DE TRABALHO	76
3.4 COLETA DE DADOS	78
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	79
3.6 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	80
4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ANALISADA.....	82
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	82
4.2 PRODUTOS COMERCIALIZADOS	84
4.3 PROCESSO PRODUTIVO.....	85
4.4 EVOLUÇÃO DO PROCESSO AUTOMATIZADO	90
4.5 CAPACIDADE PRODUTIVA	91
4.5.1 Programação e Controle da Produção	92
4.5.2 Programação e Controle da Manutenção.....	95
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	97
5.1 ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO UTILIZADA	97
5.1.1 Manutenções Corretivas.....	98
5.1.2 Manutenções Preventivas	100
5.1.3 Manutenções de Melhorias.....	103
5.1.4 Terceirização da Manutenção	105
5.1.5 Indicadores Utilizados	105
5.2 IMPACTOS DA AUTOMAÇÃO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO	107
5.2.1 Número de Equipamentos	107
5.2.2 Solicitações de Manutenção	109
5.2.3 Manutenções Preventivas	111
5.2.4 Recursos Humanos.....	114
5.2.5 Disponibilidade dos Equipamentos.....	116
5.2.6 Peças de Reposição.....	117
5.3 OPORTUNIDADES DA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO.....	119
5.3.1 Técnicas de Manutenção	120
5.3.2 Gestão da Manutenção	122
5.4 IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	124

5.4.1 Classificação dos Equipamentos	124
5.4.2 Revisão do Cadastro de Peças de Reposição	127
5.4.3 Revisão do Programa de Manutenções Preventivas.....	130
5.4.4 Programa de Manutenções Preditivas.....	133
5.4.5 Sequenciamento da Manutenção.....	135
5.4.6 Educação e Treinamento	137
5.4.7 Manutenção Autônoma.....	140
5.4.8 Manutenção Produtiva Total	144
5.4.9 Medição de Custos de Manutenção.....	146
5.4.10 Novos Indicadores	148
6 CONCLUSÕES	151
6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	152
6.2 OPORTUNIDADES DE PESQUISAS FUTURAS.....	153
REFERÊNCIAS.....	154
ANEXO A – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE PARA COLETA DE INFORMAÇÕES DA EMPRESA.....	161

1 INTRODUÇÃO

A velocidade em que a tecnologia vem evoluindo nos últimos anos tem elevado o nível de competição no ambiente industrial moderno. Com isso, surge a necessidade de as empresas inovarem e se modernizarem para atender as demandas que o mercado estabelece. (SOUSA, 2014).

Até pouco tempo, as empresas contavam com tecnologias simples que atendiam apenas seus padrões de qualidade. Atualmente, é necessário que as empresas utilizem a tecnologia para transformar seus processos. (SILVA, 2017). As inovações tecnológicas aplicadas têm como objetivo que os processos produtivos atinjam altos níveis de eficiência e melhorem o ambiente de trabalho, buscando diferenciais competitivos frente à concorrência. (SOUSA, 2014).

Para as empresas que buscam melhorar a sua competitividade, as inovações tecnológicas são essenciais. Somente se adaptando a elas será possível desenvolver conjuntos de processos e serviços eficientes e que atendam as necessidades de mercado. (AMORIM et al., 2013).

Conforme Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) (2018), as indústrias brasileiras de maneira geral, estão vivendo o desafio de aumentar sua produtividade. Para isso são necessárias medidas inovadoras que auxiliem as empresas na busca de diferenciais competitivos.

Diante deste cenário, a automação dos processos produtivos surge como uma das possíveis soluções na busca de vantagens competitivas frente à concorrência. A automação de um processo pode ser aplicada para atender diferentes objetivos, como por exemplo: aumentar eficiência, aumentar o volume produzido, reduzir consumos de matéria prima e energia elétrica, reduzir a dependência de intervenção humana e melhorar as condições de segurança de determinado processo. (CAMARGO, 2014).

O processo de automação pode ser definido como a realização de tarefas sem intervenção humana, onde os equipamentos têm capacidade de operar seguindo apenas códigos de programação. (SPINOLA; PESSOA, 2014).

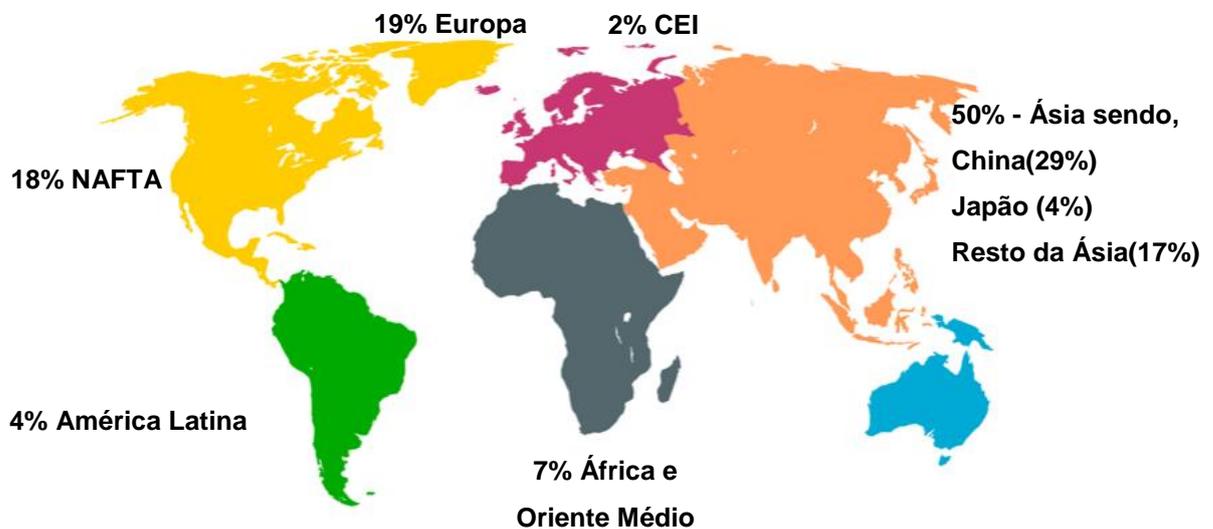
Visto a necessidade de aumento na produtividade, empresas estão buscando automatizar seus processos produtivos. Neste contexto insere-se a empresa objeto deste estudo. Esta empresa atua na transformação de um termoplástico específico, por meio de um processo de injeção, onde o processo de embalagem dos produtos

era realizado manualmente por um operador. Ao longo dos últimos cinco anos, a empresa vem passando por um processo de automatização da linha produtiva, com o objetivo de ter um diferencial competitivo perante a concorrência.

No Brasil, segundo Serviço Social da Indústria (SESI) (2012), a indústria de transformação do plástico tem papel relevante no desenvolvimento econômico do país. No ano de 2012, o faturamento médio anual deste setor era de aproximadamente R\$44 bilhões, reunindo cerca de 350 mil profissionais, em mais de 11 mil empresas de diferentes portes.

Conforme Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST) (2017), o consumo de plástico no mundo tende a aumentar nos próximos anos. São previstas que novas plantas petroquímicas entrem em operação. Neste cenário, a China destaca-se como principal produtora mundial, representando 29% da produção. A América Latina, onde o Brasil está inserido, a representatividade é de apenas 4% da produção mundial. A Figura 1 ilustra a divisão produtiva da indústria de transformação do plástico no mundo.

Figura 1 – Produção de materiais plásticos em 2016

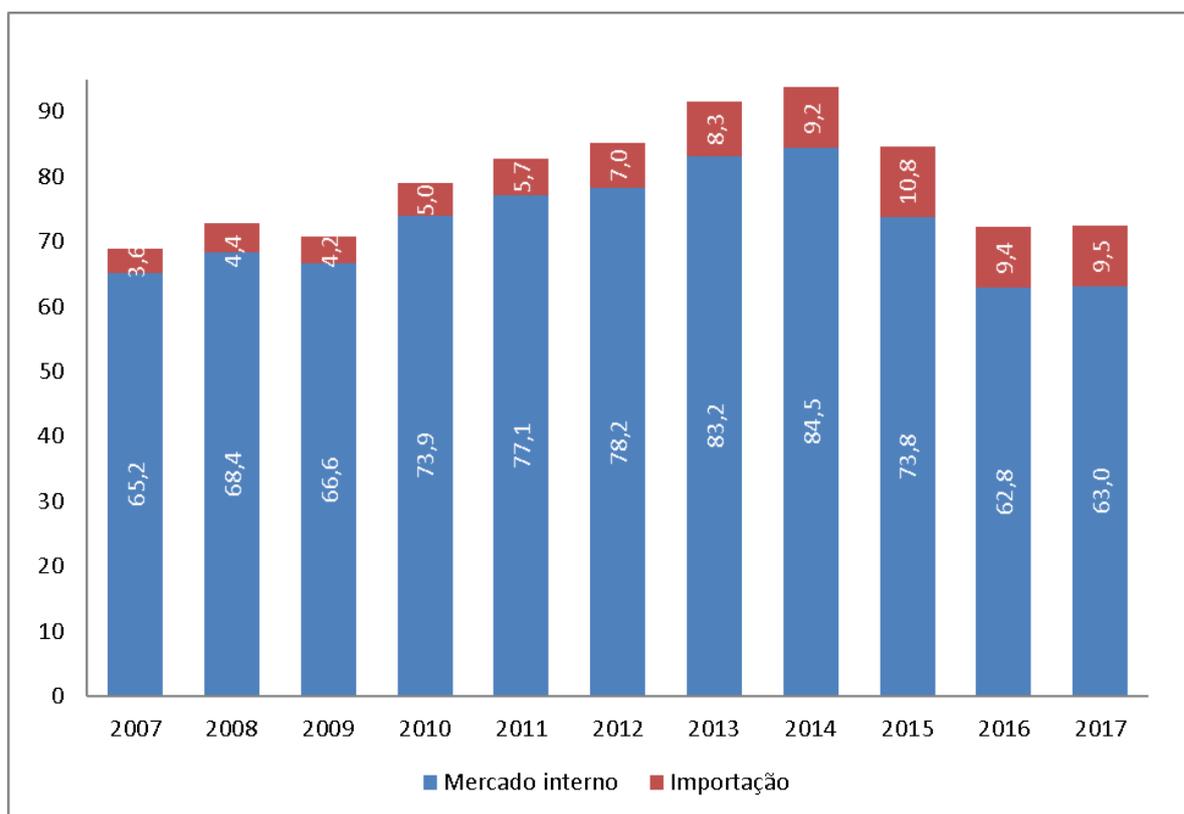


Fonte: Adaptado de *Plastics Europe* (2017).

A forte concorrência com o mercado asiático ilustrada na Figura 1 torna o aumento de produtividade uma prioridade para as empresas brasileiras. Para isso são necessários processos mais produtivos e com menores custos na busca de se manter competitivo no mercado dos transformados plásticos. (BITTENCOURT; CARMO; RAIHER, 2014).

Nota-se que o consumo aparente de transformados plásticos apresentou uma taxa de crescimento anual positiva até 2014 no Brasil. (MARTINS, 2014). Este cenário se modifica após 2014 devido à recessão econômica do país. O Gráfico 1 ilustra o consumo aparente de transformados plásticos no Brasil.

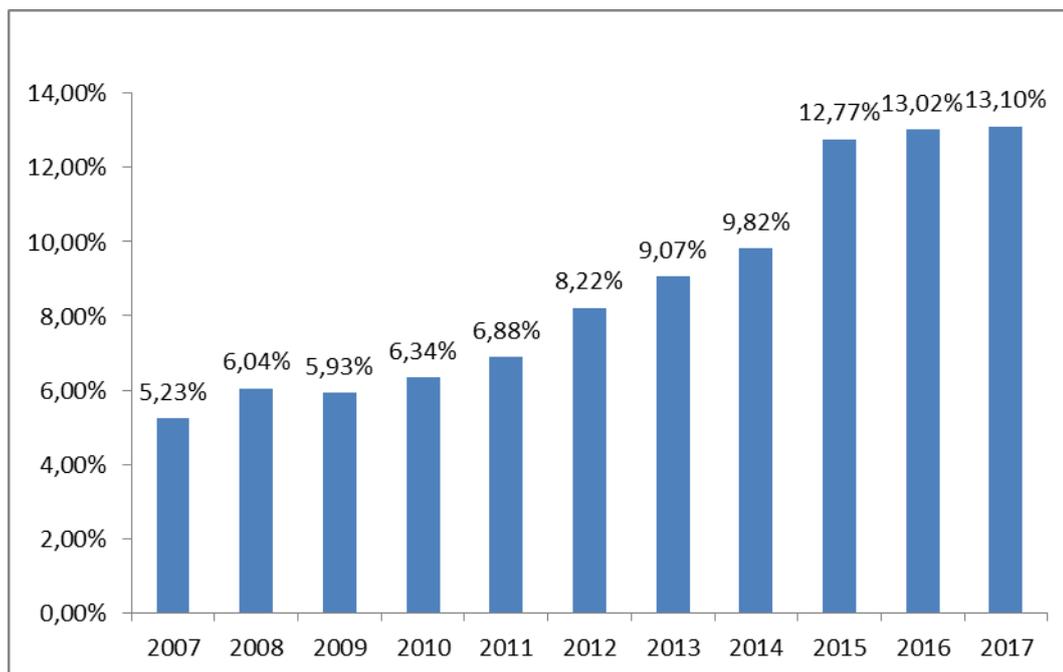
Gráfico 1 – Consumo aparente de transformados plásticos no Brasil (em R\$ bilhões)



Fonte: Adaptado de Abiplast (2017).

Pode-se visualizar no Gráfico 1 que o consumo aparente apresenta uma tendência de aumento até o ano de 2014 no Brasil. Porém este consumo reduz nos anos seguintes devido a recessão econômica. Outra análise possível a partir dos dados do Gráfico 1 é uma tendência de aumento na parcela de importação do consumo aparente brasileiro. O Gráfico 2, apresenta a evolução da importação de transformados plásticos no Brasil.

Gráfico 2 – Consumo aparente de transformados plásticos importados (em %)



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Abiplast (2017).

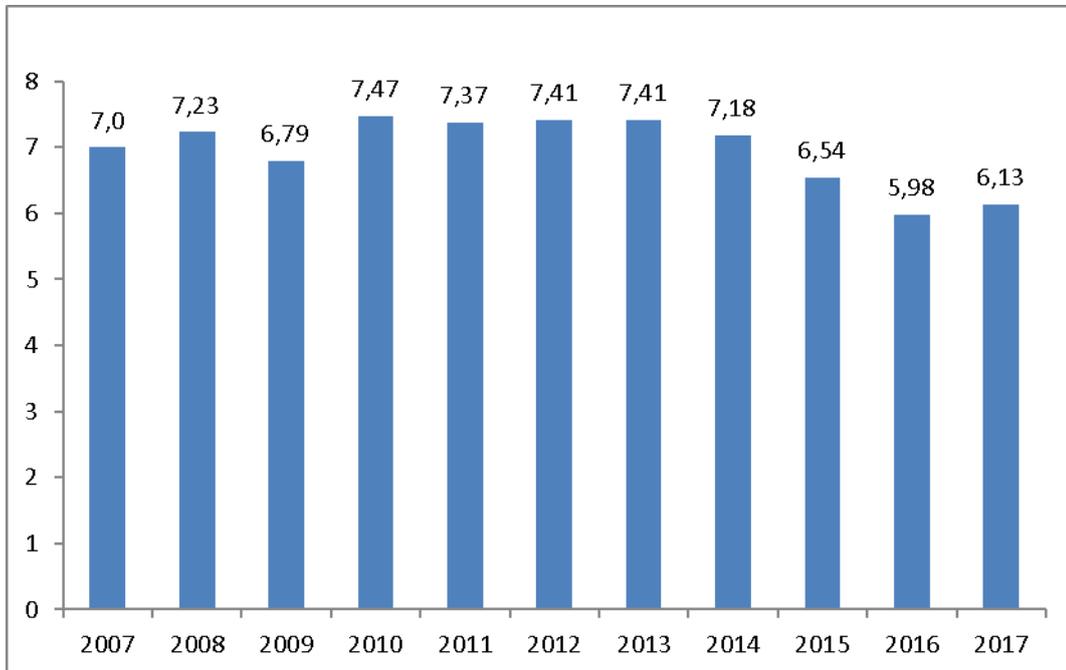
Conforme os dados apresentados no Gráfico 2, é possível notar um significativo aumento no percentual de transformados plásticos importados nos últimos anos. Esta análise evidencia um aumento na dependência de produtos importados. Além disso, estes dados reforçam a necessidade de as empresas brasileiras se reinventarem na busca de vantagens competitivas para não perderem espaço de mercado neste setor.

Outro dado que o Relatório Nacional da Abiplast (2017), apresenta é que tanto na produção, quanto no faturamento das indústrias transformadoras de plástico notava-se um relativo crescimento entre os anos de 2009 a 2013. Nesta época, a empresa do estudo de caso optou por dar início à implantação da automação no seu processo produtivo. Projetava-se na ocasião uma queda no consumo e por consequência no faturamento. E para manter-se competitiva no mercado ela precisaria aumentar sua produtividade e reduzir custos fixos com a produção.

A queda projetada nos números de produção em toneladas e no faturamento das indústrias de transformados plásticos se concretizou nos anos de 2014 a 2017. Este fato demonstrou que as projeções da empresa estavam corretas, e que a decisão de automatizar o processo visando reduzir custos fixos para manter-se

competitiva no mercado foi acertada. O Gráfico 3 ilustra o comportamento da produção de transformados plásticos no Brasil em milhões de toneladas.

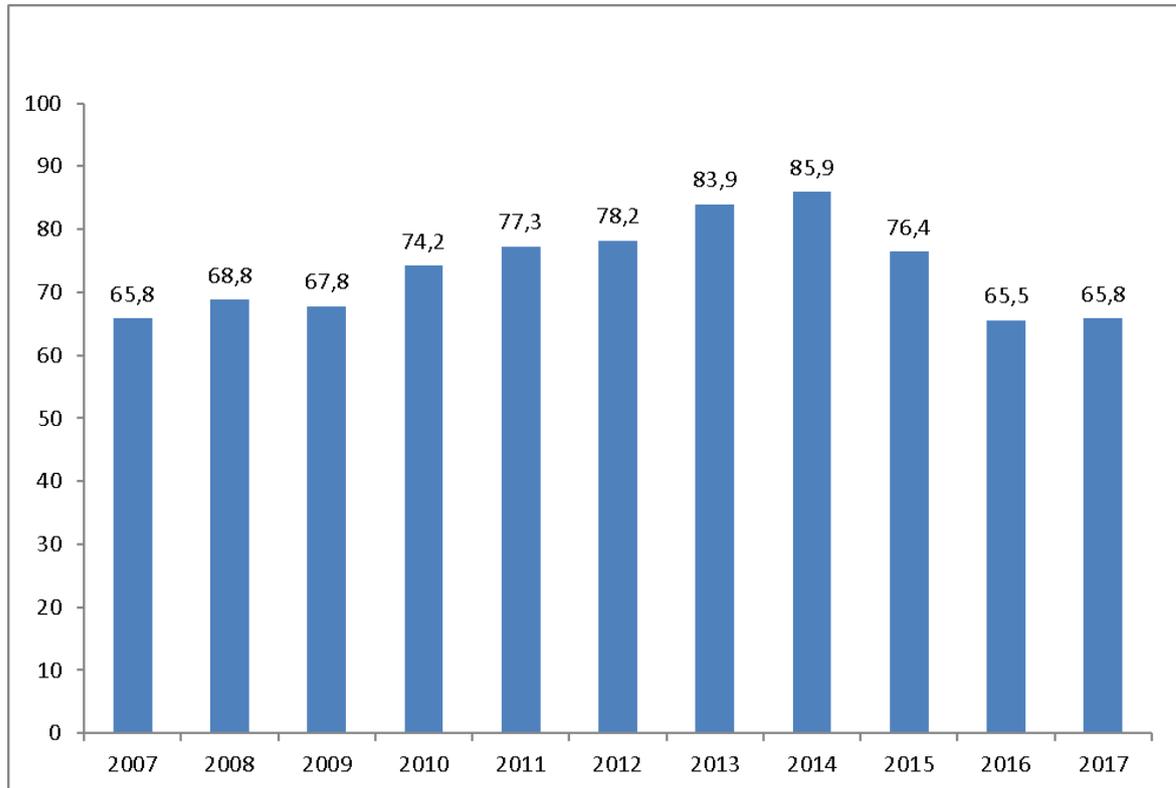
Gráfico 3 – Produção de termoplásticos transformados em milhões de toneladas



Fonte: Adaptado de Abiplast (2017).

Os dados de produção apresentados no Gráfico 3 refletem uma tendência de queda na produção após o ano de 2013, conforme já havia sido projetado pela empresa. Este cenário de recessão na produção após 2014, também se refletiu no faturamento da indústria de transformados plásticos brasileira, o que reforçou a necessidade das empresas revisarem suas estratégias, tanto produtivas quanto comerciais. O Gráfico 4 apresenta o faturamento de transformados plásticos da indústria brasileira nos últimos anos.

Gráfico 4 – Faturamento no setor de transformados plásticos em R\$ bilhões

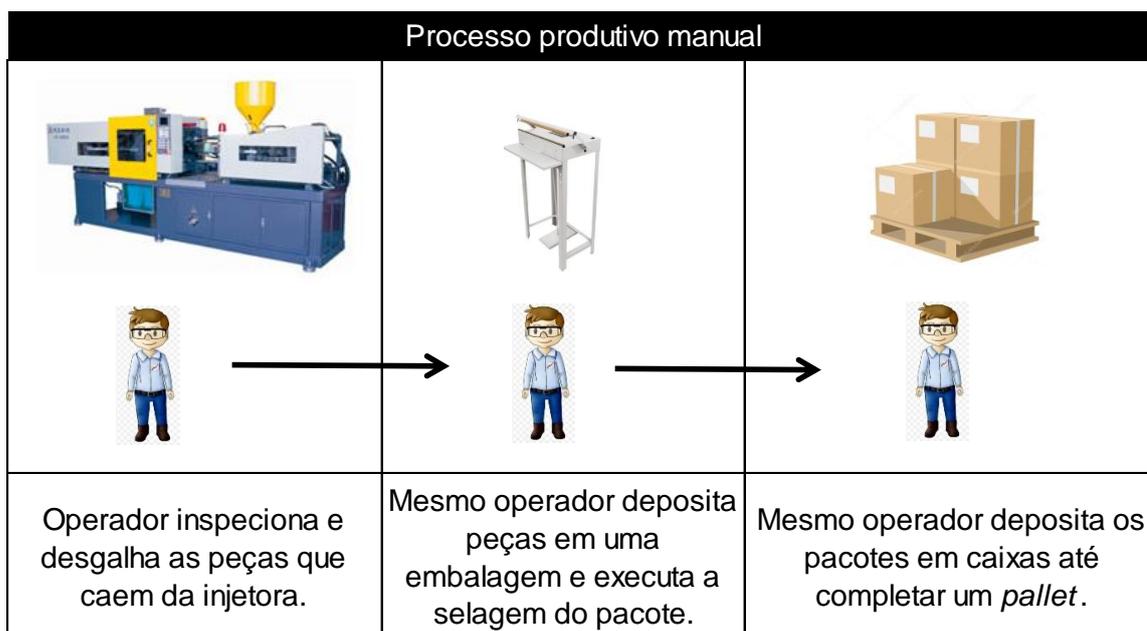


Fonte: Adaptado de Abiplast (2017).

Visto este contexto de recessão, tanto na produção, quanto no faturamento da indústria dos transformados plásticos, ilustrados nos Gráficos 3 e 4, as empresas deste setor, movimentaram-se na busca de diferenciais competitivos. O processo de automação da produção já em andamento acaba tendo papel importante para que a empresa do presente estudo de caso se posicione um passo à frente de concorrentes diretos.

O processo produtivo analisado no presente trabalho consiste na produção de abraçadeiras plásticas por um processo de injeção. Inicialmente, as abraçadeiras eram embaladas de forma manual onde se tinha necessariamente um operador por máquina. Uma das limitações do processo manual é o fato de que em determinados produtos o ciclo de injeção era limitado pela capacidade e agilidade de cada operador. A Figura 2 ilustra uma síntese das principais tarefas executadas no processo produtivo manual.

Figura 2 – Fluxo do processo produtivo manual



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 2 ilustra a dependência de um operador por máquina que o processo manual necessitava, pois, o mesmo realiza três tarefas durante os ciclos de injeção. O ciclo de injeção, assim como o número de peças por ciclo, é variável conforme cada molde, sendo de responsabilidade do operador, separar o número de peças corretas para cada pacote.

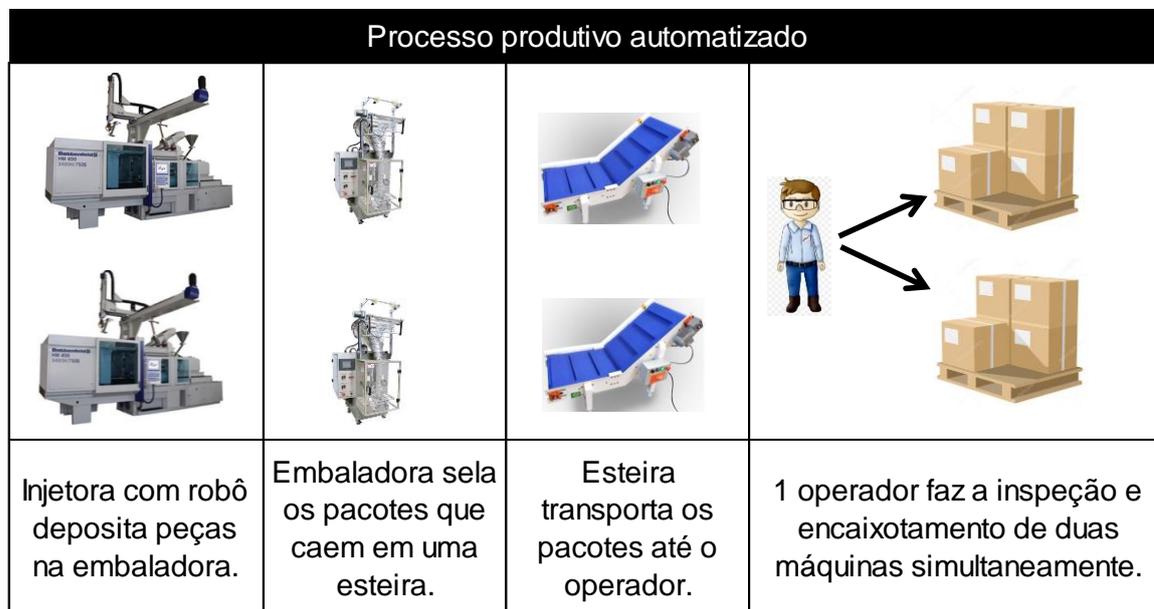
Normalmente, no processo manual, o operador separa de 1 a 5 ciclos de injeção para fazer a embalagem. Os ciclos têm variação de 7 a 20 segundos, conforme a complexidade de cada molde. Ou seja, em determinados casos o ciclo de injeção era restringido pela capacidade do operador na execução destas três tarefas simultâneas.

Inicialmente, observou-se a necessidade de automação do processo da empresa devido a esta restrição. Para Groover (2011), as empresas automatizam seu processo produtivo por diversos motivos. As razões mais comuns são: aumentar a produtividade, reduzir os custos, reduzir faltas de trabalhadores, eliminar rotinas manuais, melhorar a qualidade do produto e diminuir tempo de produção.

Além da possibilidade de redução de ciclos de injeção, notaram-se outros pontos de ganho na automação que convergem aos listados por Groover (2011). Dentre eles, pode-se citar a redução de custo fixo, pois um operador teria a

possibilidade de embalar produtos de duas máquinas simultaneamente. A Figura 3 ilustra uma síntese do processo produtivo automatizado.

Figura 3 – Fluxo do processo produtivo automatizado



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 3 ilustra o ganho do processo automatizado, que foi a possibilidade de um colaborador embalar produtos de duas máquinas simultaneamente. Além disso, com o processo automatizado, foi possível reduzir os tempos de ciclos de injeção, pois as tarefas manuais nas embalagens dos produtos não eram mais limitantes ao processo de injeção.

Pode-se dizer que a automação de uma forma geral elevou a produtividade e reduziu custos fixos com mão de obra direta. Porém, ao longo do período de implantação e maturação da automação, foram surgindo alguns problemas oriundos dos impactos desta significativa mudança no processo produtivo.

Esta transição do processo produtivo manual para o automatizado ocorreu de maneira gradativa. Em 2014, a empresa iniciou a implantação em uma injetora. Nos anos seguintes foram sendo instalados robôs e embaladoras em outras injetoras priorizando as que produziam itens com maior volume de produção. O foco neste período era o funcionamento sincronizado entre injetora, robô e embaladora.

Visto esta mudança do processo produtivo em um curto espaço de tempo notou-se que empresa de uma forma geral, focou esforços no processo de injeção

com embalagem automatizada. Neste contexto, surge como situação problema lacunas entre o processo de automação em relação à Gestão da Manutenção.

Ao longo desta transição de processo manual para o automatizado notou-se que a Gestão da Manutenção não foi avaliada com o mesmo rigor que o processo produtivo. O processo automatizado apresentou um aumento nas variáveis passíveis de falha em relação ao manual. Para exemplificar tem-se que no processo manual a principal variável passível de falha era a injetora. No processo automatizado, acrescentou-se um robô e uma embaladora à injetora sendo necessário que os três equipamentos trabalhem em conjunto, ou seja, a parada de um deles significa a parada de todo o sistema.

Além do incremento de robô e embaladora, notou-se um aumento nos equipamentos periféricos do processo produtivo. Pois o processo automatizado necessita de impressora específica para cada máquina, diferentes formatos de embaladora, funis específicos e moinhos ao lado do conjunto produtivo.

Diante deste cenário de inovação, que apresenta aumento no número de equipamentos devido à automação, o setor de Manutenção acaba tendo um papel importante para o bom funcionamento do processo produtivo como um todo. É atribuição da Manutenção a garantia da manutenibilidade e disponibilidade dos equipamentos ajudando a melhorar a eficiência e eficácia da produção. (PEREIRA, 2011).

Para que isso aconteça, necessita-se que os objetivos da Manutenção estejam alinhados com os objetivos globais da empresa, pois ambos se relacionam com o processo produtivo. Cabe aos gestores do setor de Manutenção encontrar o ponto de equilíbrio entre desempenho e disponibilidade dos equipamentos, e buscar a melhor relação custo benefício para os objetivos globais da empresa. (SILVA, 2017).

Considerando este cenário de mudanças e o cenário econômico atual, nota-se que a Gestão da Manutenção deve-se adequar este panorama. Esta área deverá se tornar cada vez mais técnica, para atender os objetivos da empresa. (KARDEC; NASCIF, 2012). Para isso os gestores devem selecionar as melhores práticas (*Best Practices*) utilizadas na Manutenção e adaptá-las ao contexto que a respectiva empresa está inserida, levando em consideração suas peculiaridades. (NASCIF; DORIGO, 2010).

Baseado neste contexto em que a empresa está inserida, o presente trabalho irá analisar a Gestão de Manutenção da empresa, considerando os impactos ocasionados pela automação do processo produtivo.

Diante deste problema, a pesquisa apresenta o seguinte questionamento: quais os impactos da automação dos processos produtivos na Gestão da Manutenção em uma empresa de transformação termoplástica?

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos que norteiam a pesquisa.

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar os impactos da automação dos processos produtivos na Gestão da Manutenção de uma empresa de transformação termoplástica.

1.1.2 Objetivos Específicos

Visando alcançar o objetivo geral dessa pesquisa foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- a) apresentar a estratégia de Gestão de Manutenção utilizada atualmente na empresa de transformação de termoplástico objeto deste estudo;
- b) identificar os possíveis impactos que refletiram na Gestão da Manutenção em virtude da automação do processo produtivo;
- c) analisar possíveis pontos de melhoria na Gestão da Manutenção onde se possa atuar para reduzir os impactos da automação do processo produtivo.
- d) apresentar melhorias aplicadas pela a empresa após a constatação dos impactos da automação na Gestão da Manutenção.

1.2 JUSTIFICATIVA

Neste capítulo serão apresentados os elementos que justificam a realização desta pesquisa. Sendo eles apresentados sob três perspectivas diferentes, que se complementam.

1.2.1 Para a Empresa

Diante do cenário econômico brasileiro e do ambiente competitivo em que a empresa está inserida. A automação do processo de injeção de abraçadeiras surge como solução para a empresa se manter competitiva hoje e no futuro, visto que os seus produtos necessitam altos volumes de produção.

Segundo Revista Amanhã (2015), o Brasil encontra-se atrasado em relação a países de primeiro mundo na implantação de automação industrial. A pesquisa realizada aponta que no Brasil há 10 robôs para dez mil trabalhadores, enquanto no Japão e China esse número chega a 300 robôs para cada dez mil trabalhadores.

Estes dados ilustram algumas deficiências do país em avanços tecnológicos quando comparados a seus principais concorrentes. Por isso, alguns setores produtivos não são competitivos o suficiente para explorar novos mercados. Apesar desta fragilidade, a empresa decidiu investir na automação industrial, pois vislumbrava potencial de ganho no futuro para esta oportunidade.

Visto este cenário, a Manutenção tem um papel fundamental para a estratégia da empresa. Pois em um processo automatizado é necessário que se busque redução de paradas, aumento de disponibilidade e estabilidade de processo.

Quanto ao âmbito empresarial, o trabalho se mostra relevante. Pois, apesar dos ganhos produtivos do processo automatizado, este processo apresenta um maior número de variáveis passíveis de falha quando comparado ao processo manual. E uma estratégia de Manutenção que auxilie nas melhorias deste processo, acaba sendo necessária para que a empresa atinja resultados positivos.

Após o período de implantação do processo automatizado, notou-se deficiências na Gestão da Manutenção. Baseado nisso, torna-se de interesse dos gestores da empresa identificar melhorias que poderão ser aplicadas no setor de Manutenção, visando atingir os objetivos projetados com a automação.

Diante deste contexto global, torna-se relevante para a empresa a realização de uma pesquisa que analise a melhor estratégia de Manutenção para o cenário que ela está inserida. Esta pesquisa irá analisar pontos fortes e pontos a serem melhorados na Gestão da Manutenção. Desta forma, o presente trabalho tem uma importância significativa para a empresa como um todo.

1.2.2 Para a Academia

Publicações acadêmicas trazem a discussão sobre ciência e senso comum. Pode-se afirmar que a ciência se desenvolveu a partir do senso comum, e em alguns casos irá precisar dele para continuar se desenvolvendo. (MARTINS, 2012).

Esta afirmação pode ser vinculada a Engenharia de Produção e aos problemas pertencentes ao ambiente industrial. Pode-se citar como principal exemplo o Sistema Toyota de Produção, onde uma solução com resultados práticos tornou-se de interesse para a comunidade científica. (MARTINS, 2012).

O que diferencia o senso comum do conhecimento científico é o rigor na execução da pesquisa. Conforme Salomon (2014), o termo pesquisa pode ser compreendido como trabalho executado metodologicamente, que busca encontrar uma solução de natureza científica para um problema.

A partir dos conceitos iniciais, pode-se dizer que a presente pesquisa se originou de um problema prático, onde foi observado que a Gestão da Manutenção sofreu impactos após a automação do processo. Porém, se faz necessária uma análise científica para verificar a amplitude destes impactos.

Iniciou-se uma investigação sobre o tema, realizando buscas em plataformas de pesquisa sobre os assuntos principais deste trabalho. Por consequência, utilizou-se como palavras chave Manutenção e Automação industrial para pesquisas em plataformas nacionais e *Maintenance* e *Industrial automation* em plataformas internacionais. Os resultados desta pesquisa são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultado quantitativo das buscas

Termos de busca	Base de dados	Extensão	Publicações encontradas	Resumos lidos	Publicações lidas
Manutenção or <i>Maintenance</i>	CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Nacional	4.578.320	2	1
	EBSCOHost	Internacional	1.470.498	1	1
	Google Acadêmico	Nacional	5.030.000	1	1
	RDBU - Repositório Digital Biblioteca Unisinos	Nacional	7.877.128	4	1
Automação Industrial or <i>Industrial Automation</i>	CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Nacional	265.423	2	1
	EBSCOHost	Internacional	8.601	1	0
	Google Acadêmico	Nacional	2.790.000	2	1
	RDBU - Repositório Digital Biblioteca Unisinos	Nacional	709.221	3	1
		Total	14.852.063	16	7

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se nesta análise inicial, ilustrada no Quadro 1, a existência de um número significativo de pesquisas com os termos de busca quando utilizados separadamente. Ou seja, analisando pelo viés do número de publicações, é possível constatar que são dois temas de relevância acadêmica.

Além disso, nesta primeira etapa de pesquisa, realizou-se a leitura de alguns resumos e publicações com o objetivo de ter um maior conhecimento sobre o que já foi pesquisado. Após isso, realizou-se uma pesquisa utilizando os termos de busca simultaneamente, os resultados são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultado quantitativo das buscas termos simultâneos

Termos de busca	Base de dados	Extensão	Publicações encontradas	Resumos lidos	Publicações lidas
Manutenção or <i>Maintenance</i> AND <i>Automação Industrial</i> or <i>Industrial Automation</i>	CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Nacional	52.405	2	1
	EBSCOHost	Internacional	27	1	0
	Google Acadêmico	Nacional	1.090.000	2	1
	RDBU - Repositório Digital Biblioteca Unisinos	Nacional	196.413	4	1
		Total	1.338.845	9	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baseado nos dados apresentados no Quadro 2 constatou-se que o número de publicações com os dois termos de busca utilizados simultaneamente é inferior quando comparado as buscas de forma separada. Mesmo assim nota-se um número significativo de publicações o que indica que a pesquisa dos dois assuntos de forma simultânea tem relevância para a academia.

Nas pesquisas iniciais, além de analisar de forma quantitativa as publicações, realizou-se uma leitura nos resumos de publicações. Com isso, constatou-se que boa parte destas publicações apresentavam pouca relevância operativa ao problema específico da indústria de injetados. Entende-se relevância operativa quando o problema possibilita produzir novos conhecimentos no campo da ciência pura ou aplicada. (SALOMON, 2014).

Conforme Morandi e Camargo (2015), a pesquisa consiste em uma investigação sistemática que tem o objetivo de desenvolver teorias, e resolver problemas. Para um bom andamento da pesquisa é necessário que o pesquisador tenha conhecimento do que já foi pesquisado, os resultados obtidos e do que ainda não foi pesquisado sobre o tema escolhido.

Utilizou-se as pesquisas iniciais apresentadas no Quadro 1 e 2 para melhorar o conhecimento do que já havia sido pesquisado por outros autores. Porém verificou-se que para se ter resultados mais consistentes seria necessário um maior rigor no método de pesquisa. Um método de pesquisa realizado com rigor indica que será realizada uma pesquisa exata e precisa. (MARTINS, 2012).

Uma das formas para tornar a pesquisa mais consistente é por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que são conhecimentos complementares para estruturar a pesquisa, bem como detectar espaços a serem preenchidos com essa pesquisa. (MORANDI; CAMARGO, 2015).

Para a realização da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), pode-se utilizar um método integrado, conforme sugerido por Morandi e Camargo, 2015. As etapas deste método estão representadas na Figura 4.

Figura 4 – Método integrado de Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Adaptado de Morandi e Camargo (2015, p.146).

O primeiro passo para a RSL é a definição da questão central, e como esta será respondida. O segundo passo é a escolha da equipe, pelo fato de uma pessoa não ter a expertise para formalização do conhecimento. Neste passo por se tratar de uma monografia, a revisão foi feita apenas pelo autor.

O terceiro passo consiste na estratégia de busca. Devido a elevada quantidade de informação, que pode ser envolvida em uma RSL, é fundamental a mesma seja previamente preparada. (MORANDI; CAMARGO, 2015).

Existe mais de uma forma de elaborar uma estratégia de busca. Neste trabalho será utilizada a sugestão proposta para protocolo de buscas citada por Morandi e Camargo, 2015. O Quadro 3 apresenta os itens avaliados no protocolo de busca.

Quadro 3 – Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura

Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura	
Framework Conceitual	Revisão sistemática com o objetivo de encontrar estudos que analisem os impactos que a automação industrial pode causar na Gestão da Manutenção de uma indústria.
Contexto	Empresas do ramo industrial com acoplamento de equipamentos de automação a um equipamento principal.
Horizonte	Pesquisas no período de 2008 a 2018.
Correntes teóricas	Sem limitação de corrente teórica inicialmente
Idiomas	Português e Inglês.
Questões de revisão	Comparação das diferentes técnicas de Manutenção e seus desdobramentos adotadas na resolução de problemas do ambiente produtivo.
Estratégia de revisão	Revisão Agregativa, pois busca testar uma teoria a partir de uma coleta de dados.
Crítérios de inclusão	Artigos e periódicos que analisem os impactos que a automação de um processo produtivo pode causar no processo de Manutenção.
Crítérios de exclusão	Resumos lidos que divergem do <i>framework</i> central.
Termos de busca	Manutenção e Automação industrial
	<i>Maintenance and Industrial Automation</i>
	Manutenção e Injeção
	<i>Maintenance and Injection</i>
	Manutenção e Gestão
	<i>Maintenance and Management</i>
	Impactos automação na manutenção
<i>Automation impacts on Maintenance</i>	
Fontes de busca	CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
	EBSCOHost
	Google Acadêmico
	RDBU - Repositório Digital Biblioteca Unisinos

Fonte: Elaborada pelo autor, com base em Morandi e Camargo (2015).

A elaboração do protocolo para Revisão Sistemática da Literatura ilustrada no Quadro 3 facilita a delimitação da pesquisa visando a sustentação do problema. Além disso auxilia na melhoria do rigor científico exigido em uma monografia. Visando identificar pesquisas com maior relevância ao tema, realizou-se nova pesquisa nos bancos de dados baseada nos novos termos de busca. O Quadro 4 apresenta os resultados obtidos.

Quadro 4 – Resultado quantitativo dos novos termos de busca

Termos de busca	CAPES	EBSCOHost	Google Acadêmico	RDBU	
Manutenção e Automação industrial	211	92	16.300	490	
<i>Maintenance and Industrial Automation.</i>	18.564	50	172.000	117.400	
Manutenção e Injeção	336	5	15.400	680	
<i>Maintenance and Injection</i>	169.770	878	943.000	472.862	
Manutenção e Gestão	6.110	71	120.000	15.993	
<i>Maintenance and Management</i>	565.229	16.774	2.010.000	1.901.360	
Impactos automação na manutenção	125	5	15.800	427	
<i>Automation impacts on Maintenance</i>	7.022	7.307	18.700	111.561	Total
Resultados das buscas	767.367	25.182	3.311.200	2.620.773	6.724.522
Publicações selecionadas para leitura.	7	2	5	11	25
Publicações relevantes ao conteúdo da monografia	2	1	1	2	6

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Bondan (2016).

Conforme ilustrado no Quadro 4, encontrou-se 6.724.522 resultados para as buscas realizadas. Apesar do número elevado foram selecionadas 25 publicações para leitura, a partir dos títulos e resumos/*abstracts*.

Após a realização das leituras verificou-se que apesar do número elevado de resultados, existem lacunas nas pesquisas realizadas tanto no âmbito nacional quanto internacional. Nota-se que parte dos trabalhos, analisam Manutenção e automação de forma separada e por isso das 25 publicações selecionadas, 6 foram relevantes ao conteúdo da monografia.

Percebe-se que as pesquisas realizadas analisam os efeitos da Automação sob o viés dos ganhos de produtividade e redução de custos fixos. Um exemplo disso é trabalho de Schöreder e Nunes (2015), que ilustra os ganhos de produtividade e redução de custo em uma empresa calçadista. Outro exemplo é o trabalho de Brum et al. (2018), que analisa os níveis de produtividade e rejeitos em um processo automatizado de um fabricante de borrachas escolares.

Pode-se notar no exemplo destes dois trabalhos uma tendência de analisar os ganhos de produtividade nos estudos sobre automação. Porém estes estudos não abrangem os impactos de automatizar um processo relativos a Manutenção.

Nas publicações sobre Manutenção verificou-se uma tendência em analisar os impactos das falhas na Gestão da Manutenção. Pode-se citar como exemplo a publicação de Melchior et al. (2018), que apresenta a importância de prever falhas nos equipamentos, melhorando a confiabilidade do processo produtivo. E o trabalho

de Duarte et al. (2016), que faz uma reflexão sobre os fatores críticos na qualidade da Manutenção industrial.

Nota-se a existência de trabalhos que auxiliam na compreensão dos termos automação e Manutenção, porém eles possuem limitações quanto ao relacionamento destes termos. E desta forma a presente pesquisa se torna relevante pois, poderá contribuir para a compreensão dos efeitos proporcionados pela automação na Gestão da Manutenção tanto na indústria do plástico, quanto em outros ramos.

1.2.3 Para o Acadêmico

O interesse de iniciar o trabalho de conclusão baseado neste tema foi o fato de o acadêmico atuar na área de planejamento e custos durante o período de transição em que a empresa transformou seu processo manual para automatizado.

E por trabalhar analisando o impacto de uma forma global, notou-se que o processo de Manutenção apresentava fragilidades que estavam aquém do investimento em automação realizado pela empresa.

Baseado nesta situação problema identificou-se uma oportunidade de fazer algo que agregaria tanto para a empresa quanto para sua formação. Como o acadêmico trabalha há mais de oito anos no setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) da empresa, tendo relativo envolvimento com outros processos, esta seria uma oportunidade de agregar conhecimentos sobre Gestão e Manutenção, podendo ter uma possibilidade de crescimento na área dentro da própria empresa.

Aliado a isso os gestores da empresa identificavam a necessidade de investimento na Gestão da Manutenção. Baseado nisso, um estudo nesta área torna-se relevante, pois tornaria possível aliar a teoria à prática em um processo que está necessitando melhorias.

O acadêmico identificou que seria uma oportunidade para apresentar à empresa, um estudo que evidenciasse os impactos da automação no processo de Gestão da Manutenção, e acrescentasse pontos de melhoria neste setor, visando atender os objetivos globais da empresa.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho está estruturado em seis capítulos. No primeiro, é apresentado a introdução do trabalho, e o problema de pesquisa, citando de forma sucinta os objetivos gerais e específicos, juntamente as justificativas e a estrutura da monografia.

No segundo e terceiro capítulos, são apresentados o referencial teórico e metodológico utilizados para nortear o estudo, visando trazer os principais conceitos estudados sobre os impactos da automação de um processo produtivo na Gestão da Manutenção de uma empresa de transformação de plásticos.

O quarto capítulo apresenta a empresa de uma forma geral, assim como os produtos comercializados por ela. Além disso, descreve o funcionamento do processo produtivo e a programação da Manutenção da empresa.

No quinto capítulo é apresentada a análise dos resultados obtidos sobre a pesquisa. Este capítulo apresenta a estratégia de Manutenção utilizada pela empresa antes da automação, os impactos que refletiram na Gestão da Manutenção após a automação, as fragilidades da estratégia de Manutenção, e por fim melhorias aplicadas com o objetivo de melhorar o desempenho da Gestão da Manutenção.

O sexto capítulo apresenta as conclusões da pesquisa, contemplando as contribuições da pesquisa para a academia e empresa. Além disso, contempla as limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado um levantamento bibliográfico sobre os principais conceitos que irão nortear a pesquisa. Inicialmente serão apresentados os conceitos sobre o processo produtivo automatizado. Na sequência serão abordados os conceitos relacionados à Gestão da Manutenção.

2.1 PROCESSO PRODUTIVO

Tanto no mercado nacional quanto no internacional nota-se que as indústrias possuem diversos ramos de atividades além de diferentes tipos de processos produtivos industriais. De forma geral, as indústrias são divididas em dois grandes grupos: as de processamento contínuo e as de processamento discreto. (ALVES, 2013).

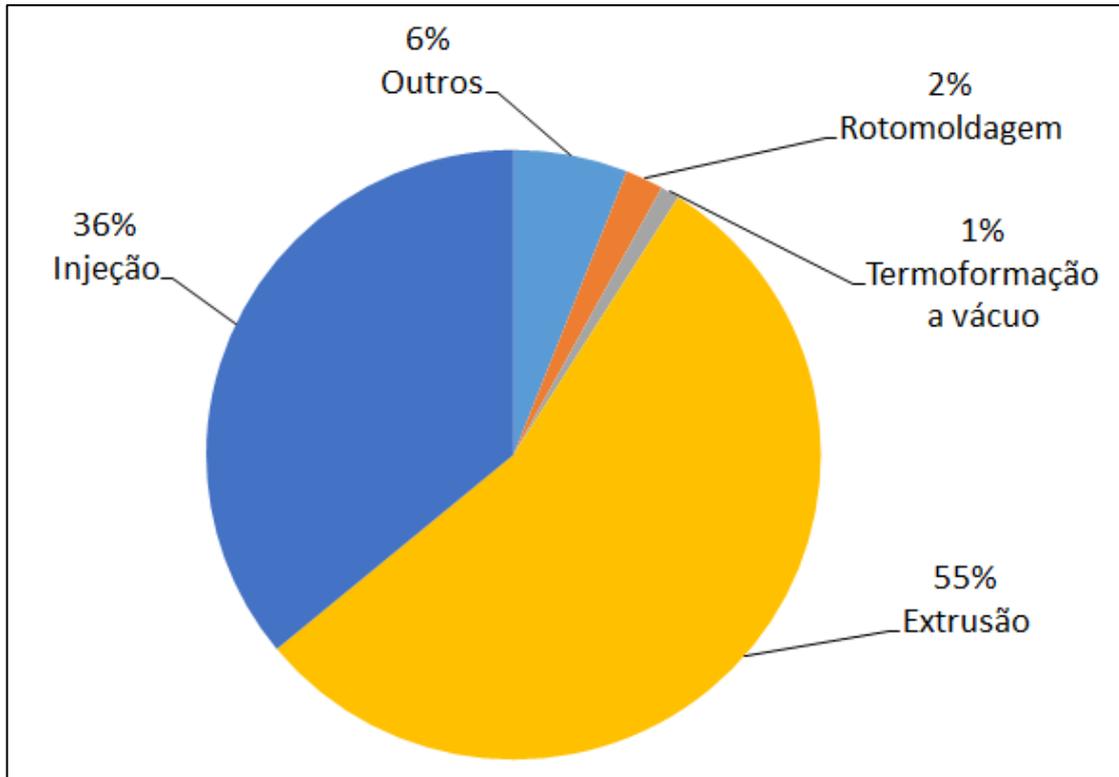
As indústrias de processamento contínuo, onde o processo produtivo se baseia em variáveis produtivas contínuas ao longo do tempo. Sua produção normalmente é medida em toneladas ou metros cúbicos. (ALVES, 2013).

As indústrias de processamento discreto ou as manufaturas propriamente ditas. São aquelas que os processos se baseiam em variáveis discretas em relação ao tempo. Sua produção é normalmente medida em unidades produzidas. (ALVES, 2013). Nota-se que em muitas situações existe um produto padrão que é fabricado em diferentes formatos e variações, dividindo-se em múltiplos processos. (HANSEN, 2008).

A empresa onde realizou-se o presente estudo de caso se classifica como uma manufatura de transformação do plástico. Seu processo produtivo consiste na injeção de abraçadeiras de fixação, as quais são produzidas em diferentes formatos. A produção é controlada por unidades produzidas.

Conforme Souza e Almeida (2015), os principais processos produtivos utilizados na produção de transformados plásticos são a extrusão, injeção, termoformação a vácuo e rotomoldagem. O Gráfico 5 ilustra a divisão dos processos de transformação do plástico no Brasil no ano de 2015.

Gráfico 5 – Divisão dos processos de transformação do plástico em 2015

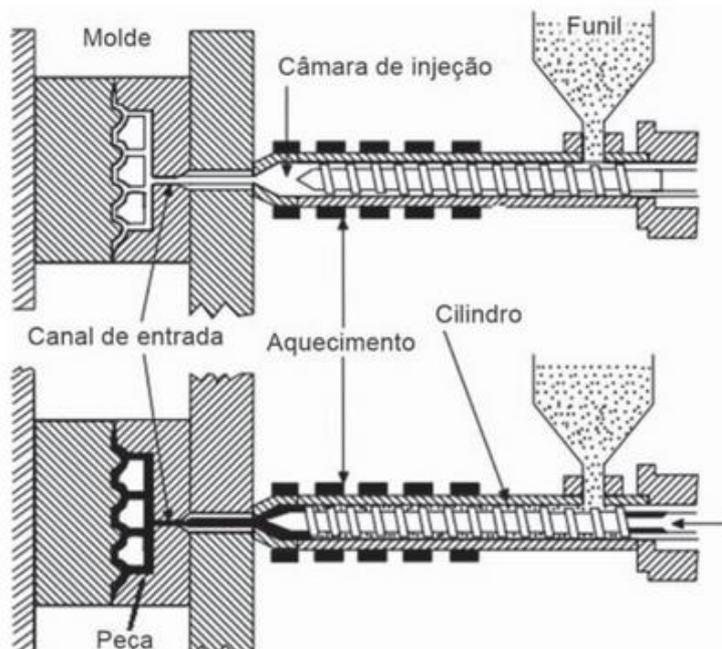


Fonte: Adaptado de Abiplast (2017).

Conforme ilustrado no Gráfico 5 o processo de injeção é o segundo mais utilizado no Brasil. Este processo é o principal utilizado na fabricação de peças maciças ou com geometrias complexas, na qual insere-se a empresa deste presente estudo de caso. (SOUZA; ALMEIDA, 2015).

O processo de injeção consiste em fundir um termoplástico específico deixando-o líquido. Após isso, transforma-se o termoplástico em um produto a partir de um molde. (MARTINS, 2014). Este processo pode ser descrito basicamente como: a alimentação do polímero no funil, fusão do material por aquecimento, injeção do polímero dentro do molde e finalmente a ejeção e remoção da peça moldada. (SANTOS, 2014). A Figura 5 ilustra um esquema simplificado do processo de injeção.

Figura 5 – Esquema simplificado do processo de injeção



Fonte: Santos (2014).

A Figura 5 apresenta de modo simplificado o funcionamento do processo de injeção, onde a imagem superior ilustra uma injetora preparada com o molde vazio, e na imagem inferior se tem o polímero preenchendo a cavidade do molde e formando a peça. Este processo é utilizado em diversos tipos de produtos poliméricos, desde peças automobilísticas a minúsculas peças de relógios de pulso. (SANTOS, 2014). No caso da empresa que será realizado o estudo de caso é produzido abraçadeiras de um termoplástico específico com processo similar ao apresentado.

2.1.1 Eficiência do Processo Produtivo

No processo de injeção de uma peça plástica, a injetora deve executar sucessivas etapas que vão desde a injeção até a extração da peça. Estas etapas são chamadas de ciclo de injeção. (SOUZA; ALMEIDA, 2015). A Figura 6 ilustra as etapas de um ciclo de injeção.

Figura 6 – Etapas ciclo de injeção



Fonte: Souza e Almeida (2015, p.107).

Conforme ilustrado na Figura 6, o processo de injeção possui sete etapas. As empresas normalmente utilizam o tempo de ciclo de injeção para medir o desempenho do processo. Cabe a equipe técnica responsável pelo processo analisar parâmetros como tempos, temperaturas e velocidades, visando à melhoria deste ciclo de injeção. (SOUZA; ALMEIDA, 2015)

Porém, o tempo de ciclo é uma das variáveis utilizadas na medição da eficiência de um processo produtivo de injeção. Esta variável normalmente está vinculada a *performance* do processo produtivo. Outra variável importante é a qualidade que consiste na capacidade de produzir produtos sem que se tenha perda por produtos defeituosos ou retrabalhos. (BUSSO; MIYAKE, 2012)

A disponibilidade é a terceira variável que pode ser utilizada para medir a eficiência dos equipamentos. A produtividade pode aumentar com a introdução de ações de qualidade vinculadas a Manutenção. Ou seja, é possível aumentar a produtividade com um programa de Manutenção adequado que busque a redução nas interrupções do processo produtivo pelo motivo de falhas em algum equipamento. (BULGARELLI; PORTO, 2011).

As variáveis *performance*, qualidade e disponibilidade são normalmente utilizadas na composição de indicadores de eficiência. (NASCIF; DORIGO). Este assunto será explorado no tópico sobre indicadores apresentado na sequência deste trabalho.

O mercado moderno e a competitividade nele instalada exigem que os processos sejam cada vez mais eficientes. Para que isso ocorra é necessário aumentar a produtividade e flexibilidade da produção. Neste contexto surge a automação da produção para melhorar a eficiência produtiva. (FILIPPO FILHO, 2014).

A empresa do presente estudo de caso buscou automatizar sua linha de produção de produtos termoplásticos com o objetivo de aumentar sua eficiência. O principal benefício do processo automatizado é a redução dos tempos de ciclos que antes eram limitados pelo operador. Além disso, este processo visa benefícios como melhorar índice de rejeitos devido ao processo automatizado ser mais uniforme, e aumentar a capacidade produtiva visto que um operador conseguiria operar duas máquinas automatizadas simultaneamente.

Porém, apesar destes ganhos, notou-se que a automação do processo produtivo gerou alguns impactos na eficiência produtiva. Após a implantação e maturação do processo automatizado notou-se efeitos na disponibilidade dos equipamentos. Por isso, se faz necessário uma análise com maior rigor na Gestão da Manutenção da empresa, a qual será realizada ao longo deste estudo.

2.1.2 Evolução da Automação

O termo automação foi criado aproximadamente na década de 1940, por um engenheiro da Ford que descreveu sistemas onde controles automáticos que manipulavam materiais e substituíam o esforço e a inteligência humana. (LAMB, 2015).

Antes disso, a Revolução Industrial do século XVIII surge como um marco para o desenvolvimento das áreas tecnológicas. Durante este período ocorrem os primeiros passos da automação, pois a burguesia da Inglaterra projetava que o aumento populacional geraria aumento de demanda. Por isso, estimulava busca por novas alternativas para aumentar a produção e por consequência elevar seus lucros. (CAPELLI, 2013).

Neste período, realizou-se a descoberta da máquina de vapor por James Watt, este equipamento era basicamente um controlador automático que regulava a velocidade da máquina. Foi uma mudança significativa e que inspirou a evolução dos processos mecânicos e depois a automação. (SELEME, 2013).

Após a revolução Industrial os avanços tecnológicos progrediram. Porém, o controle da máquina ainda era de inteira responsabilidade do operador. Ou seja, a produtividade ainda dependia das habilidades de cada indivíduo, surge então a necessidade de automatizar este processo. (FILIPPO FILHO, 2014).

Os primeiros resultados sobre automação industrial iniciaram nos anos 1960, onde a máquina executava tarefas com intervenção humana mínima. Eram chamadas de automações de tipo rígido. (PRUDENTE, 2011). Já nos anos 1970 começam a aparecer no chão de fábrica robôs industriais. Estes equipamentos consistiam em braços e garras controlados por computador que aumentavam a velocidade e reduziam custos de tarefas específicas como solda, pintura e montagem. (LAMB, 2015).

Com esta evolução nota-se no final do século XX uma redução nos funcionários que desempenhavam trabalhos tradicionais, e um aumento nos funcionários de funções analíticas, como engenharia, gerenciamento e administração. Ou seja, a automação industrial substituiu postos de trabalho mais onerosos por robôs, mas também criou novas demandas de trabalho. Como os resultados eram em sua maioria positivos a automação se tornou cada vez mais necessária para que as empresas se mantivessem competitivas. (CAPELLI, 2013).

Atualmente a automação pode ser definida como o uso de comandos lógicos programáveis em equipamentos mecanizados, que buscam automatizar atividades manuais executadas por operadores. (LAMB, 2015).

Porém existem diferentes aplicações, assim como vantagens e desvantagens de automatizar um processo produtivo. Na sequência será apresentado algumas características dos processos produtivos automatizados.

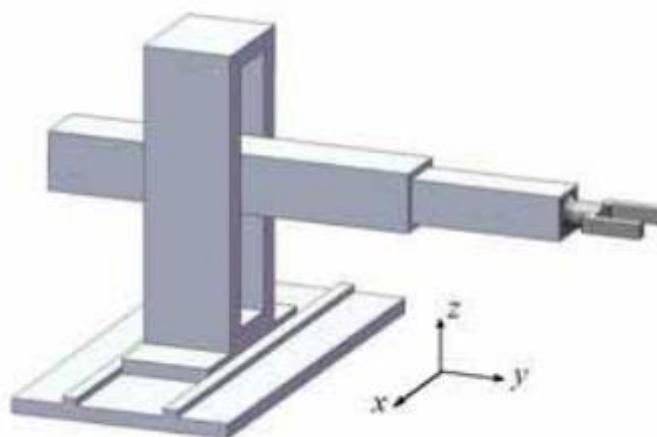
2.1.3 Processo Produtivo Automatizado

A história da automação está diretamente ligada à manufatura. Nota-se que a maior parte da automação está aplicada na manufatura e produção. (CAMARGO, 2014). A automação dos processos produtivos visa tornar as empresas mais competitivas e atender as exigências do mercado que buscam produtos com cada vez melhor qualidade, maior diversidade e custo reduzido. (FILIPPO FILHO, 2014).

Os robôs tiveram papel importante na evolução do processo manual para o automatizado. O robô é uma palavra de origem tcheca, significando “servidão ao trabalhador forçado”. (SILVEIRA, 2009).

Para automatizar o processo da empresa do presente estudo de caso foi acoplado um robô cartesiano a injetora. O robô cartesiano também é conhecido como robô linear e possui controle nas direções X, Y e Z. (LAMB, 2015). A Figura 7 ilustra a arquitetura de um robô cartesiano.

Figura 7 – Arquitetura de um robô cartesiano



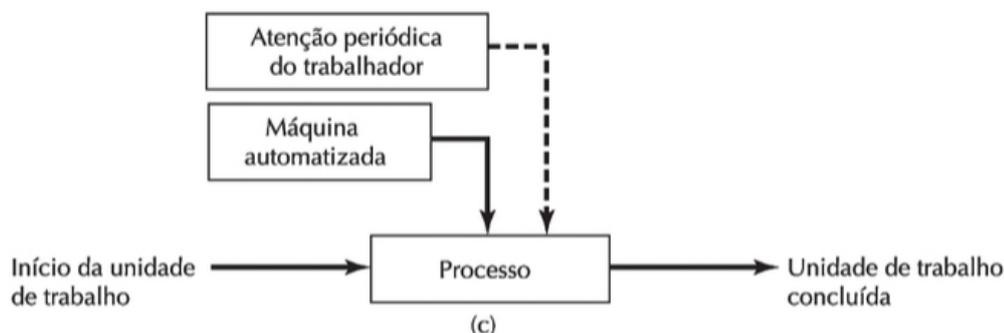
Fonte: Preti (2014, p.38).

O robô cartesiano apresentado na Figura 7 pode se deslocar nos eixos X, Y e Z, para a realização da tarefa. Seus movimentos normalmente são programados por um Controlador Lógico Programável (CLP).

No processo produtivo que será analisado foi acoplado um robô cartesiano, semelhante ao da Figura 7 a uma injetora. Sua principal função produtiva é retirar o canal com as peças injetadas, destacar as peças e inserir as mesmas em uma embaladora automática.

Para Groover (2011), o sistema automatizado consiste na execução de um processo sem a participação direta de um trabalhador. Sendo a implantação da automação realizada por meio de um programa de instruções, combinado a um programa responsável por executar essas instruções. A Figura 8 descreve um processo produtivo automatizado.

Figura 8 – Processo produtivo automatizado



Fonte: Grover (2011, p. 4).

Conforme ilustrado na Figura 8 o processo produtivo automatizado é aquele que conta apenas com atenção periódica do trabalhador. O processo automatizado pode ser dividido em semiautomatizado e totalmente automatizado. (Groover, 2011).

Na indústria do plástico a fabricação de produtos com processo automatizado depende da integração de máquinas, periféricos, moldes e peças. Um exemplo disso é a produção de talheres plásticos, onde após a remoção da peça do molde, o produto já é embalado de forma automática logo após sua injeção. (SOUZA; ALMEIDA, 2015).

Os sistemas automatizados podem ser definidos como: automação fixa, também chamada de automação rígida, automação programável e automação flexível. (SILVEIRA, 2009).

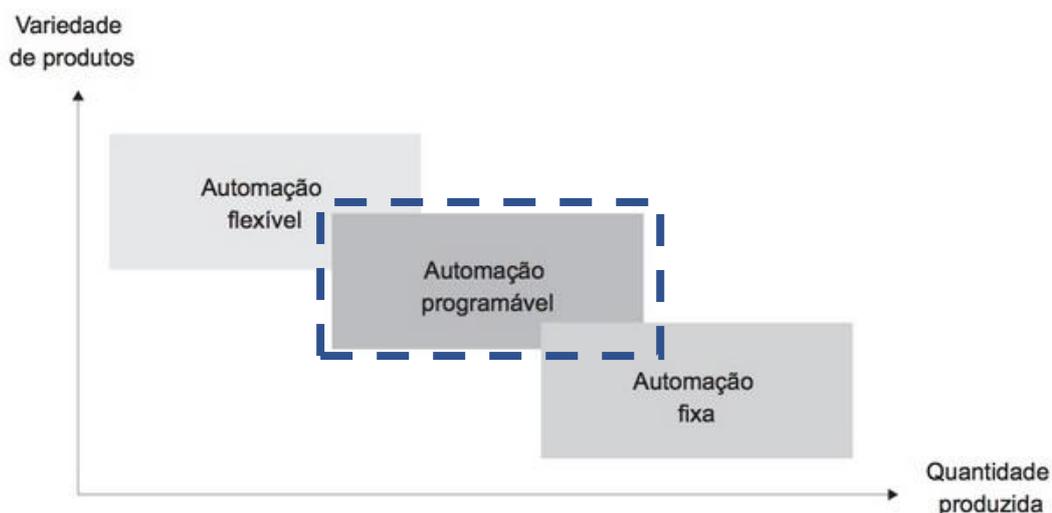
A automação fixa é também conhecida como automação rígida. Este tipo de automação foi um dos primeiros a surgir e eram construídos para um determinado propósito. A lógica era realizada por relés e as conexões de fios e cabos eram fixas. Logo qualquer alteração na lógica de processo envolveria refazer estas conexões tornando o processo custoso. (CAMARGO, 2014).

A automação programável é aquela utilizada para fabricar produtos personalizados, onde a linha de produção é projetada para ser adaptável a diferentes tipos de produtos. Essa característica é conseguida através de um equipamento que contém um Controle Lógico Programável (CLP), que é responsável por armazenar toda a lógica de programação. (CAMARGO, 2014).

A automação flexível é uma extensão da automação programável. Ela é utilizada em sistemas flexíveis de manufatura, onde é capaz de produzir uma variedade de peças, com modificações de modelos, quase sem perda de tempo.

Este tipo de automação é ideal para produções de lotes pequenos. (Groover, 2011). A Figura 9 ilustra a relação entre capacidade de produção e variedade de produtos conforme o tipo de automação.

Figura 9 – Capacidade e variedade de produção conforme tipo de automação



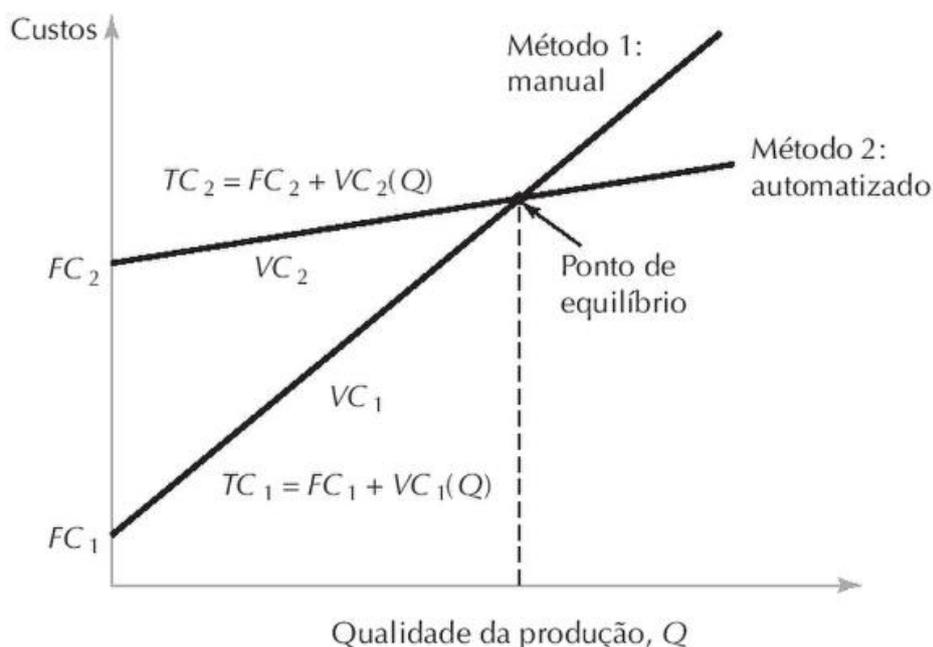
Fonte: Camargo (2014).

A empresa do presente estudo de caso utiliza uma automação do tipo programável. Onde o robô está acoplado a injetora, porém pode ser utilizado para produção de itens diferentes. Conforme ilustra a Figura 9, a empresa está posicionada entre a necessidade de ter uma quantidade produzida elevada, porém apresenta certa variedade de produtos.

No caso da empresa os moldes que foram automatizados são aqueles com maior volume de produção. Porém não é uma automação fixa, pois ao longo de um período estes moldes podem ser trocados por outro seja por motivo de quebra, Manutenção preventiva ou variação na demanda.

Um dos pontos que levou a gestão da empresa a optar pela automação foi à necessidade de produção em grande escala e redução de custos. Os custos da produção podem ser divididos em custos fixos que são aqueles que se mantêm constante para qualquer nível de produção, e os custos variáveis que são aqueles que apresentam variação conforme o nível de produção. (GROOVER, 2011). O Gráfico 6 ilustra um comparativo de custos do processo manual com o automatizado.

Gráfico 6 – Comparativo custos de produção manual e automatizada



Fonte: Grover (2011 p. 46).

Os dados apresentados no Gráfico 6 corroboram com a estratégia da empresa de automatizar o processo, vislumbrando custos menores em produção de larga escala com a mesma qualidade. Para Groover (2011), o método manual tem vantagem de custo em produções de pequenas quantidades, enquanto o método automatizado tem vantagem de custo na produção de grandes quantidades.

Porém, existem outras vantagens assim como desvantagens de automatizar um processo produtivo. O Quadro 5 ilustra as principais vantagens e desvantagens sob a visão de dois autores distintos.

Quadro 5 – Vantagens e desvantagens do processo automatizado

Autor	Vantagens	Desvantagens
Valter Luis Arlindo de Camargo, 2014	Substituir o trabalhador humano em tarefas tediosas.	Alto custo inicial de implantação.
	Evitar que pessoas arrisquem a saúde e a vida em ambientes perigosos.	Limite tecnológico, pois a tecnologia ainda não permite automatizar todas tarefas.
	Manipular cargas pesadas ou de grande dimensão.	
	Realizar tarefas com maior velocidade que o ser humano.	
	Desenvolvimento econômico por meio de maior produtividade e eficiência.	
Frank Lamb, 2015	Substituir o trabalhador humano em tarefas pesadas ou monótonas.	A tecnologia atual não é capaz de automatizar determinadas tarefas.
	Substituir o trabalhador humano em tarefas perigosas, como temperaturas extremas ou ambientes radioativos.	Algumas tarefas custam mais para serem automatizadas do que se forem realizadas de forma manual.
	Manuseio de cargas grandes e pesadas ou manipulação de elementos minúsculos podem ser facilitados com automação.	Dificuldade de prever com precisão o custo de pesquisa e desenvolvimento para automatizar um processo.
	Produção mais rápida e com custos menores que a operação manual equivalente.	Os custos iniciais de implantação são relativamente altos.
	Os sistemas de automação não ficam doentes, minimizando paradas repentinas.	Necessidade de um departamento de Manutenção qualificado para manter o sistema em funcionamento. Falhas de automação podem resultar em perdas de produção.
	Redução de produtos defeituosos e fora do padrão especificado.	

Fonte: Elaborada pelo autor, com base em Camargo (2014) e Lamb (2015).

É possível visualizar no Quadro 5 a existência de vantagens e desvantagens em automatizar um processo produtivo. Por isso, necessita-se que a empresa faça uma análise de viabilidade levando em consideração os pontos citados.

Na empresa do presente estudo de caso, foi realizada tal análise de viabilidade na época da implantação. Constatou-se que o potencial das vantagens era significativamente maior que o das desvantagens.

Uma das principais desvantagens de automatizar um processo produtivo são os custos de implantação. Atualmente estes custos já foram absorvidos pela empresa. Porém, após a implementação constatou-se impactos na Gestão da Manutenção da empresa, que é outra desvantagem citada por Lamb (2015).

Baseado nisso constatou-se a necessidade de estudos mais aprofundados sobre os impactos da automação na Gestão da Manutenção. Por isso, serão

apresentados na sequência deste trabalho, tópicos sobre Manutenção relevantes a estratégia de Manutenção utilizada pela empresa.

2.2 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO

O primeiro passo para entender a importância da Manutenção em um ambiente industrial é conhecer seu significado. No dicionário a palavra Manutenção de máquinas tem a seguinte definição: reunião daquilo que se utiliza para manter ou conservar alguma coisa, garantindo assim seu bom funcionamento. Segundo as Normas Brasileiras de Regulação (NBR) 5462, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1994), a Manutenção é definida como a combinação de ações técnicas e administrativas que buscam manter ou recolocar um equipamento para desempenhar determinada função produtiva.

É possível entender Manutenção como o conjunto de procedimentos técnicos necessários para o bom funcionamento e também reparo de máquinas, equipamentos, peças e ferramentas. (ALMEIDA, 2015). Este processo é utilizado pelas organizações, visando evitar falhas em equipamentos, e pode ser considerada como a combinação da área técnica e de gestão, para que os equipamentos cumpram sua função requerida sem falhas. (SILVA, 2017).

O conceito complementar de Manutenção Industrial indica que este processo tem a função de garantir a disponibilidade dos equipamentos de modo a atender todo o processo de produção com confiabilidade e custos apropriados. (KARDEC; NASCIF, 2012).

As atividades de Manutenção visam reduzir as falhas dos equipamentos. Falhas estas causadas por desgaste, ou pelo uso do equipamento e que podem ocasionar perda de desempenho, paradas de produção, poluição e produtos de baixa qualidade. (XENOS, 2004).

A Manutenção não atua apenas em máquinas e equipamentos em operação, ela atua também na concepção do projeto, definindo peças de reposição, vida útil de componentes e acessibilidade para futuras manutenções. (ALMEIDA, 2015). O objetivo da Manutenção é ajudar a melhorar a eficiência e eficácia da produção. Por este motivo, visa garantir a manutenibilidade dos equipamentos para que a linha produtiva trabalhe o maior tempo possível. (DUARTE et al., 2016).

Além disso, os objetivos da Manutenção estão vinculados a redução de custos globais da empresa, pois com uma boa estratégia de Manutenção é possível reduzir as paradas de máquinas, melhorar a qualidade produtiva, aumentar a confiabilidade da produção e reduzir as horas de indisponibilidade do equipamento. (BORLIDO, 2017).

2.2.1 Evolução do Processo de Manutenção

Aliado a acelerada evolução da tecnologia do último século, constatou-se a evolução de máquinas, ferramentas e materiais. Com o surgimento da mecanização e automação notou-se a necessidade de evolução dos processos de apoio, no qual a Manutenção está inclusa. Conforme Almeida (2015), esta necessidade de evolução não está relacionada somente com os conceitos práticos, mas sim com a Gestão da Manutenção por completo.

Nos últimos 70 anos, a atividade de Manutenção passou por constantes mudanças. Essas alterações têm relação com o aumento na diversidade de equipamentos, automação no monitoramento, projetos com maior complexidade, novas técnicas de Manutenção, importância da Manutenção no resultado global do negócio e introdução da Gestão para se alcançar melhores resultados. (KARDEC; NASCIF, 2012).

A Manutenção vem evoluindo em relação a essas mudanças, pois é possível vislumbrar um aumento na conscientização dos impactos da falha do equipamento em diversas áreas da empresa como: segurança, meio ambiente, qualidade do produto, custos e resultado da empresa. (KARDEC; NASCIF, 2012). Para contextualizar esta evolução o Quadro 6 apresenta os principais marcos das 5 gerações da Manutenção.

Quadro 6 – Gerações da Manutenção

Geração	Principais Características
Primeira Geração (1940-1950)	<ul style="list-style-type: none"> - Conserto após a falha. - Aumento na idade do equipamento gera desgaste ocasionando falhas. - Habilidades focadas no reparo.
Segunda Geração (1951-1970)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento na disponibilidade e vida útil do equipamento. - Planejamento manual da Manutenção. - Computadores grandes e lentos. - Utilização da Manutenção preventiva por tempo.
Terceira Geração (1971-1990)	<ul style="list-style-type: none"> - Busca por maior confiabilidade, disponibilidade e boa relação custo benefício. - Introdução de monitoramentos de condição e Manutenção preditiva. - Melhora na velocidade de computadores e softwares. - Projetos voltados para confiabilidade.
Quarta Geração (1991-2005)	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciar ativos buscando melhoria nos resultados do negócio. - Busca contínua por maior confiabilidade e disponibilidade. - Preocupação com segurança e meio ambiente. - Aumento na utilização de técnicas de monitoramento preditivas, análise de falhas, Manutenibilidade e disponibilidade.
Quinta Geração (2006-2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria no Gerenciamento dos ativos melhorando sua vida útil. - Influir nos resultados do negócio. - Participação do projeto, aquisição operação na Manutenção dos ativos. - Melhorias que reduzam as falhas. - Ativos trabalhem com sua máxima eficiência. - Conceitos de engenharia da Manutenção.

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2012).

A evolução da Manutenção apresentada no Quadro 6, ilustra como surgiram as principais técnicas e tipos de Manutenção. Boa parte destas técnicas são utilizadas até os dias atuais.

A primeira geração abrange um período após a Primeira Guerra Mundial onde a indústria é pressionada para atingir padrões mínimos de Produção. A atividade de Manutenção era considerada de baixa importância, onde os próprios operadores executavam pequenos reparos. (GONÇALVES JUNIOR, 2016). No final desta geração surgem as primeiras equipes de Manutenção responsáveis inicialmente por serviços de limpeza, lubrificação e reparos nos equipamentos. Nesta geração a

Manutenção era baseada em corretivas não planejadas e não haviam estudos sobre outras perspectivas de Manutenção. (CABETE, 2017).

A Segunda Geração ocorre após a Segunda Guerra Mundial, onde o contexto da época reforçava a necessidade de produtos de todo o tipo, aliado à redução no contingente de mão de obra. Com isso a indústria estava dependente do bom funcionamento do maquinário, surge então o conceito de Manutenção Preventiva, com a ideia de aumentar tempo disponível da máquina e evitar paradas para correção. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Inicialmente, as intervenções de Manutenção Preventiva elevaram os custos, pois não havia histórico sobre os equipamentos. Com isso iniciam estudos sobre o comportamento dos equipamentos que permitem o desenvolvimento do método de Manutenção Preventiva. Inicialmente, esta técnica era realizada baseada em cronogramas que previam paradas programadas para a execução deste tipo de Manutenção. (ALMEIDA, 2015).

A Terceira Geração ocorre após a década de 70. Neste período foi acelerado o processo de mudanças das indústrias. As paradas dos equipamentos refletiam em perda de produção e por consequência elevavam os custos. Com o crescimento da automação e mecanização, as falhas nos equipamentos tornaram-se mais frequentes tornando a confiabilidade um ponto chave nesta Geração. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Nesta Geração, surgem os primeiros conceitos de Manutenção Preditiva. Esta técnica tem como princípio inspeções periódicas que permitem analisar a real condição do equipamento no momento. Além disso possibilitam o acompanhamento da evolução de algum possível defeito. A Manutenção Preditiva começa a ser explorada possibilitando um planejamento da Manutenção baseado na vida útil dos componentes do equipamento. (ALMEIDA, 2015).

As práticas de Manutenção Preditiva são utilizadas em maior escala, e tem o objetivo de reduzir as intervenções nas máquinas. Com isso nota-se uma tendência de redução nas Manutenções Preventivas e Corretivas, sendo estas programadas ou não programadas. (KARDEC; NASCIF, 2012). A disponibilidade permanece como medida primordial nessa Geração e por isso são introduzidos conceitos de análise de falhas e Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC). (GONÇALVES JUNIOR, 2016).

Na Quarta Geração surgem conceitos de terceirização dos serviços de Manutenção. Inicialmente os gestores de Manutenção buscam a contratação de serviços específicos, por meio de contratos de longo prazo. O objetivo inicial da terceirização é manter uma parceria de longo prazo entre fornecedor e contratante. (KARDEC; NASCIF, 2012).

A Quinta Geração manteve as rotinas da Quarta Geração, porém com o enfoque no desempenho global da indústria. Para isso, é necessária a participação de diferentes áreas da empresa na Gestão de Ativos. O princípio desta geração é que os equipamentos devem produzir na sua capacidade máxima, sem falhas não previstas, apresentando o melhor desempenho para a empresa. (KARDEC; NASCIF, 2012).

A evolução da Manutenção apresentada trouxe em ordem cronológica os conceitos vitais para se entender como funciona a Gestão da Manutenção nas indústrias. Nos próximos tópicos irão ser apresentados detalhes técnicos de cada tipo de Manutenção e suas respectivas variações.

2.2.2 Tipos de Manutenção

Na literatura é possível notar que não existe uma unanimidade referente à classificação dos tipos e métodos de Manutenção. Estas diferentes classificações podem dificultar o completo entendimento dos conceitos de Manutenção. (XENOS, 2004). O Quadro 7 apresenta as diferentes classificações encontradas.

Quadro 7 – Classificação de tipos de Manutenção

Autor	Classificações dos tipos de Manutenção					
NBR 4562 (1994)	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva			
Xenos (2004)	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva	Melhoria nos Equipamentos	Prevenção de Manutenção	
Pereira (2011)	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva			
Kardec e Nascif (2012)	Manutenção Corretiva não-planejada	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva	Manutenção Detectiva	Manutenção Corretiva Planejada	Engenharia de Manutenção
Seleme (2016)	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado no Quadro 7 nota-se que apesar de classificações diferentes, a maioria tem conceitos similares. Este presente trabalho irá utilizar a classificação de Pereira (2011) e Seleme (2016), pois entende que as outras classificações são derivadas das três principais citadas pelos autores.

Independente da divergência de classificações, vale ressaltar que o mais importante é que o conceito destas classificações seja de forma geral igual para todos. O Quadro 8 ilustra o conceito das principais atividades de Manutenção segundo a NBR 5462 (ABNT, 1994).

Quadro 8 – Atividades de Manutenção

Atividade de Manutenção	Conceito
Manutenção Corretiva	Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane ou falha destinada a recolocar um item em condições de executar função requerida.
Manutenção Preventiva	Manutenção efetuada em intervalos pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou degradação do funcionamento de um item.
Manutenção Preditiva	Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise. Utilizando meios de supervisão com o objetivo de reduzir ao mínimo Manutenções preventivas e corretivas.

Fonte: Adaptado de NBR 5462 ABNT (1994).

A classificação ilustrada no Quadro 8, foi adotada para este trabalho por ser similar ao da empresa analisada no presente estudo de caso. Na sequência serão apresentados os conceitos referentes a estes tipos de Manutenção.

2.2.2.1 Manutenção Corretiva

A Manutenção Corretiva é o tipo de Manutenção mais antigo de todos. Consiste em manter os equipamentos ou instalações em produção até que ocorra a falha. Ou seja, o trabalho de Manutenção para correção da falha inicia-se após a falha já ter ocorrido. (DUARTE et al., 2016). A Manutenção Corretiva é aquela de

atendimento imediato, ou seja, deve ser consertado imediatamente para retornar à produção. (ALMEIDA, 2015).

As Manutenções Corretivas normalmente são oriundas de duas condições: a primeira tem relação com o desempenho deficiente apontado pela operação, prejudicando o funcionamento do equipamento. A segunda é a própria ocorrência de falha que pode ser de origem Mecânica, Elétrica e etc. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Esta técnica consiste na execução de uma ação não programada devido a uma ocorrência de falha por circunstâncias imprevistas. No geral, estas ações devem ser priorizadas pelo setor de Manutenção que necessita estar preparado para efetuar a correção. (SELEME, 2016).

Existem autores que citam que a Manutenção Corretiva pode ser dividida em Manutenção Corretiva Planejada e Não Planejada. Kardec & Nascif (2012) citam que normalmente a Manutenção Corretiva Não Planejada implica em custos maiores que a Planejada, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perdas de qualidade do produto, custos indiretos de Manutenção além de poder gerar reflexos na segurança e meio ambiente.

A Manutenção Corretiva Não Planejada é aquela que ocorre sem nenhuma previsão, em algumas literaturas é conhecida como Manutenção Corretiva Emergencial. A principal característica é a necessidade de conserto após a falha, sem um devido planejamento, no tocante a disponibilidade da equipe e separação de insumos para execução do reparo. (PEREIRA, 2011).

A Manutenção Corretiva Planejada é oriunda do acompanhamento Preditivo. Este monitoramento fornece informações sobre a condição do equipamento e permite aos gestores da empresa planejar com antecedência uma contingência para o equipamento como, por exemplo, a substituição por outro equipamento ou a compra de um kit de reparo. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Em linhas gerais o trabalho planejado onera menos o custo, é mais rápido e mais seguro que um não planejado. Por isso, esta técnica de Manutenção pode ser utilizada inclusive para a recuperação do equipamento. Este tipo de técnica pode trazer bons resultados quando a empresa não tem condições de adquirir um novo equipamento, optando por realizar uma Manutenção Corretiva Planejada para modernizar o equipamento, vislumbrando aumentar a produtividade. (PEREIRA, 2011).

Por fim, pode-se afirmar que a Manutenção Corretiva Planejada ou Não Planejada ainda é utilizada em algumas empresas, sendo muitas vezes por falta de um plano de Gestão de Manutenção ou até por ser uma opção plausível quando os custos de indisponibilidade são menores que os custos para evitar a falha. (VARGAS, 2016).

2.2.2.2 Manutenção Preventiva

Conforme a NBR 5462 ABNT (1994), a Manutenção Preventiva é aquela efetuada em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou degradação do funcionamento do item.

A Manutenção Preventiva é o tipo de Manutenção que procura prevenir e evitar a ocorrência de falha. Em alguns setores como a aviação este tipo de Manutenção é imperativo, pois a falha tem relação com a segurança de pessoas. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Para Xenos (2004), a ausência de um programa de Manutenção Preventiva, as falhas tendem a aumentar e podem acabar ocupando o tempo da equipe de Manutenção, além de ter como consequência maiores perdas de produção.

A Manutenção Preventiva deve ser norteadada pelos dados dos fabricantes, porém existem casos que os dados não são precisos, ou não são adequados para o ambiente da empresa. Nestes casos pode-se utilizar os dados históricos de equipamentos similares, considerar as condições operacionais, ou utilizar dados de plantas similares, para a definição do Plano de Manutenção Preventiva dos equipamentos. (KARDEC; NASCIF, 2012). Na ausência de dados dos fabricantes torna-se necessário que o Manutentor execute estudos sobre o registro de corretivas da máquina e estabeleça uma vida útil baseada na realidade da empresa. (ALMEIDA, 2015)

Não é recomendado para um planejamento de Manutenções Preventivas, a utilização de padrões de outras empresas, pois cada empresa possui suas peculiaridades, quanto aos equipamentos e operação. Por isso é recomendado que a empresa execute uma análise de seus equipamentos, a fim de definir o Plano de Manutenção Preventiva. (VARGAS, 2016).

Referente à Gestão da Manutenção Preventiva é necessário controlar a frequência de intervenções, os insumos e peças que serão utilizadas e a capacidade de mão de obra para executar estas tarefas. O controle nestas variáveis auxilia o gestor a manter os custos sob controle, além de ampliar a eficiência do processo produtivo visando a redução de paradas inesperadas. (ALMEIDA, 2015).

Na fase inicial de aplicação da Manutenção Preventiva pode-se ter duas situações distintas. A primeira é a ocorrência de falhas antes de completar o período estimado. A segunda é a intervenção no equipamento prematuramente. Por isso, a importância de utilizar dados históricos neste tipo de Manutenção. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Outro ponto fundamental para o programa de Manutenção Preventiva é a execução de forma sistêmica e dentro dos prazos previstos. Para que ocorra isso, é importante que este processo seja controlado. Visando a melhoria neste processo é recomendado que toda a máquina do ambiente produtivo possua uma Instrução de Trabalho (IT) que roteirize as ações a serem executadas. Esta instrução deve conter identificação e localização da máquina, a descrição dos itens a serem executados além dos prazos e periodicidade de execução. (ALMEIDA, 2015).

Existem vantagens e desvantagens na utilização desta técnica. O método pode prevenir falhas ajudando no nivelamento de recursos, além de prever o consumo de materiais sobressalentes. O ponto negativo é a promoção de uma parada na operação do equipamento, que pode ocasionar defeitos intrínsecos, além de gerar redução na disponibilidade quando realizada em excesso. (KARDEC; NASCIF, 2012). Outros possíveis problemas da intervenção de Manutenção Preventiva são: falha humana na montagem e desmontagem de componentes, consumo elevado de sobressalentes, contaminações no óleo, danos durante paradas e relargadas de processo e falhas nos procedimentos de Manutenção. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Analisando esta tipologia no quesito custos, pode-se dizer que a Manutenção Preventiva é uma tipologia que requer maior investimento. Pois para a redução de troca de componentes antes do final de sua vida útil é necessário investir em um bom planejamento, que defina claramente as periodicidades de troca. (SILVA, 2017).

2.2.2.3 Manutenção Preditiva

Conforme a NBR 5462 ABNT (1994), a Manutenção Preditiva consiste em garantir uma qualidade de serviço desejada com base na aplicação de técnicas de amostragem, visando reduzir Manutenções Preventivas e Corretivas.

Com a Manutenção Preditiva pode-se indicar as condições da máquina baseado nos dados obtidos, fenômenos de desgaste apresentados ou necessidade de regulagens. Os mantenedores citam que esta técnica é para “ouvir a máquina”, por meio de inspeções periódicas são analisados alguns itens que irão mostrar possíveis problemas de Manutenção no futuro. (ALMEIDA, 2015).

O principal enfoque da Manutenção Preditiva é evitar Manutenção Corretiva, realizando um correto monitoramento, de condições e parâmetros de máquina, visando antever avarias que o equipamento possa sofrer. (BORLIDO, 2017). Além disso, esta técnica consiste no acompanhamento e monitoramento das condições do equipamento. (KARDEC; NASCIF, 2012).

A Manutenção Preditiva é realizada por meio de acompanhamentos de parâmetros diversos, visando que o equipamento fique em operação o maior tempo possível. Ou seja, a Manutenção Preditiva busca fazer medições com o equipamento em funcionamento privilegiando a disponibilidade, visando reduzir as intervenções no funcionamento da máquina. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Na Manutenção Preditiva, são utilizadas algumas técnicas de monitoramento, como sensoriamento remoto, análise de óleo, termografia, análise de vibrações, para análise da máquina como um todo. Estas técnicas são recomendadas, pois proporcionam informações que tornam possível a troca de peças, mais próximo do final de sua vida útil. (BARBOSA, 2016).

Sob o âmbito dos custos de Manutenção Preditiva, deve-se fazer uma análise considerando dois fatores principais. O primeiro é a verificação periódica, neste caso leva-se em consideração os custos dos equipamentos e mão de obra em relação à estratégia de Manutenção como um todo. O segundo fator é analisar se a relação custo benefício da instalação de monitoramento contínuo e *online* é vantajosa, considerando as peculiaridades da empresa. (KARDEC; NASCIF, 2012). Recomenda-se a utilização desta técnica onde o custo da falha é alto. (BRANCO FILHO, 2008).

Esta técnica é utilizada nas indústrias, no geral, oferece melhores resultados, pois é a que intervém o mínimo possível no processo. Porém, vale ressaltar que os responsáveis por este processo sejam treinados, pois não basta apenas medir, deve-se tomar as ações de intervenção na hora certa. (KARDEC; NASCIF, 2012).

2.2.3 Técnicas de Apoio à Manutenção

Além da separação por tipo de Manutenção, existem algumas técnicas de apoio que são utilizadas nas Estratégias de Manutenção das empresas. Neste tópico serão ilustradas algumas das principais técnicas de apoio utilizadas.

2.2.3.1 Manutenção de Melhorias

A Manutenção de Melhorias é considerada uma técnica de apoio a Gestão da Manutenção. Esta técnica consiste em melhorar gradativamente e continuamente o desempenho do equipamento. (XENOS, 2004). Além disso, consiste na análise de novas técnicas, que tornem o método de trabalho mais eficiente e produtivo. (BRANCO FILHO, 2008).

Para utilização desta técnica é importante que a empresa tenha um nível de conhecimento adequado de seus equipamentos e programas de Manutenção Preventiva e Preditiva consistentes. Pois assim torna-se possível executar melhorias que reduzam o número de intervenções no equipamento, além de redução no consumo de itens sobressalentes. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Esta técnica, informa que o processo de Manutenção não deve apenas reparar as falhas, é necessário continuamente melhorar os equipamentos visando redução das falhas. Para que isso aconteça é importante que estas sejam investigadas. (XENOS, 2004).

Para isso pode-se utilizar novas técnicas e novos métodos de monitoramento de Manutenção. Branco Filho (2008), cita como exemplo a utilização de técnicas de Manutenção Centrada na Confiabilidade, e estudos de *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), para a análise de causas de falha e por consequência melhores tratativas na redução das falhas.

Nota-se que este é um ponto que deve ser explorado pelas equipes de Manutenção nas empresas brasileiras. Pois normalmente as equipes executam o

conserto da falha, porém não realizam uma análise de abrangência para que a falha não ocorra novamente. (XENOS, 2004).

Para reduzir estas falhas as empresas modernas buscam aplicar conceitos de melhoria contínua em todo seu processo. Neste contexto, a Manutenção de Melhorias pode ser introduzida, para reduzir o tempo de inatividade do equipamento. (ELFEZAZI; KOUSSAIMI; BOUAMI, 2016).

Além de reduzir o tempo de inatividade, esta técnica é utilizada para padronizar atividades de Manutenção, gerenciar estoques de peças sobressalentes, e realizar modificações na operação ou no próprio projeto do equipamento, visando um melhor desempenho do mesmo. (BRAND, 2011).

2.2.3.2 Manutenção Autônoma

Um dos motivos para um desempenho abaixo do esperado de um equipamento pode ter relação com conflitos entre os departamentos de produção e Manutenção. (XENOS, 2004). A Manutenção Autônoma pode ajudar a reduzir este problema, pois seu objetivo é envolver o operador responsável pelo o equipamento nas atividades de Manutenção e na detecção de possíveis falhas. (VARGAS, 2016).

Esta técnica além de capacitar os operadores na detecção de anomalias, ela auxilia na divisão de tarefas, capacitando o operador na prática de atividades simples de Manutenção. Por exemplo, a limpeza, lubrificação e inspeções visuais. (XENOS, 2004). Esta transferência de responsabilidades entre os processos de produção e Manutenção não pode ser repentina, deve ser realizada de forma lenta e gradativa. (BORLIDO, 2017).

Um dos pontos positivos da utilização desta técnica é o fato de ao envolver os operadores responsáveis pelo equipamento em tarefas mais simples como limpeza, e inspeção. Torna-se possível liberar os técnicos de Manutenção para a execução de tarefas mais específicas e técnicas. (SILVA, 2017)

As atividades da Manutenção Autônoma são muito importantes para alcançar os objetivos da Manutenção Produtiva Total (MPT), sendo estas atividades consideradas um de seus oito pilares. (SILVA, 2017). No próximo tópico será apresentado a definição deste conceito, e como a Manutenção Autônoma está vinculada a ele.

2.2.3.3 Manutenção Produtiva Total (TPM - *Total Productive Maintenance*)

A Manutenção Produtiva Total, também conhecida como *Total Productive Maintenance* (TPM), consiste em um gerenciamento orientado dos equipamentos que deve ser realizado com o envolvimento de todos os funcionários da empresa. (TAKAHASHI; OSADA, 1993).

Conforme Nakajima (1989), a TPM pode ser definida como a Manutenção produtiva realizada por todos os colaboradores, onde pequenos grupos realizam atividades de Manutenção. O envolvimento de todos os colaboradores auxilia no entendimento da importância da confiabilidade dos equipamentos.

A TPM se inicia no Japão nos anos 70, pois vários fatores econômico-sociais estavam tornando as exigências mais rigorosas e o mercado mais competitivo. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Os Estados Unidos foram pioneiros em alguns dos principais conceitos de Manutenção, pode-se citar a Manutenção Preventiva e Manutenção do Sistema de Produção (MSP). Porém, no Japão são assimilados todos os conceitos e nasce a TPM, que se fundamentava pela “Manutenção com participação de todos” (NAKAJIMA 1989).

Pode-se considerar que a TPM é um processo que deriva da Manutenção Preventiva, visto a maneira que foi concebida. (KARDEC; NASCIF, 2012). Este conceito encontra-se implementado em muitos países e com ótimos resultados.

Para Yamaute (2010), a TPM busca estabelecer boas práticas de Manutenção na busca de cinco metas principais que são: melhorar a eficácia dos equipamentos, realizar Manutenção Autônoma, planejar a Manutenção, treinar a equipe em habilidades de Manutenção relevantes e conseguir gerir os equipamentos.

Para Borlido (2017), a TPM tem como objetivo aumentar disponibilidade das máquinas, e reduzir perdas de nível de abastecimento de linha. Tendo como diferencial o envolvimento do operador na Manutenção do seu próprio equipamento. Com isto torna-se possível um conceito mais disseminado de Manutenção Proativa, além de aumentar a análise crítica do operador perante o processo.

A TPM visa investir na qualificação dos funcionários, pois entende os operadores, possuem conhecimentos específicos da máquina. Sendo estes conhecimentos em alguns casos maiores do que a própria equipe de Manutenção,

visto que operador está em contato diário com o equipamento. (KARDEC; NASCIF, 2012).

O perfil dos empregados envolvidos na área de Manutenção quando aplicada a TPM, está diretamente vinculado ao treinamento e capacitação. Os operadores devem ser treinados na execução de atividades simples de Manutenção do equipamento. Os manutentores devem executar tarefas com maior necessidade de conhecimento técnico. Por fim, os engenheiros de Manutenção devem participar no planejamento e desenvolvimento de melhorias com o objetivo de reduzir as falhas (KARDEC; NASCIF, 2012).

A Manutenção Produtiva Total é baseada em três princípios fundamentais: melhoria das pessoas, melhoria dos equipamentos e qualidade total. (DUARTE, 2016). Conforme (KARDEC; NASCIF, 2012), a TPM, apresenta seis grandes perdas no processo de Manutenção. O Quadro 9 ilustra as causas e consequências.

Quadro 9 – As 6 grandes perdas da TPM

Perdas	Causa da perda	Consequência
1. Quebras	Falha no equipamento (quebra repentina), ou degeneração gradativa do equipamento.	Contribuem para perda de desempenho operacional, podem ser ocasionadas
2. Mudança de linha	Interrupção da produção para preparação dos equipamentos.	Contribuem para perda de desempenho operacional, podem ser ocasionadas
3. Operação em vazio e pequenas paradas	Trabalho no vazio, detecção de produtos não conformes ou sobrecarga de algum equipamento.	Interrupções que exigem rápida intervenção dos operadores ou manutentores e podem afetar o tempo efetivo de operação.
4. Velocidade reduzida em relação à nominal.	Queda de velocidade por desgaste, aquecimento ou vibração em excesso.	Queda no rendimento e aumento do tempo efetivo de operação.
5. Defeitos de Produção	Oriundas de retrabalhos ou descartes.	Produtos defeituosos e aumento no tempo efetivo para produzir os lotes com peças aprovadas.
6. Queda de rendimento	Perdas pelo não aproveitamento do equipamento, podem ser por instabilidade operacional ou problemas de matéria prima.	Produtos defeituosos e aumento no tempo efetivo para produzir os lotes com peças aprovadas.

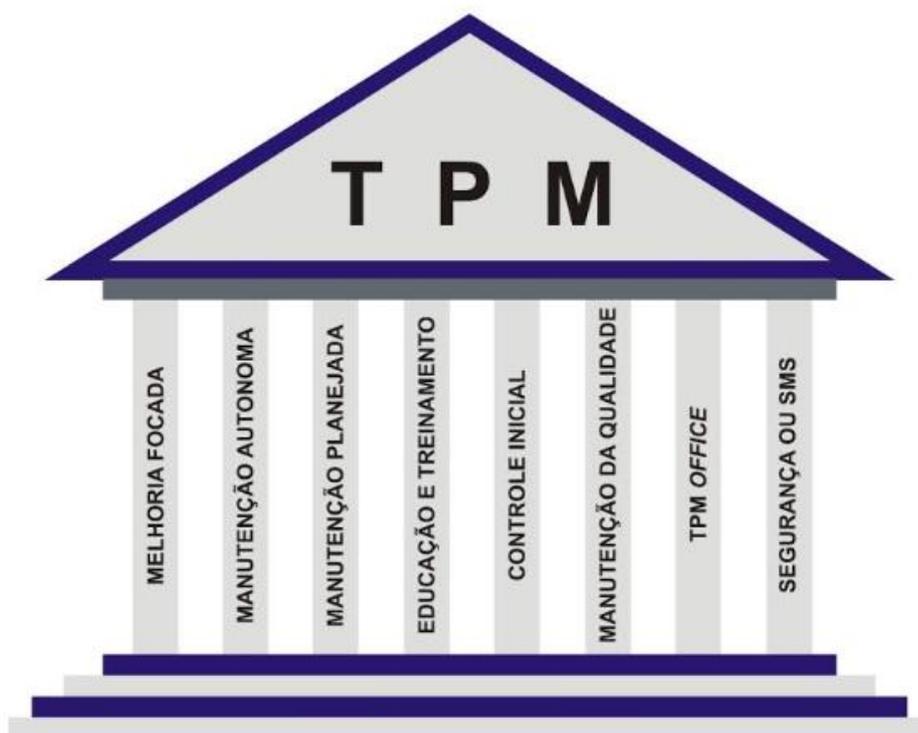
Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2012).

A TPM busca a eliminação das perdas apresentadas no Quadro 9, com o objetivo de aumentar a eficiência global do equipamento. Com este método as perdas são analisadas de forma mais proativa, diferente dos outros métodos

tradicionais que tem caráter mais reativo. (MANTO, 2014). A eliminação das perdas listadas torna possível o maior rendimento operacional do equipamento, porém na prática isso não é comum. Nakajima (1989), cita que “um índice de rendimento operacional de 85% é suficiente para encher de orgulho qualquer diretor de produção”.

Para ser atingido este melhor rendimento operacional, é necessário que seja implementado um programa de TPM. Este programa é construído a partir de 8 pilares que servem de base para estes conceitos. (PEREIRA, 2011). A Figura 10 apresenta a casa da TPM e seus 8 pilares de sustentação.

Figura 10 – Pilares TPM



Fonte: Adaptado de Kardec & Nascif (2012).

Na Figura 10 apresenta-se os 8 pilares que sustentam esta metodologia. Com eles busca-se envolver todos os departamentos da empresa nas atividades de Manutenção no intuito de atingir maior eficiência produtiva. O Quadro 10 apresenta as principais características destes pilares na visão de diferentes autores.

Quadro 10 – Detalhamento dos pilares da TPM

Pilar	Pereira 2011	Kardec e Nascif 2012	Manto 2014
1 - Melhoria focada	Melhorias específicas, técnica de Kaizen.	Focar na melhoria global do negócio.	Eliminação das seis grandes perdas.
2 - Manutenção autônoma	Operadores executam Manutenções e sugerem melhorias.	Autogerenciamento e controle das Manutenções.	Preparar operadores para serem parceiros ativos da Manutenção na busca de melhoria contínua.
3 - Manutenção planejada	Ações preventivas de Manutenção.	Sistema mecanizado para planejamento e controle das Manutenções	Manter os equipamentos em condições ideais para melhorar o rendimento operacional global.
4 - Educação e treinamento	Capacitação dos operadores nas atividades de Manutenção.	Ampliação da capacitação técnica da equipe de Manutenção e operação.	Aumentar as habilidades dos operadores e manutentores.
5 - Controle inicial	Envolvimento de todas áreas para a prevenção da Manutenção.	Sistema de gerenciamento para eliminar falhas na fase inicial do equipamento.	Conceber equipamentos capazes de garantir confiabilidade, qualidade e segurança na Manutenção.
6 - Manutenção da qualidade	Ações integradas para obediência de padrões.	Estabelecimento de um programa zero defeito.	Eliminação da deterioração dos equipamentos e obtenção de defeito zero.
7 - TPM Office	Realização de melhorias administrativas.	Estabelecimento das práticas de TPM nas áreas administrativas.	Processar informações de maneira rápida com qualidade e confiabilidade para reduzir perdas administrativas.
8 - Segurança saúde e meio ambiente.	Manutenções que evitem acidentes de trabalho.	Estabelecimento de um programa de Segurança saúde e meio ambiente.	Responsável pelo programa de Segurança saúde e meio ambiente, com o objetivo de atingir acidente zero.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Pereira (2011); Kardec e Nascif (2012); Manto (2014).

O Quadro 10 apresenta a visão de três autores sobre os principais conceitos que devem ser analisados na implementação de cada pilar da TPM. Nota-se que a aplicação desta metodologia sob a ótica dos 8 pilares torna esta técnica uma das mais abrangentes no setor de Manutenção.

Vale ressaltar que a aplicação da TPM em sua essência amplia a participação de todos os envolvidos com o processo de Manutenção, tendo como objetivo o aumento da eficiência operacional. (KARDEC; NASCIF, 2012).

A partir desta análise nota-se que a implantação da TPM norteada pelos pilares pode auxiliar a combater as seis grandes perdas e por consequência melhorar o desempenho global da empresa. (PEREIRA, 2011). Porém é necessário

muita disciplina para manter este método em funcionamento. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Por fim acredita-se que a implementação desta metodologia pode auxiliar a Gestão da Manutenção, pois contribui no entendimento do processo de Manutenção. Porém cabe a Gestão da Manutenção de cada empresa analisar quais metodologias e técnicas mais adequam-se a sua necessidade. Na sequência será apresentado os principais conceitos relacionados à Gestão da Manutenção.

2.3 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Após a análise detalhada dos principais tipos e técnicas de Manutenção, serão apresentados neste capítulo os principais conceitos para gerir o processo de Manutenção.

2.3.1 PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

O processo de Manutenção é considerado uma função estratégica das empresas devido a sua relação direta com os resultados. (NASCIF; DORIGO, 2013). Nota-se um aumento no grau de importância da função Manutenção. Atualmente em alguns casos as atividades de Manutenção estão em mesmo grau de importância que as atividades de produção, devido a sua contribuição para atingir os objetivos do negócio. (COSTA, 2013).

Para que sejam atendidos estes objetivos é necessário um gerenciamento eficaz da Manutenção, que interligue o processo com os objetivos e metas da empresa. (COSTA, 2013). Para o atendimento destas necessidades notou-se o surgimento dos primeiros núcleos de trabalho para gerir o processo de Manutenção que são chamados de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). (NASCIF; DORIGO, 2013).

Conforme Branco Filho (2008), o processo de PCM consiste no conjunto de ações, de preparar, planejar, coordenar e controlar o resultado das execuções das atividades de manutenção. Essas atividades normalmente estão centralizadas em um setor. Este setor deve estar alinhado com o modelo de gestão da empresa de modo a participar nas definições e atingimento de metas. (NASCIF; DORIGO, 2013).

O PCM é o setor responsável por organizar as solicitações de Manutenção e fazer o planejamento, programação e controle para que sejam executadas as tarefas com eficiência e eficácia. Este setor pode receber solicitações de mais de uma área da empresa como, por exemplo, Diretoria, gerências de Manutenção, supervisores e a própria operação. O setor deve fazer o sequenciamento, colocando como prioridade as Manutenções em equipamentos chave para a empresa. (HERNANDES, 2017). O principal objetivo do PCM é contribuir para que a Manutenção atenda as necessidades do processo produtivo e garanta a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. (NASCIF; DORIGO, 2013).

Cabe ao PCM definir os tipos e técnicas de Manutenção que serão adotadas em cada ativo da planta industrial. Neste caso, é válido realizar uma matriz de criticidade e contar com a participação da operação e da segurança do trabalho. (KARDEC; NASCIF, 2012).

O PCM é parte importante para o sucesso da Gestão da Manutenção, pois ele que é responsável pelo acompanhamento dos cadastros e execuções de Manutenção Preventiva e Preditiva. (PEREIRA, 2011).

O processo de planejamento é muito importante em todas as áreas de uma empresa e não é diferente na Manutenção. O PCM será responsável por identificar fatores como custos, benefícios e recursos necessários. (HERNANDES, 2017).

É de responsabilidade do PCM detalhar os planos de Manutenção e inspeção de cada ativo, além de atender e organizar solicitações de Manutenções Corretivas. Este setor deve criar os mais adequados planos de Manutenção para cada tipo de ativo que a empresa possui. (NASCIF; DORIGO, 2013).

Além de planejar as atividades de Manutenção, é necessário que o PCM execute o controle destas atividades. O controle de Manutenção consiste em medir tudo que foi feito na etapa de planejamento da Manutenção. Nesta etapa são definidas as métricas que irão ser utilizadas para validar as estratégias do PCM. A medição se faz necessária para se ter um maior entendimento do que está passando no processo de Manutenção. (NASCIF; DORIGO, 2013).

A atuação do PCM auxilia na organização do sistema produtivo, pois reforça o fato que a Manutenção deve ser mais atuante e eficiente para atingir os resultados. (BRANCO FILHO, 2008). Portanto, para que um PCM funcione adequadamente em uma indústria, é necessária uma boa qualificação dos profissionais na área de

Manutenção, tanto na parte técnica quanto na parte de gestão. (HERNANDES, 2017).

Para a realização da gestão completa das atividades de PCM é necessário que este setor analise com criticidade diversos itens específicos. (COSTA, 2013). Serão apresentados alguns destes itens na sequência deste trabalho.

2.3.2 Cadastro e Classificações dos Equipamentos

Para que se tenha uma Gestão de Manutenção eficaz, um dos pontos primordiais é a estruturação da hierarquia dos equipamentos baseada em normas técnicas e práticas da indústria. Para isso necessita-se que os cadastros dos equipamentos sejam realizados de uma forma sistêmica e clara. Pois para que o setor de Manutenção seja eficiente, necessita-se que o cadastro dos equipamentos e informações sobre eles estejam organizados. (QUEIRÓZ, 2016).

É recomendável que os cadastros dos equipamentos sejam automatizados e que se tenha os manuais dos equipamentos vinculados a este cadastro. Pois assim será possível planejar a execução antes de realizar o serviço. (PEREIRA, 2011).

A estruturação hierárquica dos equipamentos facilita o planejamento das intervenções. Com isto pode-se agrupar atividades de Manutenção e evitar que equipamentos sejam retirados de operação para execução de uma Manutenção específica. (QUEIRÓZ, 2016).

A classificação destes equipamentos deve evidenciar quais devem ser tratados como prioridade para a empresa. Além disso, a classificação correta auxilia na decisão de implementação de sistemas preventivos e preditivos do equipamento. (PEREIRA, 2011).

Em alguns casos as empresas elaboram uma matriz de criticidade para os equipamentos. Esta é classificada em três níveis de criticidade: máximo, médio e pequeno. Para isso leva-se em consideração a operação, a programação da produção, a segurança e o Meio ambiente. (NASCIF; DORIGO, 2013). Estes níveis de criticidade são utilizados como base para definição das técnicas de Manutenção que serão empregadas em cada equipamento, assim como a frequência de aplicação. (NASCIF; DORIGO, 2013).

Além do cadastro do equipamento, necessita-se o conhecimento das peças de reposição do mesmo. Baseado nisso recomenda-se que elas sejam cadastradas em conjunto com o equipamento. (PEREIRA, 2011).

2.3.3 Peças de Reposição

As peças de reposição devem ser gerenciadas e o objetivo de tê-las cadastradas é manter o controle e identificação das mesmas. (XENOS, 2004). Para isso necessita-se que a gestão de estoque seja atualizada constantemente, pois no caso de processos com imprevisibilidade alta, pode ocorrer a quebra antes do tempo previsto acarretando a necessidade da peça de reposição. Por outro lado, em caso de processos sem estudos de confiabilidade, pode se ter intervenções antes do fim da vida útil da peça o que acaba elevando os custos de Manutenção. (QUEIRÓZ, 2016).

A principal função dos estoques de reposição é ajudar na execução das atividades de Manutenção. (XENOS, 2004). Porém, manter estoque de peças de reposição gera custos. Por isso os estoques de segurança devem ser gerenciados criteriosamente com o objetivo de manter somente peças vitais para as atividades de Manutenção. (PEREIRA, 2011).

Além de manter as peças de reposição a disposição, os manutentores devem conhecê-las. Em caso de necessidade podem ser realizados treinamentos específicos, ou simples consultas no manual do equipamento.

2.3.4 Educação e Treinamento

A educação e o treinamento são meios utilizados para auxiliar no desenvolvimento de habilidades dos colaboradores. A Gestão dos processos produtivos deve levar em consideração este fato, na busca de melhorar o desempenho do processo. Para isso os gestores devem ter como objetivo o contínuo desenvolvimento de seus colaboradores. (YAMAUTE, 2010).

No setor de Manutenção, devido seu caráter técnico, pode-se notar esta necessidade, por isso a educação e treinamento estão nas responsabilidades da Gestão da Manutenção. Cabe aos gestores analisarem as necessidades dos

colaboradores e procurar capacitá-los para desempenhar funções dentro do departamento de Manutenção. (XENOS, 2004).

Conforme Branco Filho (2008), os treinamentos no setor de Manutenção podem ser internos ou externos. Sendo o interno aquele realizado no ambiente da empresa, em muitos casos realizado pelos próprios colaboradores da empresa. E o externo realizado fora do ambiente da empresa sendo normalmente realizado por terceiros.

Nota-se que uma das deficiências das empresas brasileiras é a habilidade insuficiente, e isso vale tanto para o pessoal de operação quanto para o pessoal de Manutenção. (XENOS, 2004). O treinamento tem o objetivo de aumentar as habilidades dos operadores e manutentores, e deve ser realizado com qualidade e acompanhamento. (MANTO, 2014). Um treinamento inadequado pode gerar uma execução inadequada e por consequência introduzir falhas nos equipamentos. (XENOS, 2004).

Além da realização do treinamento ressalta-se a importância no acompanhamento do colaborador treinado na realização das habilidades requeridas. Estes acompanhamentos devem ser realizados pela chefia do colaborador e quando necessário pode sugerir uma reciclagem no treinamento. (MANTO, 2014).

Mesmo os colaboradores possuindo treinamentos, pode haver alguns casos em que eles não possuam as habilidades técnicas para resolver o problema de determinada falha. Para reduzir este impacto, algumas empresas utilizam a terceirização de algumas atividades de Manutenção.

2.3.5 Terceirização da Manutenção

Após o final da década de 1990, nota-se um aumento na utilização da terceirização da Manutenção nas empresas brasileiras. O argumento utilizado é que a empresa necessita manter o foco no seu diferencial de negócio e deve transferir a outras empresas serviços não essenciais. (SARAIVA; MERCÊS, 2015).

O conceito de terceirizar na Manutenção não deveria ser fundamentado em contratar atividades de menor importância, nem contratar mão de obra por menor custo. Terceirizar deveria partir de uma relação de parceria entre os envolvidos com objetivo de atingir resultados empresariais positivos para ambos. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Na terceirização, o produto da Manutenção é considerado a disponibilidade do equipamento. Porém, se a contratada trabalha para aumentar a disponibilidade, poderá reduzir o volume dos serviços prestados. (KARDEC; NASCIF, 2012). Por isso, a terceirização da Manutenção é normalmente vantajosa em empresas onde o setor de Manutenção não é especializado o suficiente, ou não apresenta um nível de serviço que esteja alinhado com os objetivos da empresa. (COSTA, 2013)

Outro ponto que se deve avaliar para que a terceirização esteja vinculada aos objetivos da empresa. É o fato de idealizar contratos baseados em resultados, onde o contratante e o contratado ganhem com o aumento de disponibilidade. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Normalmente, a terceirização da Manutenção é realizada com o objetivo de reduzir custos. Porém, é válido ressaltar que outros pontos devem ser analisados. Nota-se que outros elementos podem tornar a terceirização vantajosa como por exemplo: melhoria do processo produtivo, parceria entre ambas as partes, e ganhos pela atuação especializada de empresas que atuam no segmento melhor que o contratante. (SARAIVA; MERCÊS, 2015).

2.3.6 Custos da Manutenção

Logo no início da utilização das técnicas de Manutenção notava-se que boa parte dos gerentes afirmavam que não haviam meios de controlar custos de Manutenção. Ou citavam de forma genérica que os custos eram altos e oneravam o produto final. Na realidade não se tinha conhecimento da real importância que o processo de Manutenção tem para os resultados da empresa. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Conforme Branco Filho (2008), os custos de Manutenção deveriam ser uma das principais preocupações dos gerentes na tomada de decisão. Para isso, considera-se os custos de reparo, os custos de perda de produção, custos de perda de matéria prima, custo de indenizações por acidentes e outros.

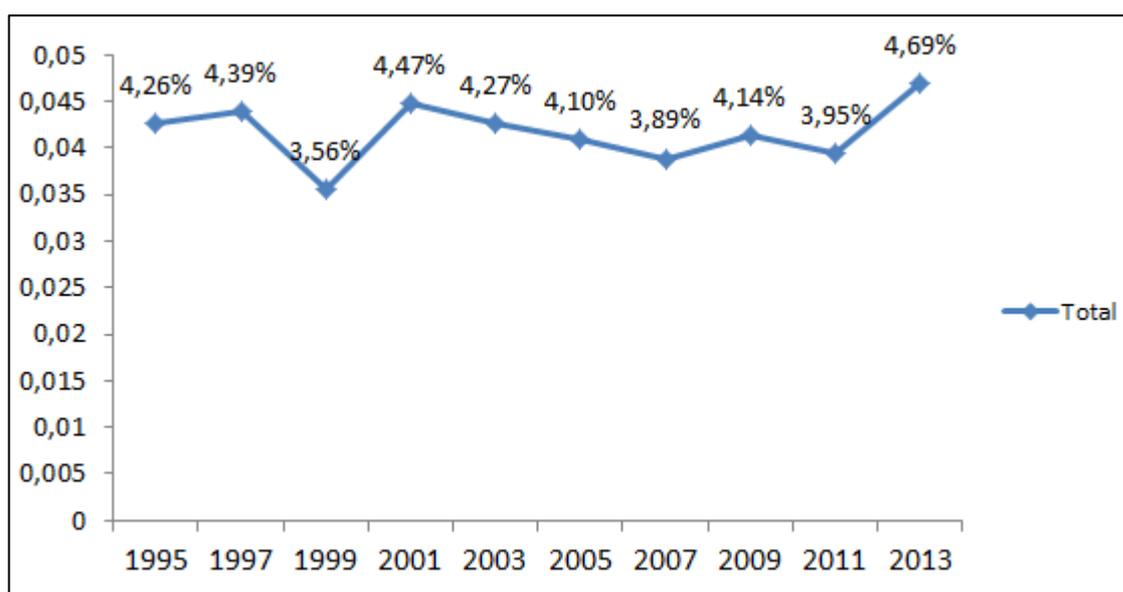
Nos dias atuais, os custos de Manutenção representam uma parcela dos custos da produção. Pois para manter equipamentos em condições de uso são necessárias peças de reposição, materiais de consumo, mão de obra, serviços contratados entre outros. (XENOS, 2004).

O setor de Manutenção normalmente era visto nas empresas como um setor apenas gerador de despesa, por não apresentar seu resultado em forma de um produto final. Porém, o objetivo da Manutenção é elevar a disponibilidade e confiabilidade do equipamento e por consequência melhorar o resultado da empresa. Porém a Gestão da Manutenção deve realizar isso de maneira menos custosa possível. (NASCIF; DORIGO, 2013).

Os custos da Manutenção podem ser classificados de duas formas. Na primeira considera-se três categorias, onde os custos são divididos em materiais, mão de obra e serviços subcontratados. Porém existem empresas que realizam a divisão de custos baseada na técnica de Manutenção utilizada. Para isso utilizam a divisão de custos de Manutenção Preventiva, Manutenção Corretiva e de melhoria do equipamento. (XENOS, 2004).

Nas indústrias brasileiras os custos de Manutenção são normalmente mensurados por meio de indicadores. Um dos mais utilizados é custo de Manutenção em relação ao faturamento bruto da empresa. (KARDEC; NASCIF, 2012). O Gráfico 7 ilustra a evolução nos custos de Manutenção no Brasil, conforme Relatório Nacional da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN) (2013).

Gráfico 7 – Custo de Manutenção em relação ao faturamento bruto das empresas brasileiras (%)



Fonte: Adaptado de Abramam (2013).

Conforme ilustrado no Gráfico 7, observa-se que os custos de Manutenção nas indústrias brasileiras variam de 3,5% a 4,69%. Nota-se que os dados da tabela utilizam uma média das indústrias brasileiras por isso podem ser utilizados como norteador. Em resumo, os custos de Manutenção nas indústrias brasileiras podem representar quase 5% do faturamento bruto de uma empresa. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Segundo o relatório nacional da ABRAMAN (2013), os custos de Manutenção são normalmente compostos por pessoal, material, serviços e outros. A média brasileira, cita que os valores com mão de obra, são de aproximadamente 34,02%, Materiais representam 21,66%, serviços contratados 27,50% e outros 16,52%. Nota-se que a grande maioria dos custos está relacionada com custos de mão de obra, seja ela interna ou terceirizada. Sendo assim entende-se que os custos de Manutenção devem ser analisados sob esses três pontos pelas empresas. (PEREIRA, 2011).

Além disso, os custos podem ser divididos em diretos e indiretos. Os custos diretos são aqueles necessários para manter o equipamento em operação. Pode-se incluir os custos de Manutenção Preventiva, inspeções, lubrificação, reparos e Manutenção Corretiva no geral. Os custos indiretos na Manutenção são aqueles relacionados a estrutura gerencial e de apoio administrativo. Os custos indiretos podem ter relação com a depreciação do equipamento ou com melhorias que devem ser realizadas. (KARDEC; NASCIF, 2012).

A linguagem de custos de Manutenção mostra uma forma de mensurar este processo. Porém deve-se analisar todo o contexto da organização, levando em consideração custos por perda de produção e outros. (KARDEC; NASCIF, 2012). Para isso se faz necessário uma análise no contexto da empresa e buscar a estratégia de Manutenção mais adequada para não perder produção por falta de disponibilidade, mas também evitar custos de Manutenção em excesso.

2.3.7 Indicadores da Manutenção

Os Indicadores de Desempenho da Manutenção são definidos como dados quantitativos relativos a processos de Manutenção os quais a empresa deseja controlar. (BRANCO FILHO, 2006). Eles são utilizados na Manutenção para

acompanhar o desempenho do setor, sendo uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão. (CABETE, 2017).

Os Indicadores devem ser selecionados com o objetivo de entender como o processo de Manutenção está agindo. É importante salientar que os indicadores da Manutenção devem estar de acordo com os da Produção. (SILVA, 2017). Nota-se que a decisão sobre quais indicadores devem ser utilizados é de responsabilidade da empresa, que deve buscar aqueles que agreguem valor para seu processo produtivo. (COSTA, 2013).

De acordo com Branco Filho (2006), os indicadores mais utilizados pelo processo de Manutenção no Brasil, tem relação com custos e disponibilidade. A disponibilidade dos equipamentos é um dos principais indicadores utilizados nos programas de Manutenção para medir a confiabilidade. (FOGLIATTO, 2009).

O processo de Manutenção pode ser medido de diversas formas conforme característica de cada empresa. O relatório Nacional da ABRAMAN (2009), apresenta os principais indicadores utilizados no Brasil por grau de importância. O Quadro 11 ilustra os dados.

Quadro 11 – Indicadores de desempenho por grau de importância

Tipos	1999	2001	2003	2005	2007	2009
Disponibilidade Operacional	22,6	23,24	19,58	19,81	18,51	20,68
Custos	26,32	25,91	21,45	21,96	20,33	18,98
TMPF (MTTF)	-	-	11,89	11,69	14,21	12,79
TMPR (MTTR)	-	-	9,56	11,46	11,74	11,94
<i>Backlog</i>	8,98	10,41	9,32	6,92	11,57	10,02
Frequência de falhas	14,24	16,22	11,66	12,17	9,75	9,81
Retrabalho	8,36	8,96	6,06	6,68	3,97	5,33
Não utilizam	2,79	1,22	1,63	0,72	0,33	1,07
Outros indicadores	4,95	2,18	0,23	0,48	0,66	0

Fonte: Adaptado de Abraman (2009).

O Quadro 11 aponta que os indicadores mais utilizados no Brasil tem relação com disponibilidade, custos, tempo de entre falhas, tempo de reparo e *backlog*. Estes dados ilustram que as empresas estão cada vez mais preocupadas com o monitoramento da Manutenção. Na sequência serão abordados os principais indicadores utilizados.

- Disponibilidade: é a capacidade de um equipamento, sistema ou instalação estar em condições de executar determinada função em determinado instante ou

durante um intervalo de tempo. (KARDEC; NASCIF, 2012). A medida de desempenho da disponibilidade pode variar de um setor produtivo para outro. (BRAND, 2011).

De maneira geral o indicador de disponibilidade é composto pela razão entre o tempo médio entre falhas, sobre ele próprio somado ao tempo médio de reparo. (NASCIF; DORIGO, 2013).

- Custos de Manutenção: somatória de todos os custos de Manutenção comumente encontrados nas indústrias, incluindo os relacionados a perdas de produção, por falha no equipamento. (COSTA, 2013). São normalmente mensurados por meio de dois tipos de indicadores que são: custo de Manutenção em relação ao faturamento bruto da empresa em percentual e o custo de Manutenção em relação ao patrimônio. (KARDEC; NASCIF, 2012).

- Tempo Médio Entre Falhas (TMEF) ou *Mean Time Between Failures* (MTBF): corresponde ao tempo médio decorrido entre uma falha e outra. (COSTA, 2013). Este indicador pode ser calculado pela razão entre o tempo total de operação sobre o número de ocorrências de falhas. (SILVA, 2017). Quanto maior o número deste indicador mais eficiente está sendo o processo de Manutenção. (VARGAS, 2016).

- Tempo Médio Para Reparo (TMPR) ou *Mean Time to Repair* (MTTR): corresponde ao tempo médio total utilizado para reparar falha no equipamento. (COSTA, 2013). Este indicador auxilia no monitoramento da eficácia do processo de Manutenção e pode ser calculado pela razão entre o tempo total de horas para reparo sobre o número de ocorrências de falhas. (SILVA, 2017). Quanto menor o número deste indicador mais eficaz está sendo o processo de Manutenção na correção do reparo. (VARGAS, 2016).

- *Backlog*: é um indicador utilizado para determinar o tempo que a equipe de Manutenção deverá trabalhar para concluir as atividades pendentes, sem que entrem novas ordens de Manutenção. (BRANCO FILHO, 2006). Pode ser calculado pela razão de horas estimadas para realização da Manutenção sobre as horas disponíveis pela equipe de Manutenção.

Os indicadores citados são alguns exemplos utilizados para a medição da eficiência e eficácia do processo de Manutenção. Porém vale ressaltar que para a medição do desempenho de uma empresa deve-se medir a eficiência global do equipamento. (HANSEN, 2008).

As empresas de manufatura da classe mundial possuem duas características. São orientadas para atingir resultados, e lideradas por equipes multifuncionais. Com isso notou-se que para se ter um melhor entendimento sobre os resultados da manufatura era necessário um método que medisse o desempenho global do equipamento. (HANSEN, 2008).

Para isso utiliza-se o indicador de *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Este é um indicador chave para medir a eficiência do processo produtivo e pode ser utilizada na medição do equipamento, célula ou linha de montagem. (NASCIF; DORIGO, 2013).

Inicialmente, este indicador era relacionado com a TPM, sendo frequentemente vista para medição da eficiência, devido ao estímulo desta técnica. À medida que um maior número de profissionais utilizaram este indicador notou-se que o OEE poderia ser uma ferramenta para medir o desempenho global do equipamento. (HANSEN, 2008).

Basicamente, o OEE analisa a produtividade do equipamento, por estar ligado a TPM, apresenta redução na eficiência quando ocorre alguma das seis grandes perdas. (NASCIF; DORIGO, 2013). Por isso, pode-se considerar que este indicador permite que as empresas tenham conhecimento do uso efetivo do equipamento.

O valor do OEE constitui-se pelo produto em percentual de três índices que são: disponibilidade, *performance* e qualidade. O índice de disponibilidade considera as perdas por paradas inesperadas. O de *performance* considera as perdas por queda de velocidade e o de qualidade as perdas por produção com defeito. (NASCIF; DORIGO, 2013).

A composição deste número, por meio destes 3 índices, auxilia os gestores na análise do resultado da eficiência global da empresa. Nota-se que a melhoria em qualquer área pode ajudar a melhorar o OEE, porém as maiores oportunidades estão naquelas que apresentam grandes perdas. (HANSEN, 2008).

Com isso conclui-se o referencial desta presente pesquisa. O objetivo principal foi apresentar os tópicos que norteiam a mesma. No capítulo 3 será apresentado os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos que foram seguidos para desenvolvimento desta pesquisa. O capítulo irá apresentar o delineamento da pesquisa, método de trabalho, coleta e análise dos dados utilizados na estruturação deste trabalho, com o objetivo de responder à questão problema e alcançar os objetivos propostos.

3.1 INTRODUÇÃO À PESQUISA

É comum o uso da pesquisa científica para comprovar teorias ou para propor soluções a problemas de nosso dia a dia. A utilização de um processo metodológico rigoroso na execução de uma pesquisa é um dos pontos mais importantes para o progresso da ciência assim como o avanço do conhecimento científico. (DRESCH et al., 2015).

Apesar de existir mais de uma forma de conhecimento, é válido destacar as diferenças entre o conhecimento científico e conhecimento popular. O que diferencia o conhecimento científico do popular é a forma, o método e os instrumentos para o conhecimento. A principal característica do conhecimento científico é a fundamentação e metodologia que devem ser seguidas para a análise do objeto de estudo. (PRODANOV; FREITAS, 2013)

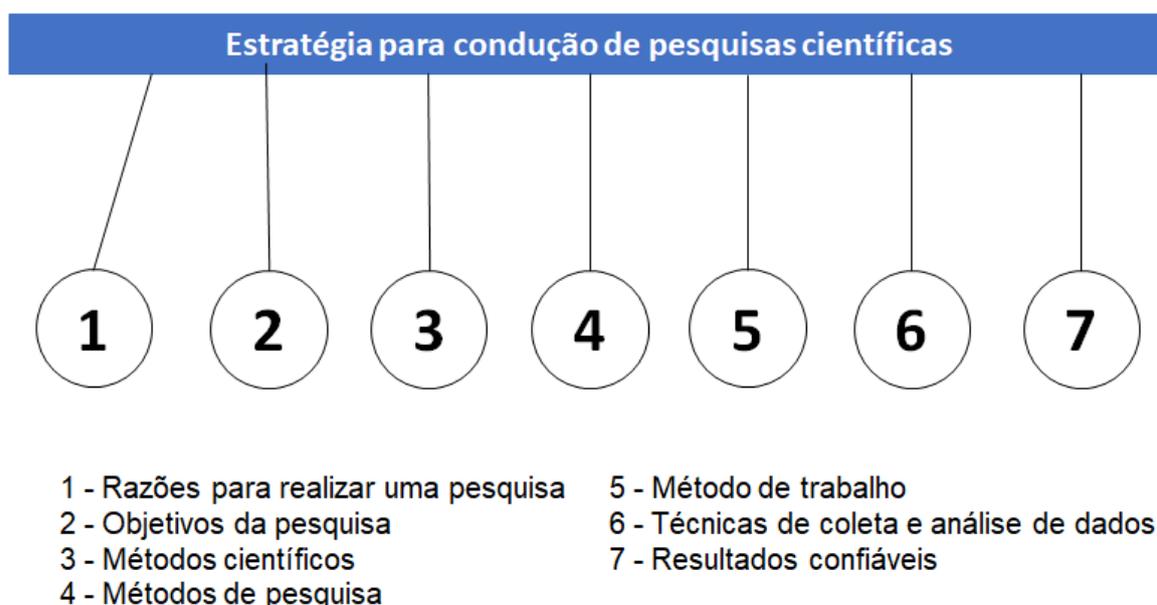
Baseado nisso, pode-se definir a pesquisa como uma investigação sistemática que tem como objetivo o desenvolvimento de teorias para soluções de problemas. (DRESCH et al., 2015).

Uma pesquisa pode ser motivada por caráter teórico ou prático. As de caráter teórico são chamadas de pesquisa básica e tem como objetivo principal o progresso científico. Já a de caráter prático é chamada de pesquisa aplicada e tem como principal objetivo a resolução de problemas do dia a dia. Independente do caráter da pesquisa é importante que ela siga uma metodologia correta, para atender os objetivos. (DRESCH et al., 2015).

A Metodologia de uma pesquisa científica tem o objetivo de comprovar a utilidade e validade da construção do conhecimento. Ela deve descrever métodos e técnicas que dão suporte para a coleta de dados e processamento das informações. (PRODANOV & FREITAS, 2013).

Para desenvolver uma pesquisa científica é necessário seguir procedimentos metodológicos rigorosos que garantam a confiabilidade dos resultados. (DRESCH et al., 2015). Na Figura 11 é possível visualizar uma estrutura tradicionalmente utilizada para a produção do conhecimento científico.

Figura 11 – Representação da condução de pesquisas científicas



Fonte: Adaptado de Dresch et al. (2015, p. 16).

Conforme ilustrado na Figura 11, o ponto de partida para realizar uma pesquisa científica é a definição de uma razão para se dar início a investigação. Após isso o pesquisador deve estabelecer o objetivo que deseja atingir com a investigação. (DRESCH et al., 2015). Estes dois passos foram definidos em tópicos anteriores do presente estudo, os passos seguintes serão detalhados nos tópicos a seguir.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento de uma pesquisa consiste em planejar de forma detalhada os passos para a execução da investigação. Trata-se do plano ou esquema que o pesquisador pretende usar para execução do trabalho científico. (APPOLINÁRIO, 2012).

Para elaborar este plano de execução é necessário entender as diferentes classificações das pesquisas. Uma pesquisa não é vedada a apenas um tipo de

classificação, ela pode estar inserida em mais de um tipo, desde que respeite os pressupostos particulares de cada tipo. (SILVA; MENEZES, 2001)

Existem diferentes tipos de classificação das dimensões da pesquisa. Para Appolinário (2012), as pesquisas são classificadas em seis dimensões: natureza, finalidade, tipo, estratégia, temporalidade e delineamento. Já para (SILVA; MENEZES, 2001), as pesquisas são classificadas pela sua natureza, abordagem do problema, objetivos e método de pesquisa. O presente estudo utilizará a classificação de Silva & Menezes 2001, por entender que é uma classificação mais objetiva. O Quadro 12 ilustra de forma sintetizada os detalhes desta classificação.

Quadro 12 – Classificação clássica de pesquisa

Critério	Classificação	Características
Natureza da pesquisa	Básica	Busca gerar conhecimentos novos, porém não existe aplicação na prática.
	Aplicada	Busca gerar conhecimentos voltados para o lado prático. Sua intenção é ajudar profissionais na resolução de problemas práticos
Abordagem do problema	Quantitativa	Quando existe quantificação em números das informações coletadas.
	Qualitativa	Possui o objetivo de analisar a relação da realidade com o objeto de estudo. Não utiliza técnicas estatísticas o pesquisador analisa os dados indutivamente.
Objetivo	Exploratório	Busca compreender um fenômeno que carece de abordagens científicas, através de uma maior aproximação com o problema. O objetivo pode ser o de tornar o problema explícito ou de construir hipóteses.
	Descritivo	Tem objetivo a descrição de características de populações e fenômenos.
	Explicativo	Pesquisa que visa identificar fatores que contribuem para a ocorrência de fenômenos explicando o porque e como isso ocorre.
Método de pesquisa	Pesquisa bibliográfica	Elaborar a partir de materiais já publicados.
	Pesquisa Documental	Pesquisa elaborada a partir de documentos que não sofrerão tratamento analítico.
	Pesquisa Experimental	Pesquisador determina variáveis, testa e controla os efeitos que a mesma produz no objeto de estudo.
	Levntamento	Envolve interrogação de pessoas as quise se deseja conhecer o comportamento.
	Estudo de caso	Método que se concentra em entender fenômenos complexos e contemporâneos. Garante que a investigação e entendimento sejam feitos com profundidade. São construídas por dados, qualitativos, quantitativos ou ambos.
	Pesquisa Expost-Facto	Quando o experimento se realiza depois dos fatos.
	Pesquisa-Ação	Pesquisador tem papel participativo e ativo na pesquisa, propondo ações que levem a resolução do problema.
	Pesquisa Participante.	Nesta pesquisa existe a interação entre o pesquisador e pessoas envolvidas nas situações investigadas.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Silva e Menezes (2001).

Baseado nas quatro classificações apresentadas no Quadro 12, buscou-se adaptar a pesquisa que está sendo realizada a cada uma delas. A classificação deste presente estudo é apresentada na Figura 12.

Figura 12 – Síntese da classificação do presente estudo de caso



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 12 apresenta como classificou-se o presente estudo. O primeiro critério de classificação de uma pesquisa é sua natureza. Pode-se dizer que a natureza de pesquisa é dividida em básica e aplicada. A natureza básica tem como conceito principal o de buscar conhecimentos novos e apresenta um caráter mais teórico, ou seja, não possui aplicação prática. Já a aplicada é o oposto, pois busca gerar conhecimentos voltados para o lado prático. (DRESCH et al., 2015)

Com relação ao presente estudo pode-se dizer que se trata de uma natureza aplicada. Esta classificação é utilizada, pois serão analisados os impactos causados pela automação industrial, no processo de Gestão da Manutenção de uma empresa de transformação plástica. E como a empresa passou por essa transição de processo manual para automatizado, considera-se que a natureza da pesquisa é aplicada.

Em relação à abordagem do problema observa-se que a presente pesquisa utilizada neste estudo será qualitativa e quantitativa, pois buscará baseado na observação do problema apresentar de forma qualitativa os impactos que a automação do processo gerou na estratégia de Manutenção. Além disso, como a empresa a partir de 2014 automatizou seu processo, pode-se realizar uma análise quantitativa dos dados, com o objetivo de comparar os períodos de produção manual, com produção automática.

O objetivo de uma pesquisa pode ser sub-divididos em três principais tipos que são: exploratório, descritivo e explicativo. A presente pesquisa tem um objetivo exploratório. Pois com este presente estudo visa-se uma maior aproximação do problema com o objetivo de torná-lo explícito e construir hipóteses para a resolução

do problema. Vale observar que em uma pesquisa exploratória é muito importante um coerente levantamento bibliográfico.

Após definir-se o objetivo do trabalho torna-se necessário a definição do método de pesquisa. Uma análise criteriosa neste ponto auxilia o pesquisador na definição de sua estratégia de pesquisa. Além disso, o uso correto do método de pesquisa facilita o reconhecimento e confiabilidade da pesquisa frente a comunidade científica. (DRESCH et al., 2015).

Os métodos de pesquisa podem ser divididos em Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Documental, Pesquisa Experimental, Levantamento, Estudo de caso, Pesquisa Expost-Facto, Pesquisa-Ação, Pesquisa Participante. (BARBOSA, 2016).

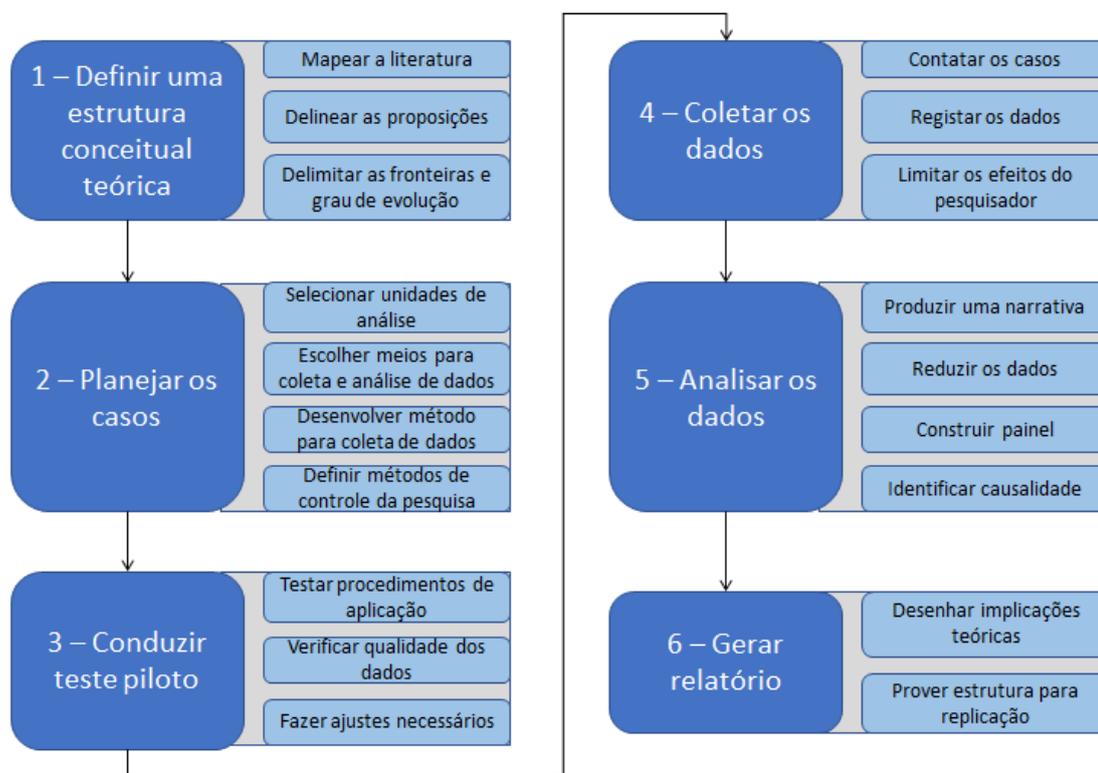
Para este presente estudo será utilizado como método de pesquisa o estudo de caso. Para Miguel e Sousa (2012), esta metodologia é uma das mais utilizadas na Engenharia de Produção, devido seu caráter de investigação de um fenômeno dentro de um contexto real.

O estudo de caso é definido como uma investigação de caráter empírico que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, principalmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão bem definidos. (YIN, 2010).

O estudo de caso é adequado para investigação de problemas complexos, dentro do contexto em que ocorrem. Eles são constituídos de uma combinação de de diferentes coletas de dados que podem gerar evidências quantitativas ou qualitativas. Estas evidências ajudarão o pesquisador a descrever o fenômeno, ou formular uma teoria sobre o problema analisado. (DRESCH et al., 2015).

Dentre os principais benefícios da utilização do estudo de caso estão a possibilidade de desenvolver novas teorias, baseados em problemas reais. No entanto metodologicamente a condução deste estudo deve ser realizada com o máximo de rigor, para evitar que sejam realizadas críticas ao trabalho nos quesitos de escolha dos casos, coleta e análise dos dados, apresentação dos resultados e conclusões retiradas das evidências levantadas. (MIGUEL; SOUSA, 2012). Segundo Dresh et al. (2015), é necessário a realização de algumas atividades para que sejam alcançados os objetivos do estudo de caso. A Figura 13 ilustra as principais atividades que devem ser realizadas neste método de pesquisa.

Figura 13 – Passos para a condução do estudo de caso



Fonte: Adaptado de Miguel e Sousa (2012, p. 134).

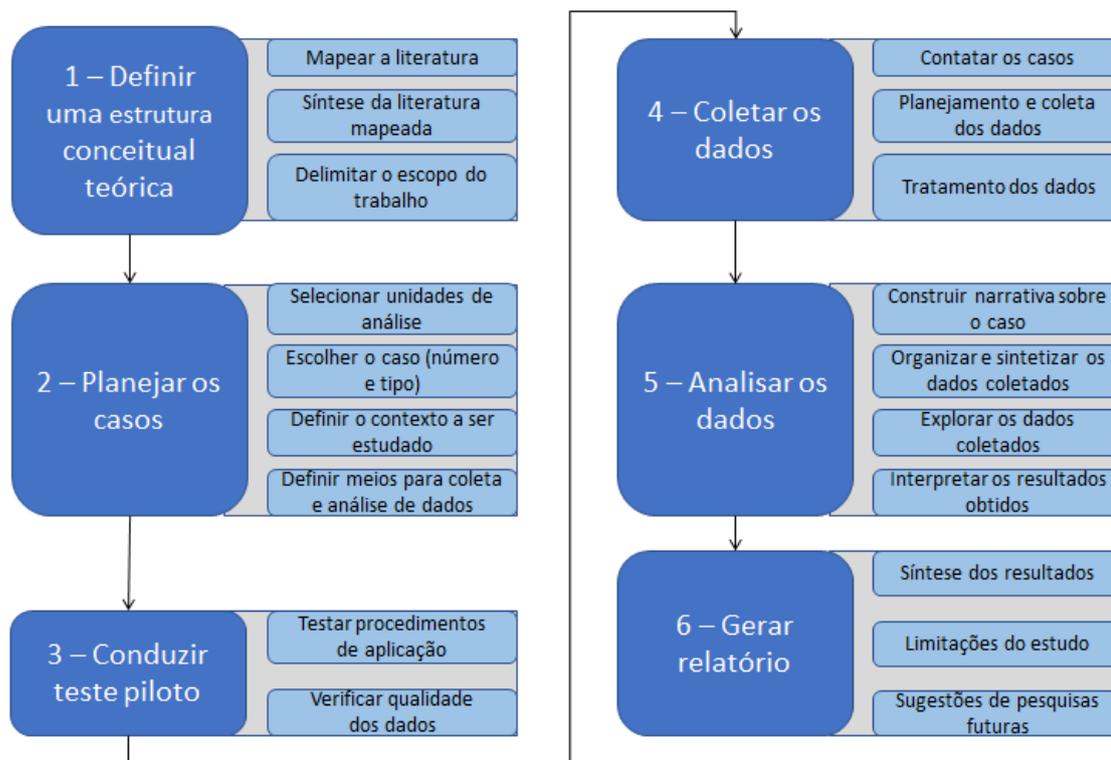
Na seção do método de trabalho será detalhado como foram seguidos os passos de condução do estudo de caso, para a presente pesquisa.

3.3 MÉTODO DE TRABALHO

O método de trabalho é definido como uma sequência de passos lógicos que o pesquisador irá seguir visando alcançar os objetivos da pesquisa. (MARCONI, 2017). Um método de trabalho quando definido corretamente permite maior clareza e transparência quanto na condução da pesquisa, possibilitando que seja validada por outros pesquisadores. (DRESCH et al., 2015).

No método de trabalho, o pesquisador deve desdobrar e detalhar o método de pesquisa selecionado, seguindo os passos de maneira rigorosa para o atendimento do objetivo da pesquisa. (DRESCH et al., 2015). No presente trabalho o método utilizado foi elaborado a partir da sugestão de Miguel e Sousa (2012), conforme é ilustrado na Figura 14.

Figura 14 – Método de trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Miguel e Sousa (2012, p. 134).

Conforme apresentado na Figura 14, o método de trabalho utilizado para a condução do presente estudo de caso foi dividido em seis etapas distintas. Na sequência será detalhada cada uma destas etapas.

A etapa 1 consiste na definição da estrutura conceitual teórica, com o objetivo de realizar um mapeamento sobre o que já foi pesquisado sobre o assunto. Dessa forma, o trabalho foi iniciado com o mapeamento da literatura, onde foram considerados artigos, trabalhos de conclusão, dissertações, teses e livros sobre o tema proposto. Buscou-se por meio deste estudo identificar trabalhos que tivessem relação com automação industrial e Gestão da Manutenção. A partir desta pesquisa foi possível encontrar lacunas onde a pesquisa teria relevância e também foi definido o grau de evolução do trabalho.

Na etapa 2 realizou-se o planejamento do estudo de caso. Nesta etapa definiu-se analisar os impactos na Gestão da Manutenção de uma empresa de termoplásticos, decorrentes da automação do processo produtivo. Além disso, definiu-se que esta análise seria um estudo de caso único na empresa objeto de estudo. Após isso, definiu-se que o estudo seria realizado de forma retrospectiva, ou

seja, coletando dados históricos para analisar os impactos ao longo do tempo. Por fim observou-se que a empresa disponha de um *software* de supervisão da Produção, e outro de gestão, que continham os dados necessários para a pesquisa, e com isso constatou-se a existência dos meios para realizar-se a coleta e análise de dados.

A etapa 3 constituiu-se de realizar uma análise documental inicial, com o objetivo de verificar os dados disponíveis nos *softwares* da empresa. Para isso, realizou-se testes nos procedimentos de coleta de dados, por meio de emissão de relatórios nos *softwares* de supervisão da produção e gestão. Com isso buscou-se verificar a qualidade dos dados perante a presente pesquisa.

Na etapa 4 realizou-se o planejamento da coleta dos dados. Para isso constatou-se que seriam necessários alguns dados quantitativos sobre a empresa objeto do estudo, por isso foi contatado o gestor da empresa solicitando permissão para utilização dos dados. Notou-se que a pesquisa teria benefícios mútuos e por isso a autorização foi concedida. Na sequência realizou-se o planejamento e coleta dos dados nos *softwares* de supervisão da produção e gestão. Por fim realizou-se o tratamento dos dados, a fim de que todas as informações estivessem nos mesmos parâmetros.

Na etapa 5 realizou-se a análise dos dados. Nesta etapa observou-se a estratégia de Manutenção utilizada pela empresa, com o objetivo de construir uma narrativa sobre o caso. Após isso, realizou-se uma análise nos dados coletados com o objetivo de verificar os impactos causados na Gestão da Manutenção pela automação do processo produtivo. Além disso, os dados foram explorados para levantar oportunidades de melhoria perante a mudança do processo produtivo. Por fim realizou-se a interpretação dos resultados obtidos.

Na etapa 6 realizou-se uma síntese dos resultados obtidos com a pesquisa considerando as limitações relacionadas ao estudo. Por fim baseado no que foi analisado pela pesquisa realizou-se a sugestão para pesquisas futuras.

3.4 COLETA DE DADOS

Esta seção tem como objetivo apresentar as fontes de dados deste estudo e as técnicas utilizadas para a coleta destes dados. Existem uma série de técnicas de coletas de dados, que devem ser escolhidas pelo pesquisador a partir de algumas

reflexões sobre quais dados ele está buscando, como e quando serão encontrados e quem poderá disponibilizá-los. (DRESCH et al., 2015).

É possível fazer a coleta de dados com técnicas documentais, bibliográficas, entrevistas, grupo focal, questionários e observação direta. (DRESCH et al., 2015). Para a presente pesquisa inicialmente utilizou-se a técnica de coleta de dados bibliográfica para verificação sobre o que já foi pesquisado sobre temas chaves da pesquisa.

Outra técnica de coleta de dados utilizada foi a observação direta. Conforme Yin (2010), esta técnica é útil para proporcionar informações adicionais sobre o caso que está sendo estudado. Utilizou-se esta técnica com o objetivo de investigar a estratégia de Manutenção utilizada, e na busca de entendimento de como a automação poderia impactar nela.

Após isso, devido ao fato da pesquisa ser um estudo de caso, utilizou-se a técnica de coleta de dados documental. Para isso, conforme previsto no método de trabalho, utilizou-se os *softwares* de supervisão da produção e de gestão.

A empresa possuiu um *software* de supervisão da produção que contém registros de controle da Manutenção, como por exemplo, listagem de equipamentos, contagem de horas para Manutenção Preventiva, análise de tempo e ocorrências de paradas produtivas e etc. Por isso realizou-se coleta de dados documental neste sistema com o objetivo de extrair dados para análise do problema.

Devido a empresa utilizar este software desde 2010, tornou-se possível a coleta de dados nos períodos anteriores e posteriores a automação do processo produtivo que ocorreu em 2014.

Além disso utilizou-se a coleta de dados documental no *software* de gestão utilizado pela empresa. Neste *software* estão contidos documentos do sistema de qualidade, que são úteis no complemento da análise do processo de Gestão da Manutenção.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados busca dar sentido a pesquisa através da análise das informações levantadas. Para isso pode-se utilizar três técnicas diferentes que são a análise de conteúdo, análise do discurso e estatística multivariada. (DRESCH et al., 2015). A definição dos meios de análise de dados geralmente é negligenciada na

condução do estudo de caso. Esta análise deve ser planejada e explícita no trabalho. (MIGUEL; SOUSA, 2012).

Esta etapa de análise dos dados tem como objetivo principal que o pesquisador faça descobertas sobre a respectiva pesquisa. Essas descobertas irão ajudar o pesquisador a encontrar possíveis hipóteses de soluções para atender os objetivos propostos no início da pesquisa. (DRESCH et al., 2015).

Para este estudo será utilizada a técnica de análise de conteúdo. Esta técnica consiste no conjunto de técnicas das comunicações, que tem o objetivo de obter, por procedimentos sistemáticos, mensagens qualitativas e quantitativas que permitam a interferência de conhecimentos relativos à pesquisa. (BARDIN, 2011).

Com a utilização desta técnica busca-se reduzir a subjetividade das pesquisas qualitativas, procurando utilizar dados tanto qualitativos quanto quantitativos, que auxiliem o pesquisador no entendimento do que está sendo analisado. (DRESCH et al., 2015).

Utilizou-se esta técnica na presente pesquisa com o objetivo de analisar o conteúdo do caso e construir uma narrativa sobre ele. Após isso realizou-se uma análise no conteúdo dos dados com o objetivo de organizá-los e sintetizá-los.

Por fim a análise de conteúdo tanto qualitativa, a partir da comparação entre a fundamentação teórica e a observação do processo, quanto a quantitativa a partir dos dados levantados, auxiliou na interpretação dos resultados obtidos.

3.6 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho, por utilizar o método do Estudo de Caso, não poderá ter os seus resultados generalizados de forma quantitativa para a empresa Frontec ou outras empresas. Este método permite apenas que os resultados sejam abordados de forma analítica.

O foco desta pesquisa está na análise dos impactos que a automação industrial gerou na Gestão da Manutenção e como ela pode agir para reduzir estes impactos. Não é objetivo da pesquisa efetuar análise referente a implementação de normas regulamentadoras no processo de automação.

Na coleta de dados, não foi possível utilizar determinados dados devido ao sigilo da empresa. Decidiu-se junto com a gerência que seria possível utilizar dados

de gestão do processo de Manutenção, mas que não ilustrassem o resultado da empresa como por exemplo o faturamento.

O estudo está focado nos impactos decorridos na Gestão do processo de Manutenção, porém não será abordado análises técnicas sobre o comportamento das falhas dos equipamentos e nem irá propor melhorias neste sentido.

4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ANALISADA

O presente estudo de caso irá analisar os impactos da automação industrial na Gestão da Manutenção de uma indústria de produtos termoplásticos. Neste capítulo serão apresentadas as principais características da empresa onde o estudo foi realizado.

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa onde será realizado o estudo de caso é a Frontec Indústria de componentes de fixação Ltda. A Frontec é uma indústria 100% brasileira que foi fundada em maio de 1993 na cidade de São Leopoldo, Rio grande do Sul. O foco principal da época era a estampagem de terminais de latão para a indústria elétrica.

No ano de 1995, a empresa investe em uma ferramentaria própria com o objetivo de incrementar sua linha de produtos estampados. Aliado a isso a empresa começa a produzir moldes de injeção para terceiros.

Com base nos conhecimentos adquiridos na execução de moldes para terceiros, a empresa decide entrar no mercado de produção de abraçadeiras de poliamida. Após alguns anos de estudo, a Frontec produz sua primeira abraçadeira de poliamida no ano de 2000. Na sequência foram produzidos outros modelos de abraçadeiras, compondo o *mix* de produtos com os estampos já fabricados.

Com esta evolução do processo produtivo, a ferramentaria foi ampliada, se tornando o setor de projeto e desenvolvimento (P&D). Este setor parou de fabricar moldes para terceiros e se dedicou exclusivamente na fabricação de moldes para produtos próprios.

No ano de 2004 visando a melhoria contínua de seus processos, foi implantada a ISO 9001/2000. A conquista desta certificação reforça a credibilidade e qualidade da empresa perante o mercado. A empresa começa a ser reconhecida no mercado e com isso surge a necessidade de aumento de escala produtiva. Por isso, em 2006, é construída uma nova planta industrial, e são realizadas aquisições de novas máquinas e equipamentos para o processo produtivo.

A empresa segue em crescimento e a partir de agosto de 2009, ela adquire certificação em ISO/TS 16949, com objetivo de atender a cadeia automobilística. Com a entrada neste novo mercado surgiram novas necessidades, por isso em 2012

a empresa desenvolve novos moldes de abraçadeiras com *plug* de fixação. Estes tipos de abraçadeiras buscam suprir as mais diversas necessidades da indústria automobilística.

Em 2014 a necessidade de automação do processo, para reduzir custos fixos com mão de obra se torna mais presente. Por isso são adquiridos novos equipamentos como robôs, embaladoras e injetoras de última geração. O processo automatizado se consolida em 2015, e está em evolução até os dias atuais. Após contextualizar a evolução da empresa é possível visualizar na Figura 15, uma vista aérea da planta industrial dos dias atuais.

Figura 15 – Vista externa da empresa Frontec



Fonte: Frontec (2018).

Atualmente a empresa possui em torno de 80 funcionários e tem um *mix* de aproximadamente 1000 produtos comercializados. Esta linha de produtos visa atender as necessidades de fixação de diversos setores como: automobilístico, telefonia, distribuidores de energia elétrica, construção civil, naval, petroquímico, refrigeração, máquinas agrícolas, entre outros.

Apesar de ter mantido a linha de estampagem, a empresa tem como foco principal a injeção de abraçadeiras. Dentre os fabricantes de abraçadeiras e componentes de fixação do Brasil a Frontec está posicionada em segundo lugar. Por questão de sigilo não foi possível obter valores referentes a faturamento e quantidade de peças vendidas durante os últimos anos.

4.2 PRODUTOS COMERCIALIZADOS

Conforme citado no tópico anterior a Frontec teve sua origem na produção de produtos estampados e depois passou a ter foco maior nos produtos injetados. Atualmente, a empresa mantém os dois processos produtivos ativos, porém o foco principal é na produção de abraçadeiras injetadas em grande escala. Já a produção de produtos estampados é realizada em baixa escala e é mantida apenas para complemento de linha.

Além disso, a Frontec comercializa alguns itens de outras categorias, por isso pode-se dizer que a Frontec apresenta uma linha de componentes de fixação bem variada. Esta linha é dividida em oito categorias que são: Abraçadeiras convencionais, acessórios para abraçadeiras, abraçadeiras especiais, abraçadeiras de aço inox, fixadores, organizadores de tubos, tubos termocontráteis, conectores e terminais.

O presente trabalho irá analisar apenas o processo produtivo foco da empresa que é a injeção de abraçadeiras. A Figura 16 ilustra os principais produtos injetados que são as Abraçadeiras convencionais e as abraçadeiras especiais.

Figura 16 – Produtos do catálogo Frontec



Fonte: Frontec (2018).

As categorias de produtos de fixação da Frontec atendem os mais variados mercados. Com o passar dos anos e o aumento da concorrência com o mercado asiático. A empresa notou que os clientes aumentaram suas exigências em relação as especificações do produto, principalmente na linha de injetados, onde se tinha maior volume.

Visando atender estas necessidades dos clientes a empresa investiu em qualificação da mão de obra pois entendeu que uma das formas de ter um processo mais estável, e mais produtivo seria automatizar o processo de injeção.

Esta automação requer modificações em um produto por vez, e por isso foi priorizada na categoria de abraçadeiras convencionais que tinham maior volume de vendas. Detalhes do processo produtivo serão apresentados nos tópicos a seguir.

4.3 PROCESSO PRODUTIVO

A Frontec é uma indústria de injeção termoplástica, que atualmente conta com processos produtivos manuais e automáticos. A principal matéria prima utilizada é a Poliamida 6.6, que chega em formato de grãos acondicionada em *bags* ou em sacos de alumínio. A matéria prima é armazenada no estoque, sendo controlada por um número de lote. O líder de produção verifica no sistema o lote a ser utilizado, e o solicita ao setor de almoxarifado. A matéria prima solicitada vai para o setor de abastecimento.

Para que a poliamida seja utilizada no processo produtivo é necessário que se retire a umidade do material. Por isso no setor de abastecimento a matéria prima é preparada passando por desumidificadores automáticos. Conforme manual, o material precisa ficar de 3 a 4 horas no desumidificador antes de ser enviado ao processo produtivo.

Após este processo a matéria prima é enviada por tubulação para as respectivas injetoras. Nas injetoras a matéria prima é transformada do estado sólido para líquido por meio do processo de aquecimento. A temperatura de trabalho se aproxima dos 300^o Celsius. Com a matéria prima líquida a injetora faz a injeção através de canais de injeção para dentro de um molde, este molde se abre e é retirado o galho com as abraçadeiras.

As abraçadeiras devem ser destacadas no galho e embaladas em pacotes, conforme seus respectivos acondicionamentos. Atualmente a empresa possui dois processos distintos para desgalhar e embalar as peças. O manual onde o operador realiza é responsável por desgalhar e embalar as peças. E o automatizado onde um robô desgalha as peças e uma embaladora conclui o processo de embalagem.

A empresa possui atualmente 12 injetoras, sendo 7 delas completamente automatizadas com robô e embaladora. Possui outras 3 injetoras semiautomáticas

que possuem somente o robô e quando necessário a embaladora é movimentada, e outras duas manuais. Vale ressaltar que as injetoras semiautomáticas ainda necessitam operadores para fazer a embalagem do produto. Na Figura 17 pode-se visualizar o parque fabril e o processo produtivo da empresa.

Figura 17 – Vista interna do processo produtivo

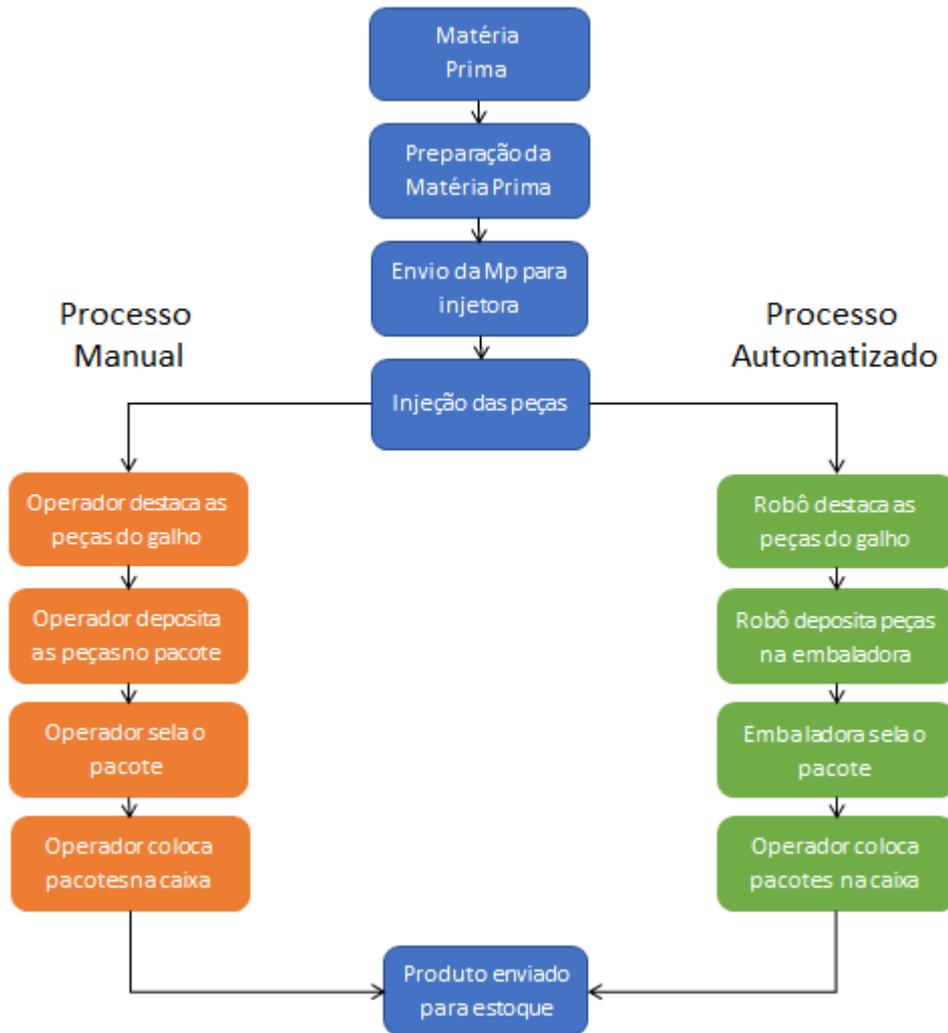


Fonte: Frontec (2018).

Nota-se que a maioria das injetoras estão com o processo de embalagem automatizada, sendo que a automação foi realizada nos moldes com maiores volumes de produção. Apesar de representarem maior volume de produção, os moldes automatizados não são a maioria. A empresa possui aproximadamente 80 moldes diferentes, sendo 25% automatizados.

A principal diferença entre o processo produtivo manual e o automatizado esta na tarefa de desgalhar peças e embalar as peças nos pacotes. O fluxograma apresentado na Figura 18 ilustra o processo produtivo como um todo exemplificando os processos manuais e automatizados.

Figura 18 – Fluxo do processo produtivo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme ilustrado na Figura 18, o processo se diferencia em manual e automático após a injeção das peças. No processo manual após o término da injeção, a máquina injetora expulsa as peças do molde para começar um novo ciclo. Estas peças caem em uma esteira onde há um operador, responsável por inspecionar visualmente as peças, remover as peças do galho e fazer a embalagem das peças conforme descrito nas respectivas ordens de produção. Na Figura 19 é ilustrado o processo manual da empresa.

Figura 19 – Processo manual da empresa



Fonte: Frontec (2014).

Após desgalhar e acondicionar as peças nos respectivos pacotes. Cabe ao mesmo operador, fazer a selagem do pacote e acondicionar as peças em caixas para envio ao estoque.

Já o processo automatizado visa reduzir as tarefas do operador pois consiste na retirada do galho e peças por meio de um robô. Este robô destaca as peças do galho depositando-as em uma embaladora. O galho por sua vez é depositado no mesmo momento em um moinho, que realiza a moagem do material que depois irá retornar ao processo.

As peças que foram para embaladora são seladas em pacotes de maneira automática conforme programação da máquina, respeitando o respectivo acondicionamento do pacote. Normalmente os produtos são embalados em pacotes de 100 peças. O pacote selado cai em uma esteira que leva até uma mesa onde será feita a verificação das peças e acondicionamento em caixas por um operador. A Figura 20 ilustra o processo automatizado da empresa.

Figura 20 – Processo automatizado da empresa



Fonte: Frontec (2014).

Vale ressaltar que para automatizar este processo produtivo é necessário um conjunto de atividades que envolvem investimento em projeto e desenvolvimento, modificações nos moldes, testes de injeção, ajustes no processo de injeção, e desenvolvimento de novas embalagens. Atividades que geram um elevado custo para implementação.

Neste trabalho não será abordado o custo de implementação da automação, mas vale ressaltar que os moldes que foram automatizados são aqueles com maior volume de vendas. Devido a produção em grande escala, a automação destes moldes se justifica por tornar o processo mais produtivo e estável.

A automação do processo produtivo vem ocorrendo de forma gradativa na empresa. Olhando o cenário atual nota-se que a empresa passou por uma grande transformação de sua produção neste período, pois a automação trouxe variáveis a mais para o processo produtivo. Dentre as principais é possível citar o robô e embaladora. Ou seja, antes o processo era apenas injeção e o operador desgalhava e embalava, atualmente existem novas variáveis que podem gerar parada no equipamento.

Como um dos pilares do planejamento estratégico da Frontec é a pronta entrega destes itens de linha. É muito importante que o conjunto de injeção trabalhe

com maior eficiência e a redução de paradas do processo produtivo acaba sendo um ponto chave para ser avaliado.

4.4 EVOLUÇÃO DO PROCESSO AUTOMATIZADO

A empresa iniciou os estudos para automatização do processo em 2012. A Diretoria junto com a equipe de Projeto e desenvolvimento detectou baseado em referências estrangeiras que a automação poderia diferenciar a empresa no mercado. Em 2014, a empresa obteve o primeiro robô e embaladora.

A primeira embaladora é de origem nacional sendo o robô francês. Nos três primeiros meses após a compra do robô e da embaladora os responsáveis pelo processo produtivo e Manutenção participaram de treinamentos com equipes de assistência técnica para colocar o sistema em pleno funcionamento.

O processo automatizado foi sendo colocado em prática e após 8 meses de produção foi possível analisar que de forma geral os resultados eram positivos pois atendiam as necessidades com relação a produtividade e estabilidade além de reduzir o trabalho do operador.

Com os dados da implementação da primeira embaladora, os responsáveis notaram algumas limitações na embaladora brasileira. Por isso, em 2015, após novos estudos a equipe de Projeto junto com a Diretoria optou pela compra de embaladoras italianas. Visando um melhor resultado no processo produtivo um técnico de Manutenção e um engenheiro de projeto foram à fábrica na Itália para receber treinamentos sobre o funcionamento da máquina assim como troca de peças de reposição do equipamento.

Após isso, foi verificado que as embaladoras atendiam as necessidades e foi realizada a compra. Em junho de 2015 chegaram à empresa quatro novas embaladoras. Após isso as injetoras foram adaptadas e em julho de 2015 a empresa já contava com mais 4 células de injeção com o processo automatizado. Estes equipamentos estão em uso até os dias atuais, a Figura 21, ilustra o processo automatizado atual.

Figura 21 – Processo automatizado atual da empresa



Fonte: Frontec (2018).

No ano de 2016 foram adquiridas mais 2 embaladoras do modelo italiano, totalizando as sete embaladoras que a empresa possui atualmente. Com relação aos robôs foram adquiridos 9 robôs da mesma marca francesa, totalizando 10 robôs. Por questão de sigilo da empresa não será divulgado as marcas destes equipamentos neste trabalho.

Baseado nesta breve análise sobre a evolução do processo produtivo automatizado, é possível constatar que houve significativa mudança no ambiente produtivo. De forma geral, pode-se dizer que a automação reduziu custos fixos com operadores, aumentou capacidade produtiva com ciclos mais rápidos, porém estas mudanças impactaram em outros processos como o de Manutenção por exemplo, estes impactos serão analisados ao longo desta presente pesquisa.

4.5 CAPACIDADE PRODUTIVA

Com a implantação dos processos automatizados a empresa buscava um ganho significativo de produtividade e redução de custos fixos. Conforme apresentado em tópicos anteriores, a empresa possui como diferencial que a busca pela máxima qualidade e excelência em seus produtos, e por isso investe em maquinário procurando sempre ter um excesso de capacidade para suportar crescimentos repentinos de mercado.

Atualmente pode-se dizer que mais de 90% dos produtos injetados podem trabalhar em mais de uma máquina e em alguns casos até em 5 máquinas diferentes. Essa estratégia da empresa evita gargalos por falta de máquina.

Os moldes que foram automatizados são mais restritos quanto ao tipo de injetora, mas em sua maioria seguem a mesma regra dos manuais e por isso podem ser produzidos em mais de uma máquina, reduzindo o gargalo de máquina.

A empresa trabalha de segunda a sábado em três turnos pois entende que o processo de relargada é muito custoso e por isso uma produção contínua é o cenário ideal para este processo produtivo.

Baseado nestas duas informações e com a evolução do processo produtivo, a Gestão da Manutenção entra como ponto chave a ser analisado, pois o objetivo tem como objetivo reduzir as paradas no processo produtivo.

4.5.1 Programação e Controle da Produção

A empresa do presente estudo de caso possui como um dos seus diferenciais competitivos a pronta entrega. Esse diferencial se faz necessário, pois a maior parte da carteira de clientes está situada no centro do país, próximo a sede da concorrente neste mercado.

Baseado nesta ponderação inicial, a Frontec realiza grande parte de sua produção para estoque. Esta produção é realizada em itens *Standard* a partir de suas respectivas médias de vendas. Para itens especiais a produção é realizada sob encomenda e o prazo normalmente é maior, pois requer disponibilidade na programação.

A análises quanto a estoque são realizadas pelo setor de PCP, baseado em uma planilha mestre que é vinculada ao *software Enterprise Resource Planning* (ERP). A necessidade de produção é inserida em uma planilha chamada de programação semanal. Este documento cita quantas e quais máquinas devem ser priorizadas e serve de comunicação entre o PCP e os líderes de produção. Na Figura 22 é possível visualizar um trecho da programação semanal.

Figura 22 – Programação semanal.

Programação Semanal															
MÁQUINAS PRIORIDADE	6 Injetoras produzindo			SEGUNDA						TERÇA					
	Injetora 1	Produto 1			Produto 1			Produto 1			Produto 1				
Qtde:		2000	Pacotes	Qtde:	3600	Pt	Qtde:	3600	Pt	Qtde:	3600	Pt			
OP		111311		OP	111321		OP			OP					
Tempo		10	Horas	Tempo	15	Horas	Tempo	15	Horas	Tempo	15	Horas			
Injetora 3	Produto 4			Produto 4			Produto 4			Produto 4					
	Qtde:	2000	Pacotes	Qtde:	3600	Pt	Qtde:	3600	Pt	Qtde:	3600	Pt			
	OP	111312		OP	111322		OP			OP					
	Tempo	10	Horas	Tempo	15	Horas	Tempo	15	Horas	Tempo	15	Horas			
Injetora 4	Produto 2			Produto 2			Produto 2			Produto 2					
	Qtde:	2000	Pacotes	Qtde:	3600	Pt	Qtde:	3600	Pt	Qtde:	3600	Pt			
	OP	111313		OP	111323		OP			OP					
	Tempo	10	Horas	Tempo	15	Horas	Tempo	15	Horas	Tempo	15	Horas			
Legenda															
Concluída	Em Andamento	Programada													

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta programação é utilizada para nortear os líderes de produção quanto as prioridades de produção. Caso alguma das prioridades não esteja trabalhando deve ser realizado um apontamento informando o motivo da parada, pois assim os setores de apoio podem atuar.

O controle da produção na Frontec é realizado em um *software* especializado nas rotinas de produção e Manutenção. Este *software* tem ligação e exportação para o ERP, que é utilizado para controle de estoque, fiscal, comercial e financeiro. O *software* de supervisão da produção tem como foco mapear os dados da produção e Manutenção para depois serem realizadas as análises e tomadas de ação.

O controle é realizado em dois monitores principais. No primeiro é possível visualizar a produtividade *online* dos produtos. Os produtos são cadastrados no ERP com seus tempos de ciclos e número de cavidades padrão para cada molde. Após a emissão da ordem de produção os dados são exportados para o *software* de gestão da produção.

As máquinas enviam sinais a cada ciclo para o *software* de supervisão da produção. Com estes dados é possível acompanhar de forma *online*, a *performance* do equipamento. Além de acompanhar a eficiência *online* é possível acompanhar quantas máquinas estão produzindo, e os respectivos horários de término das ordens de produção. A Figura 23 ilustra o monitor de acompanhamento do que está produzindo.

Figura 23 – Monitor para controle de produtividade

Monitor de acompanhamento da produção								
Equipamento	Op	Referência	Ciclo previsto	Ciclo efetivo	Quantidade Produzida	Quantidade Programada	Previsão de encerramento	Eficiência
Injetora 2	99995	Produto 1			35694	100000	05/09/2018 - 16:05	98%
Injetora 3	99996	Produto 2			10180	200000	06/09/2018 - 08:15	102%
Injetora 4	99997	Produto 3			72530	100000	05/09/2018 - 22:07	95%
Injetora 7	99998	Produto 4			12518	150000	06/09/2018 - 16:08	96%
Injetora 10	99999	Produto 5			96808	100000	05/09/2018 - 09:09	90%

Fonte: Adaptado de Ska (2017).

O outro monitor que auxilia o controle da produção é o monitor geral que os gestores e líderes de produção e Manutenção têm acesso. Este monitor auxilia na comunicação dos processos, pois ilustra quais equipamentos estão parados e seus motivos. A Figura 24 ilustra o monitor de acompanhamento.

Figura 24 – Monitor para controle de produção e Manutenção

Monitor de acompanhamento					
Equipamento	Op	Referência	Operador	Status	Detalhamento
Injetora 1	Sem Op	Ociosa	Ociosa	Ociosa	Ociosa
Injetora 2	99995	Produto 1	Operador 1	Produção	Em produção
Injetora 3	99996	Produto 2	Operador 2	Produção	Em produção
Injetora 4	99997	Produto 3	Operador 3	Produção	Em produção
Injetora 5	Sem Op	Ociosa	Ociosa	Ociosa	Ociosa
Injetora 6	99993	Produto 6	Manutentor 1	Parada	Aguardando robô
Injetora 7	99998	Produto 4	Operador 4	Produção	Em produção
Injetora 8	99994	Produto 7	Manutentor 2	Parada	Aguardando injetora
Injetora 9	Sem Op	Ociosa	Ociosa	Ociosa	Ociosa
Injetora 10	99999	Produto 5	Operador 5	Produção	Em produção

Fonte: Adaptado de Ska (2017).

Vale ressaltar que os dados dos monitores da Figura 23 e 24 são reproduzidos *online* no sistema de supervisão e em televisores nos setores de produção e Manutenção. Esse fato auxilia a comunicação dos setores, além de nortear os processos na busca de um melhor desempenho global.

Os apontamentos de parada ilustrados no monitor da Figura 24 são realizados por um sistema de código de barras. Para isso os principais tipos de

paradas foram cadastrados no *software* de supervisão da produção e após este cadastro foi gerado um código. No caso de alguma parada o operador deve analisar o motivo e fazer o registro da parada em um terminal responsável pela comunicação com o *software*. A Figura 25 ilustra alguns dos principais tipos de paradas utilizados.

Figura 25 – Códigos de barras das principais paradas de Manutenção

PARADAS DEPENDEM DA MANUTENÇÃO	
	Aguardando Robô
Aguardando Embaladora	
	Aguardando Molde
Aguardando Injetora	
	Aguardando Periféricos
Falta de energia elétrica	
MANUTENÇÃO	
	Corretiva/Elétrica
Corretiva/Maquina	
	Corretiva/Molde
Preventiva	
	Corretiva/Estrutural

Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

Os apontamentos realizados neste sistema geram dados para análise. Estes dados são utilizados na composição de indicadores de eficiência, rejeitos, e de paradas por Manutenção. Os indicadores são analisados pelos processos responsáveis e são divulgados os resultados mensalmente. A tomada de ações é feita diariamente e registrada mensalmente pois cada indicador quando fora da meta deve ser avaliado, motivo da ocorrência causa e ação proposta.

4.5.2 Programação e Controle da Manutenção

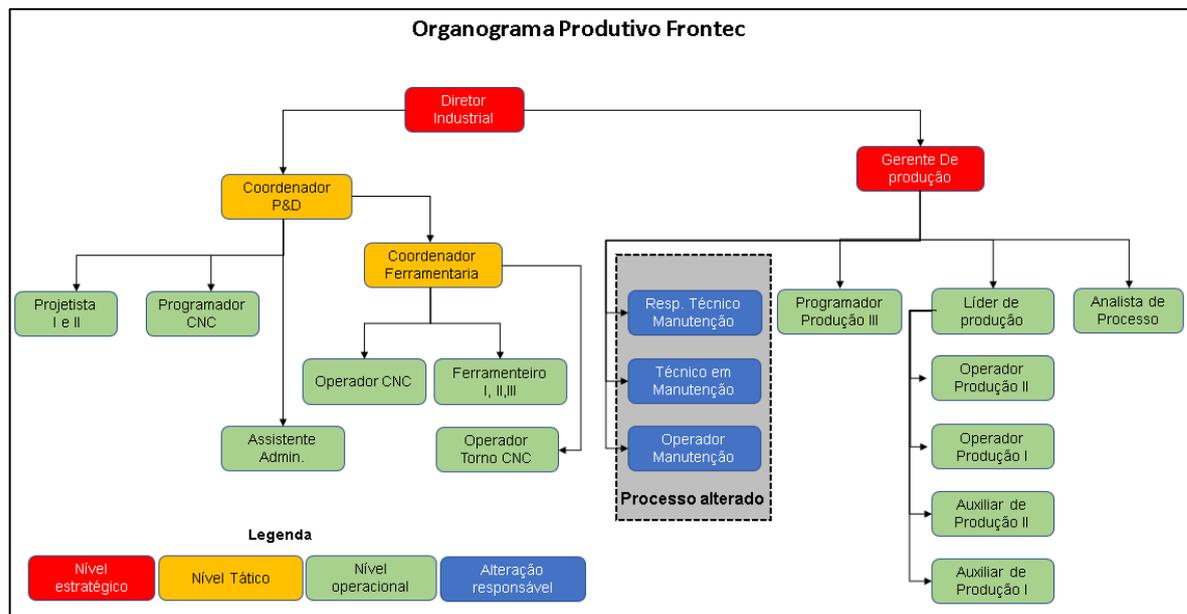
Conforme citado em capítulos anteriores, a empresa teve sua origem realizando serviços de ferramentaria. Este processo evoluiu para um processo de Projeto e desenvolvimento com ferramentaria integrada. Por contar com o maquinário para execução de diversas tarefas de usinagem, solda e outros. Este processo tornou-se responsável pelos serviços de execução de Manutenção em moldes e máquinas, além de executar e desenvolver novos moldes.

Devido as significativas mudanças do processo produtivo notou-se que o projeto e desenvolvimento não estava conseguindo dar vazão as demandas de moldes e máquinas do processo automatizado. Neste período a Manutenção era gerenciada de maneira conjunta entre o processo de Projeto e desenvolvimento e o planejamento e controle da produção.

Com o aumento do número de equipamentos oriundos da automação foi possível notar que a Manutenção deveria estar mais próxima do processo produtivo, com o objetivo de reduzir ocorrências de falhas.

Baseado nisso no início de 2018 a Manutenção foi inserida nas responsabilidades da Produção, tendo o setor de projeto e desenvolvimento apenas para suporte na execução de determinados trabalhos. O objetivo desta mudança, foi aproximar a Manutenção da produção, visando atingir melhores resultados. A Figura 26 ilustra o redesenho do organograma do processo produtivo da empresa.

Figura 26 – Organograma da empresa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após este redesenho do processo produtivo foi possível notar algumas lacunas no processo de Gestão da Manutenção. Estas lacunas se potencializaram após a automação do processo, pois aumentaram os números de variáveis passíveis de falha. Este trabalho irá analisar as origens destas lacunas e tem o objetivo de propor melhorias a este processo de Manutenção.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado a análise da estratégia de Manutenção utilizada na indústria de termoplásticos do presente estudo de caso, assim como os impactos que automação do processo gerou nesta estratégia e os pontos de melhoria propostos para a evolução da Gestão de Manutenção como um todo.

5.1 ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO UTILIZADA

Conforme citado em tópicos anteriores, devido a automação a Frontec passou por um grande processo de transformação em seu processo produtivo nos últimos cinco anos. O aumento de variáveis que a automação trouxe para o processo produtivo, tornou o processo de Manutenção mais vital para o bom andamento da produção.

Pode-se dizer que neste período a Gestão da Manutenção não acompanhou na mesma velocidade esta evolução e acaba sendo uma Gestão reativa, a principal razão é o aumento na necessidade Manutenções Preventivas e Corretivas devido ao aumento no número de equipamentos.

Tem-se que antes da automação a Manutenção de equipamentos era gerenciada pelo mesmo setor responsável pelo projeto desenvolvimento e Manutenção de moldes. A razão para isso é que o setor possuía relativo conhecimento no *software* de gestão de Preventivas de moldes, além de dispor de equipamentos de usinagem que auxiliavam na resolução de problemas da Manutenção.

Porém, devido a automação a Manutenção apresentou um aumento na complexidade dos problemas e notou-se a necessidade de que este processo fosse realizado em conjunto com o processo de produção.

A Estratégia de Manutenção antes da automação e durante sua implantação era constituída basicamente de controle de Manutenções Corretivas, Manutenções Preventivas e Manutenções de Melhoria.

5.1.1 Manutenções Corretivas

A técnica de Manutenção utilizada a mais tempo na empresa é a Manutenção Corretiva. Esta técnica é muito utilizada no ramo industrial e consiste no reparo de um equipamento com problema. A principal característica da Manutenção Corretiva é que o conserto se inicia após a ocorrência da falha. (PEREIRA, 2011).

Por ser uma técnica utilizada desde o início da Gestão da Manutenção da empresa, pode-se constatar que o uso desta técnica já ocorre de forma madura. O processo de Manutenção Corretiva na Frontec é iniciado pela solicitação de uma ordem de Manutenção. Esta solicitação é um documento da qualidade chamado de RQ021 – Solicitação de Manutenção. A Figura 27 ilustra o formato desta solicitação.

Figura 27 – Ordem de Manutenção

FRONTEC RQ021 - Solicitação de Manutenção							
DADOS SOLICITAÇÃO							
Título	RQ021 - Solicitação de Manutenção (2555)						
Grupo de Manutenção	Injetoras						
Máquina	INJETORA K						
Descrição	2ª zona com resistência queimada.						
Data Necessidade	30/08/2018	Contato					
Criado Por	Evanildo Bicca - Frontec	Criado	30/08/2018				
OM							
Observação Manutenção							
Ação Realizada							
Devido ao vazamento de material no bico atingindo a resistência da 2ª zona foi danificada a mesma foi substituída.							
Manutentor: Éder Data de conclusão: 05/07/2018							
<table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td>Revisão</td> <td>11</td> <td>Data</td> <td>19/02/2018</td> </tr> </table>				Revisão	11	Data	19/02/2018
Revisão	11	Data	19/02/2018				

Fonte: Software de Microsoft (2016).

Esta solicitação de Manutenção ilustrada na Figura 28 é realizada no *software* de gestão da empresa e normalmente é aberta por colaboradores envolvidos no processo produtivo. O responsável pela solicitação deve informar qual o equipamento com problema, a descrição do problema e a data de necessidade da solicitação.

Após a conclusão da solicitação, o sistema envia um email para o setor de Manutenção e a solicitação entra na fila de ordens de Manutenção em aberto. Esta fila de ordens, contempla todas as solicitações em aberto para todos os equipamentos da empresa. A Figura 28, exemplifica esta fila de solicitações de Manutenção.

Figura 28 – Fila de solicitações de Manutenção

Prioridade	Máquina	Descrição Detalhada do Problema	Ferramenteiro / Manutenção	Data de Necessidade
1	EMBALADORA 03	Avaliar temperatura do eurolock da embaladora, pois estamos limpando a cada 1h de trabalho.	Técnico de Manutenção II	25/09/2018
2	INJETORA Q	Colocar indexador	Técnico de Manutenção I	25/09/2018
3	INJETORA P	Cartão vermelho: colocar uma escada para facilitar o acesso ao funil	Terceiro	25/09/2018
4	INJETORA O	Cartão Vermelho: Colocar um suporte fixo para a retirada do material.	Auxiliar de Manutenção	25/09/2018
5	TERMOREGULADOR 09	Termoregulador entrando em resfriamento, este erro é persistente pois já foi mandada outra OMS desse mesmo termoregulador .	Técnico de Manutenção I	25/09/2018
6	TERMOREGULADOR 08	Não esta circulando agua, liga e aquece mais não manda agua para o molde.	Técnico de Manutenção I	25/09/2018
7	INJETORA H	FIXAR A LATERAL DA RAMPA ONDE CAI OS GALHOS DA INJETORA H, PARA NAI CAIRA CANAL PARA BAIXO DA MÁQUINA	Técnico de Manutenção I	25/09/2018
8	EMPILHADEIRA SCAN	Conforme checklist realizado pelo operador Jackson a empilhadeira SCAN necessita de lubrificação nas correias(estão quase sem graxa)	Técnico de Manutenção I	25/09/2018
9	Geral	Fazer suporte fixo para os pés da esteira maquina IL, e eliminar os tocos de madeira.	Auxiliar de Manutenção	26/09/2018
10	INJETORA H	Melhorar visualização de circulação de água fria, rotâmetro original da máquina apresenta vazão, mas não movimenta a bailarina.	Técnico de Manutenção I	26/09/2018
11	INJETORA N	Reposicionar a barra que sustenta a porta, pois o rotâmetro esta encostando quando da abertura máxima.	Terceiro	26/09/2018
12	SILO C	Criar uma saída na tampa para facilitar a retirada do material para teste." Igual a saída do moreto pequeno".	Auxiliar de Manutenção	26/09/2018
13	Geral	Trocar a tomada que tem no pilar em frente ao armario das mascaras por uma compativel com nossos equipamentos	Técnico de Manutenção II	27/09/2018

Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

A fila de solicitações de Manutenção ilustrada na Figura 28, é gerenciada pelo técnico de Manutenção e é de sua responsabilidade ordenar as prioridades, e executar as Manutenções conforme esta ordenação. O técnico de Manutenção quando necessário entra em contato com o PCP, para auxiliar nesta priorização assim como informar prazos de retorno do equipamento.

Esta fila contempla solicitações de todos os equipamentos assim como ordens de Manutenção Corretiva e ordens de Manutenção de Melhorias. Um ponto positivo é que é possível visualizar todas no mesmo local, o ponto negativo é que

quando o volume de ordens em aberto está alto, torna-se difícil de organizar as prioridades. Estes pontos de melhoria serão explorados em tópicos na sequência deste trabalho.

De forma geral pode-se dizer que a Manutenção Corretiva da Frontec está bem estruturada, porém deve-se levar em consideração se esta é a melhor técnica a ser utilizada em todos os casos. Conforme Xenos, (2004), a utilização desta técnica deve levar em conta fatores econômicos como por exemplo: se o custo do conserto é menor que o custo de uma ação preventiva, não esquecendo de levar em consideração os custos de paradas de produção.

A Gestão de Manutenção que utilize apenas esta técnica pode ter algumas consequências. Para Branco Filho, (2008) a utilização da corretiva leva a uma contínua e lenta degradação dos equipamentos além de tornar o ambiente produtivo mais tenso, visto que as pessoas ficam preocupadas com o próximo problema e acabam executando improvisações, para corrigir o problema de forma mais rápida.

A Frontec utiliza outras técnicas de Manutenção que serão apresentadas na sequência, para minimizar o número de Manutenções Corretivas. Apesar disso foi possível constatar após a automação um relativo aumento nas solicitações de Manutenção, fato este que será abordado ao longo deste trabalho

5.1.2 Manutenções Preventivas

A estratégia de Manutenção da Frontec apresenta um controle de Manutenções preventivas nos equipamentos. Este controle é realizado desde 2010 pela empresa, ou seja, era utilizado no período onde o processo era apenas manual até os dias atuais.

A Manutenção Preventiva consiste na realização de intervenções em intervalos predeterminados, tendo como principal objetivo prevenir a ocorrência de falha. (KARDEC; NASCIF, 2012).

Conforme Pereira, (2011), a Manutenção Preventiva surgiu pela necessidade das empresas em obter maior disponibilidade e confiabilidade nos equipamentos visando minimizar as paradas inesperadas.

A Frontec utiliza esta técnica de Manutenção para a grande maioria de seus equipamentos. A variável utilizada para controle das execuções é o tempo, sendo ele definido para cada tarefa conforme sugestões do manual do equipamento.

Antes da automação a Frontec possuía um número reduzido de equipamentos produtivos, por isso utilizava-se esta técnica para todos. O cadastro de necessidade de Manutenção Preventiva era realizado na chegada de um novo equipamento. Neste momento realizava-se o cadastro no *software* de supervisão da produção, separando as atividades a serem executadas pelas respectivas periodicidades. As principais periodicidades utilizadas no sistema são: mensal, bimestral e anual.

As periodicidades são cadastradas conforme descrição do manual do equipamento e nele consta os itens que devem ser analisados em cada período. Para controle destes itens a Frontec possui outro documento da qualidade chamado de RQ022 - *Check List* de Manutenção Preventiva que lista todos os itens que o técnico de Manutenção deve executar em cada atividade. A Figura 29 ilustra um exemplo deste documento.

Figura 29 – *Check list* de Manutenção Preventiva

Check List Manutenção Preventiva



RQ022 - CHECK LIST MANUTENÇÃO PREVENTIVA

<small>Título</small> RQ022 - Check List	<small>Responsável:</small> Éder	<small>Data</small> 13/08/2018
<small>Cadastro Máquinas</small> Robô 07	<small>Frequência:</small> 3 – Anual	
<small>Novo Item</small>		
Método	Descrição	Produto
Substituição	Efetuar os controles de fixação preconizadas.	
Substituição	Trocar cartucho de graxa.	
Substituição	Trocar os relés desmontáveis da placa interface.	
Substituição	Substituir os engraxadores: de sapatas, de orientação e engraxa-los.	
RESULTADO		
<small>Check List</small> OK		
<small>Observação dos itens não OK</small>		

Fonte: *Software* de Microsoft (2016).

É de responsabilidade do técnico de Manutenção executar todos os itens listados no documento da Figura 29. Após a execução o responsável deve registrar

no sistema de gestão da empresa a conclusão da execução dos itens listados, tornando o *check list* concluído.

Após a conclusão da Manutenção Preventiva, a contagem do tempo é iniciada novamente a partir do instante zero, tornando sistêmico este processo. O *software* de supervisão da produção disponibiliza uma listagem onde é possível fazer o controle da execução das Manutenções Preventivas. A Figura 30 ilustra esta listagem de controle.

Figura 30 – Listagem de controle de Manutenções Preventivas

Monitor Preventiva						
Equipamento	Descrição	Última revisão	Vida útil horas	Qtde de horas	%	Dif. de horas
Moinho 5	Mensal	05/09/2018	720	800	111,1%	-80
Seladora 4	Bimestral	06/08/2018	1440	1510	104,9%	-70
Injetora 1	Anual	02/09/2017	8760	9050	103,3%	-290
Moinho 3	Mensal	10/09/2018	720	735	102,1%	-15
Embaladora 4	Mensal	11/09/2018	720	698	96,9%	22
Robô 4	Bimestral	09/08/2018	1440	1393	96,7%	47
Empilhadeira 1	Bimestral	13/08/2018	1440	1393	96,7%	47
Silo 2	Mensal	12/09/2018	720	680	94,4%	40
Injetora 7	Semestral	02/04/2018	4320	4000	92,6%	320
Robô 1	Bimestral	16/08/2018	1440	1320	91,7%	120
Embaladora 3	Mensal	14/09/2018	720	622	86,4%	98
Moinho 6	Mensal	16/09/2018	720	622	86,4%	98
Seladora 2	Bimestral	15/08/2018	1440	1200	83,3%	240
Chiller	Semestral	05/08/2018	4320	3566	82,5%	754
Plataforma	Anual	02/02/2018	8760	4200	47,9%	4560

Fonte: Adaptado de SKA (2017).

A listagem ilustrada na Figura 30, gera informação em tempo real ao Técnico de Manutenção sobre o tempo em horas faltantes para a realização da Manutenção Preventiva. Para facilitar este controle é utilizado uma legenda de cores, onde a cor vermelha indica que a Manutenção Preventiva está atrasada, amarela indica alerta e verde quando está em boas condições.

Constatou-se um problema nesta listagem pois a legenda de cores é ordenada por percentual, e como a vida útil para as Manutenções Preventivas são diferentes, esta ordenação acaba dificultando a ordenação das prioridades.

A Manutenção Preventiva é utilizada há bastante tempo na Frontec e tem o objetivo de manter os equipamentos em bom estado, assim como prevenir falhas e paradas do processo produtivo. Porém com a evolução para o processo automático, notou-se um aumento no número de intervenções de Preventiva, tornando o processo oneroso.

Para Branco Filho, (2008), a maior consequência da utilização de Manutenção Preventiva é financeira. Pois é uma técnica que exige paradas nos equipamentos para que as atividades sejam realizadas. Além disso essas paradas podem ser onerosas e algumas vezes desnecessárias, visto que normalmente são controladas apenas pelo tempo, não levando em consideração a carga de trabalho do equipamento.

Até o início deste trabalho a empresa não controlava custos de Manutenção, seu principal indicador estava relacionado a disponibilidade do equipamento. Baseado nisso utiliza-se a técnica de Manutenção Preventiva por julgar que ela auxilia na redução de paradas do processo produtivo e melhora a disponibilidade do equipamento.

5.1.3 Manutenções de Melhorias

A Frontec utiliza em sua estratégia de Manutenção a técnica de Manutenção de Melhorias. Com a implantação da automação notou-se um aumento na utilização desta técnica. O principal motivo está relacionado ao aumento do número de equipamentos produtivos que precisam trabalhar simultaneamente no processo automatizado.

Conforme Xenos, (2004), a Manutenção de Melhoria consiste em realizar atividades de maneira contínua e gradativa nos equipamentos, com o objetivo de melhorá-los além de suas especificações originais. Já para Branco Filho (2008), a Manutenção de Melhorias consiste na introdução de novos métodos e técnicas que tornem o processo produtivo mais eficiente.

Na Frontec as melhorias são normalmente levantadas pelos líderes e operadores de produção, que fazem o registro em uma solicitação de Manutenção similar as solicitações de Manutenção Corretiva. Esta solicitação entra na fila para execução da Manutenção, sendo considerada uma tarefa simples como por exemplo a instalação de um alarme em determinada máquina ela é realizada conforme

disponibilidade da equipe de Manutenção. Atividades mais complexas tornam-se planos de ação que são controlados no sistema de gestão da empresa.

Com a implantação do processo automatizado, notou-se um aumento nos planos de ação para melhorias dos equipamentos. Como exemplo pode-se citar a implementação da técnica de Manutenção Autônoma. A Figura 31 ilustra a lista de ações de um plano de ação da empresa.

Figura 31 – Lista de ações contidas em plano de ação

Lista de ações - RQ099 - Plano de ação						
Titulo	Tipo de ação	Descrição	Atribuída	Data	Prioridade	Status
Ação Geral ID: 3258	Plano de ação	Criação de cartões e caderno para utilização na Manutenção autônoma.	Técnico de Manutenção	25/01/2019	Média	Concluída
Ação Geral ID: 3259	Plano de ação	Criação de Instrução para manutenção autônoma	Técnico de Manutenção	28/01/2019	Média	Concluída
Ação Geral ID: 3260	Plano de ação	Criação de treinamento on the Job para Manutenção autônoma.	Técnico de Manutenção	30/01/2019	Média	Concluída
Ação Geral ID: 3261	Plano de ação	Treinamento dos líderes e operadores 2 no método de Manutenção autônoma	Técnico de Manutenção	10/02/2019	Média	Concluída
Ação Geral ID: 3262	Plano de ação	Fazer reciclagem do processo de manutenção autônoma, após 6 meses de utilização.	Técnico de Manutenção	10/08/2019	Média	Em andamento

Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

Os planos de ação ilustrados na Figura 31 são registrados dentro do sistema de gestão da empresa. Neste sistema pode-se controlar o andamento da execução das tarefas. Um ponto que dificulta a Gestão da Manutenção é o acúmulo de tarefas em locais diferentes. Esta característica acaba dificultando a priorização correta das atividades.

Apesar desta dificuldade pode-se dizer que esta técnica é um ponto positivo da Frontec pois além de auxiliar o processo produtivo, ela melhora a comunicação entre os setores de Manutenção e Produção. Para Branco Filho (2008), esta técnica é usada quando a equipe de produção precisa melhorar algo no equipamento e não sabe o que fazer nem como fazer. Para isso o envolvimento da equipe de Manutenção auxilia na resolução do problema e por consequência redução de falhas.

5.1.4 Terceirização da Manutenção

Outra característica da estratégia de Manutenção da Frontec é a utilização de serviços de terceiros em determinadas tarefas de Manutenção. Por apresentar diferentes marcas de equipamentos além de um quadro enxuto de colaboradores de Manutenção, buscou-se na terceirização uma solução para determinados problemas.

Para Kardec & Nascif (2012), a terceirização consiste na transferência de atividades que agreguem competitividade industrial, baseada em uma relação de parceira entre o contratante e o contratado.

Com a evolução do processo produtivo notou-se que não era possível ser especializada em todo tipo de Manutenção. Baseado nisso observou-se na terceirização uma solução para problemas do dia a dia.

Estes serviços são utilizados na execução de problemas específicos onde a Manutenção não consegue agir. A empresa utiliza a terceirização em duas modalidades, uma por chamado, onde possui fornecedores homologados para cada tipo de equipamento e outra por contrato com uma empresa terceira específica, que participa na execução de Manutenções Corretivas e de Manutenções de Melhorias.

Para Kardec & Nascif (2012), havendo uma relação de parceira a terceirização pode trazer vantagens como aumento da qualidade, otimização dos custos, aumento da especialização, redução de áreas ocupadas entre outras.

Um dos pontos a serem melhorados no processo de terceirização da empresa, é o fato de apesar dos serviços serem realizados somente com autorização por ordem de compra, não se tem um controle de custos com terceiros ao longo do tempo. A ausência deste controle dificulta a análise dos resultados da Manutenção.

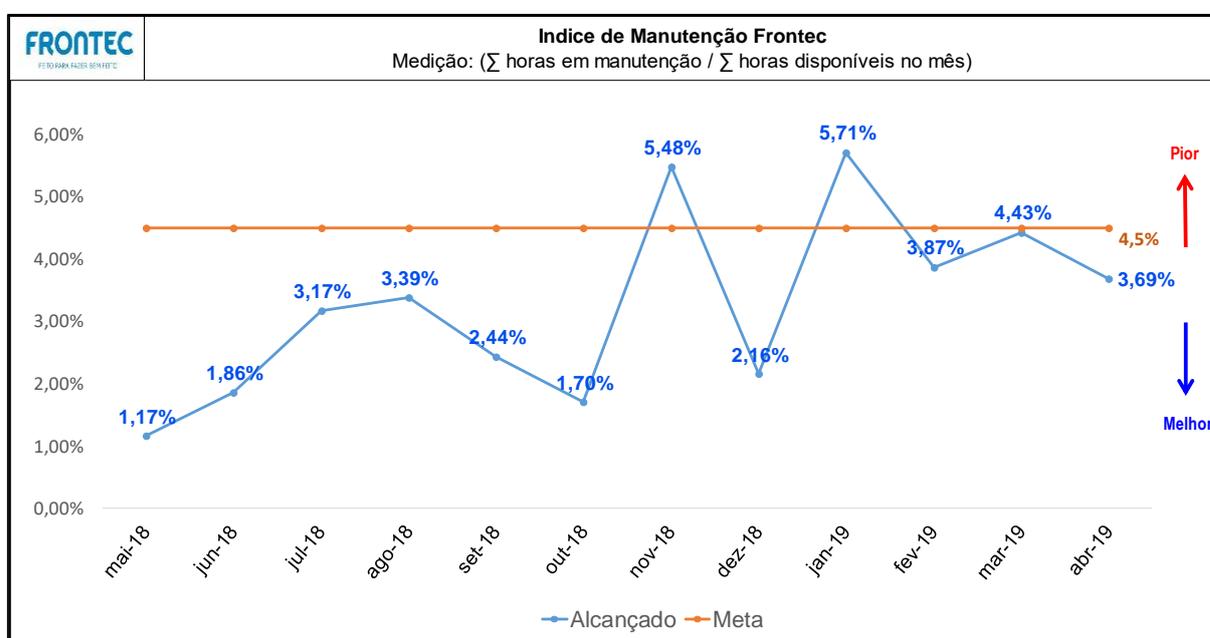
5.1.5 Indicadores Utilizados

Conforme citado na apresentação da empresa, ela possui certificação ISO/TS16949, sendo um dos requisitos desta certificação que cada processo possua pelo menos um indicador de controle.

Para Branco Filho (2006), os indicadores de Manutenção são dados estatísticos relativos a uma ou diversas atividades que o setor de Manutenção é responsável e que a empresa deseja controlar.

Na Frontec conforme citado em tópicos anteriores não existe um controle de custos de Manutenção. O único indicador utilizado no processo de Manutenção tem o objetivo de monitorar a disponibilidade do equipamento. Este indicador é chamado de Índice de Manutenção Frontec e é medido avaliando as horas em que o equipamento esteve em Manutenção, dividido pelas horas disponíveis do equipamento. A Figura 32 ilustra o comportamento deste indicador.

Figura 32 – Índice de Manutenção Frontec



Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

O indicador apresentado na Figura 32 tem importância para a empresa, pois um dos diferenciais da empresa é a condição de ter produtos à pronta entrega. Para isso é importante medir a disponibilidade dos equipamentos, pois esta variável tem reflexo direto no atendimento de entrega.

Apesar deste indicador ilustrar como está o setor de Manutenção de uma forma geral, nota-se a ausência de outros indicadores para complementar a análise e controlar outras variáveis como custo de Manutenção, ocorrências de falha. Este assunto será tratado na sequência deste trabalho.

5.2 IMPACTOS DA AUTOMAÇÃO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A automação do processo produtivo foi um avanço tecnológico significativo para a empresa do presente estudo de caso. Após o período de implantação foi possível notar diversos pontos positivos. Os principais foram a redução de ciclos produtivos e redução de custo fixo com operadores na produção.

Apesar de apresentar benefícios, esta mudança tecnológica gerou impactos em outros setores. Pode-se citar as mudanças no setor de recursos humanos que tiveram que preparar os colaboradores para esta mudança, no setor de produção onde mesmo com o treinamento a aprendizagem foi gradativa. Outro processo que sofreu impactos foi a Manutenção, onde notou-se um aumento significativo no número de equipamentos, sendo grande parte deles com novas tecnologias.

O objetivo deste trabalho é analisar os principais impactos que a automação do processo produtivo ocasionou na Gestão da Manutenção da empresa. Nesta seção serão apresentados com maiores detalhes os impactos mais significativos observados durante os últimos cinco anos, período onde foi implementada a automação do processo produtivo.

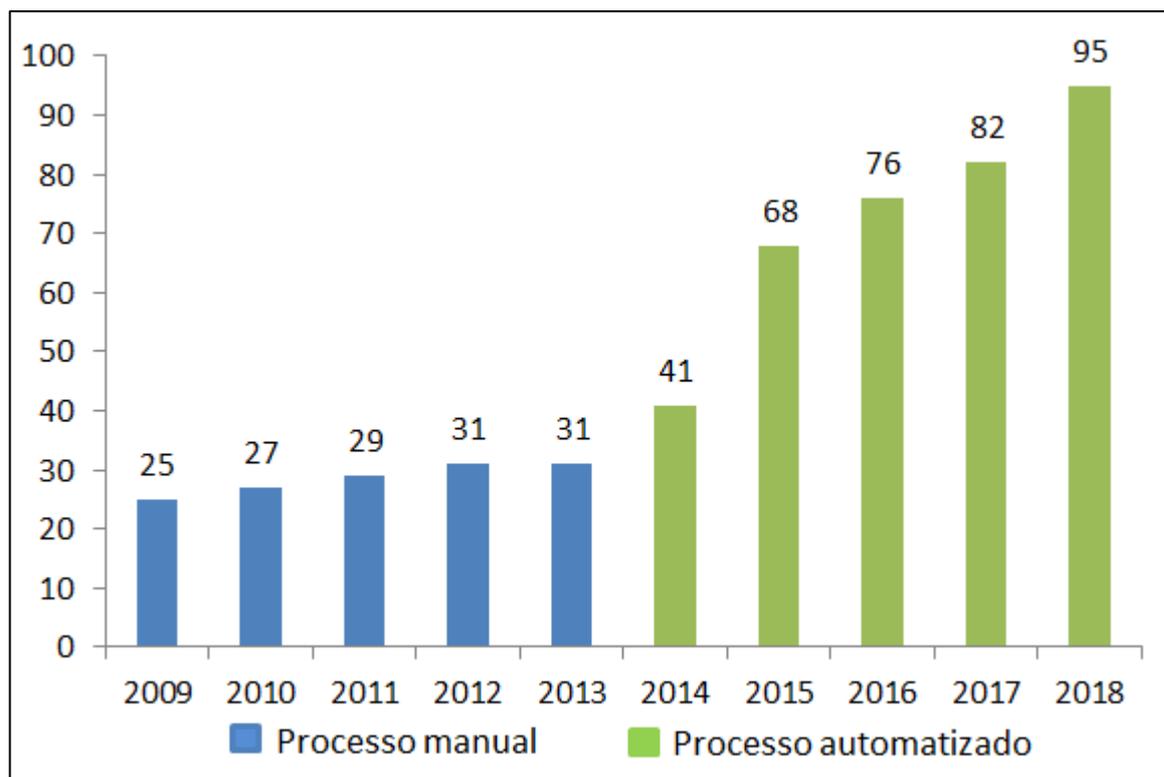
5.2.1 Número de Equipamentos

A automação do processo produtivo da empresa conforme citado em tópicos anteriores iniciou-se no ano de 2014, onde foi automatizada a primeira injetora. Após ser validado o primeiro processo produtivo automatizado, foram gradativamente sendo adquiridos novos equipamentos nos anos seguintes.

Notou-se que o principal impacto da automação na Gestão da Manutenção é o aumento de equipamentos produtivos. Relacionando de maneira sintética a célula manual que era composta apenas pela injetora, a célula do processo automatizado é composta pelo conjunto injetora, robô e embaladora.

Além deste aumento de equipamentos na célula principal, observou-se um aumento nos equipamentos periféricos. Para o funcionamento do processo automatizado são necessários esteiras, moinhos e impressoras específicos para cada célula. Com isso notou-se aumento no número de equipamentos produtivos, este aumento é apresentado no Gráfico 8.

Gráfico 8 – Número total de equipamentos produtivos

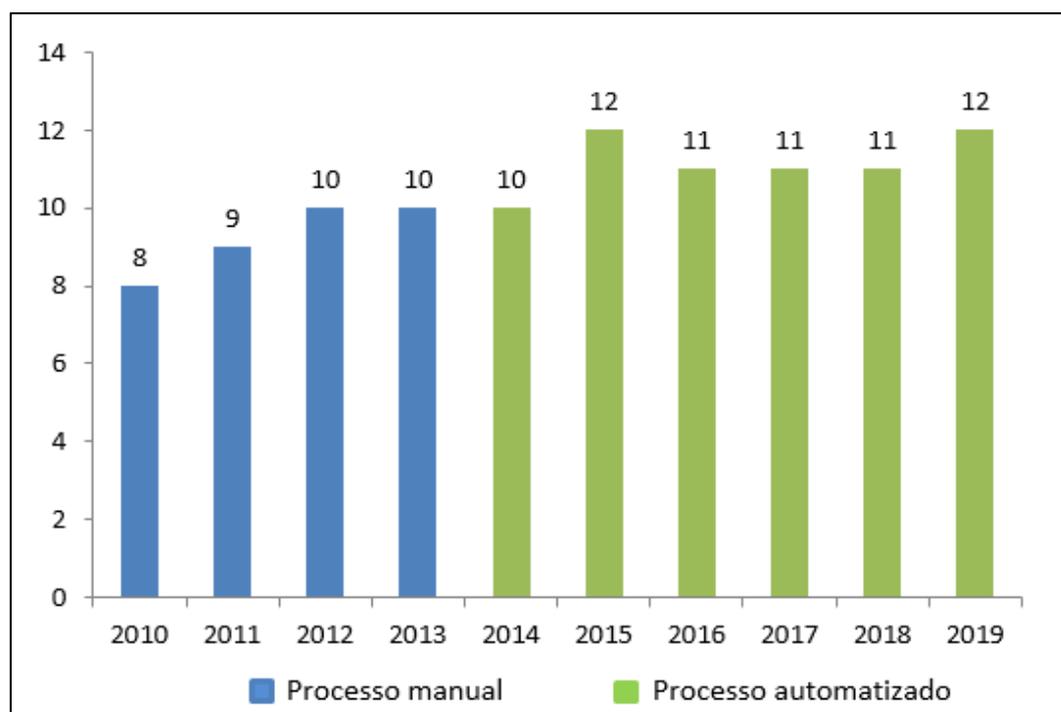


Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 8 considera todos os equipamentos que são vitais para o funcionamento do processo produtivo. Observa-se um aumento significativo no número de equipamentos após o ano de 2014. Vale salientar que este aumento tem relação com melhorias no processo produtivo como um todo, mas a principal causa deste aumento tem relação com a automação, pois foram adquiridos robôs, embaladoras e moinhos para cada célula automatizada.

Além de elevar o número de equipamentos, as novas exigências do processo automatizado geraram a necessidade de injetoras com tecnologias mais atuais. Visto esta necessidade a empresa adquiriu 6 novas injetoras no período de 2014 a 2019. Ao longo deste período foram inativadas 4 injetoras. O Gráfico 9 ilustra o número de injetoras ativas em cada ano.

Gráfico 9 – Número total de injetoras



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos dados apresentados nos Gráficos 8 e 9, pode-se notar que apesar da automação ter gerado um aumento significativo no número de equipamentos de forma geral, este aumento não se reflete na mesma proporção em número de injetoras. Um dos fatores relevantes para este fato, foi que o processo produtivo automatizado possui ciclos mais velozes que o processo manual. Com isso notou-se aumento de capacidade produtiva.

Baseado nestes dados, pode-se visualizar um dos impactos que a automação do processo produtivo ocasionou na Gestão da Manutenção, que foi o aumento nos equipamentos produtivos. Este aumento de equipamentos reflete em um aumento nas solicitações de Manutenções e aumento nas intervenções de Manutenções Preventivas, além de requerer maior habilidade dos gestores de Manutenção para organizar prioridades. Estes impactos serão analisados na sequência deste trabalho.

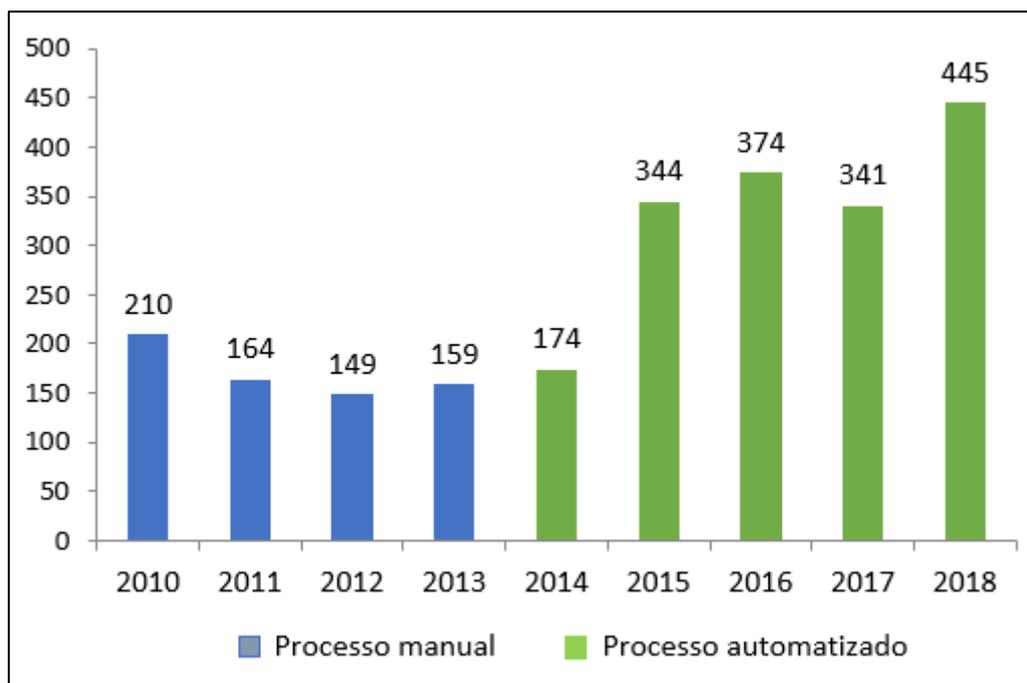
5.2.2 Solicitações de Manutenção

Com a evolução do processo produtivo, a empresa passou por um período de adaptação e aprendizado as novas tecnologias. Baseano nisso notou-se que aliado

a este aumento no número de equipamentos produtivos, constatou-se um aumento no número de solicitações de Manutenção.

Esse aumento é oriundo de Manutenções Corretivas, e também de melhorias necessárias para tornar o processo cada vez mais eficiente. O Gráfico 10 ilustra a evolução ao longo do tempo das solicitações de Manutenção Corretiva e Melhoria.

Gráfico 10 – Solicitações de Manutenção Corretiva e de Melhoria

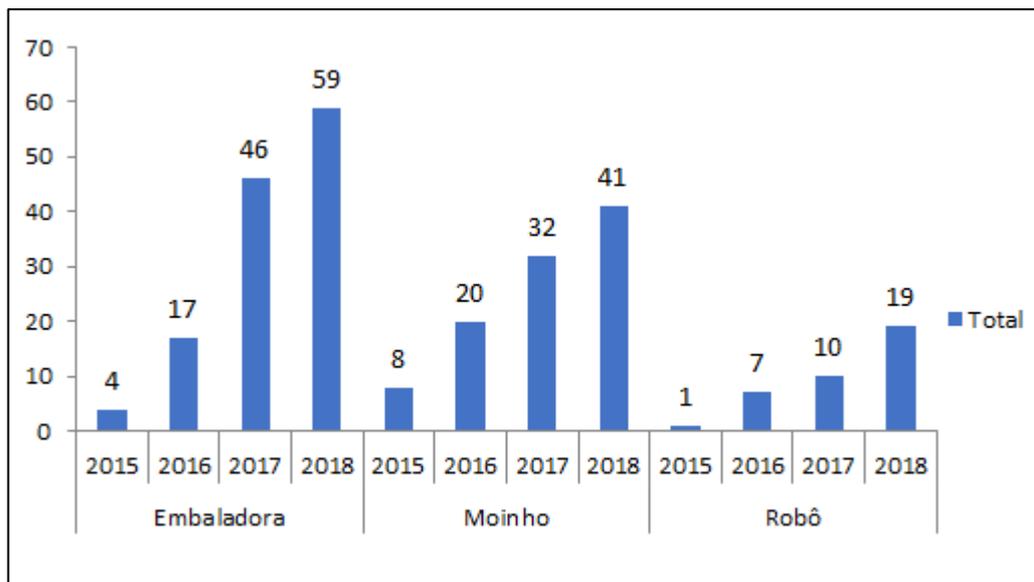


Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado no Gráfico 10, notou-se aumento no número de ordens de Manutenção a partir de 2015. Este aumento tem relação direta com a automação, pois foi a partir deste ano que se teve os processos automatizados de forma efetiva dentro da empresa.

A partir do levantamento dos dados de solicitações de Manutenção realizou-se a extratificação destes dados. O objetivo foi analisar o impacto dos principais equipamentos acrescentados com a automação. Para isso extraiu-se dos dados de solicitações de Manutenção, o número de solicitações para as embaladoras, moinhos e robôs. O Gráfico 11 apresenta os resultados.

Gráfico 11 – Solicitações de Manutenção processo automatizado



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados apresentados no Gráfico 11, evidenciam aumento no número de solicitações de Manutenção em todos os principais equipamentos do processo automatizado. No ano de 2018 por exemplo, de um total de 445 solicitações, 119 tiveram relação direta com o processo produtivo automatizado, ou seja 26,7% do total de solicitações.

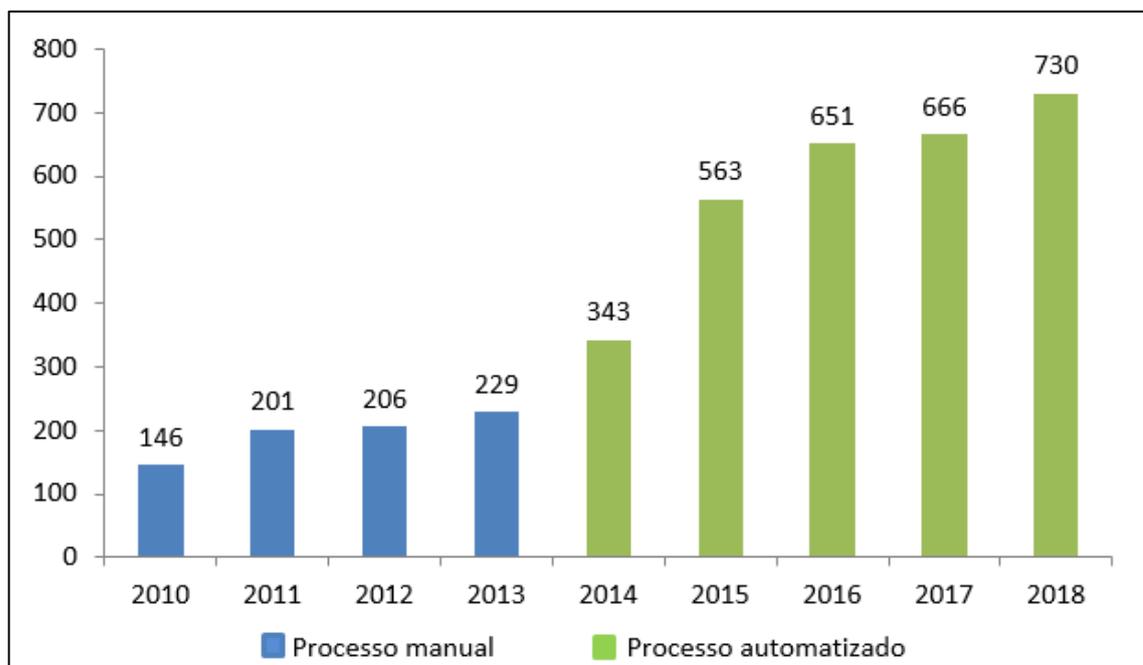
Nota-se que o maior volume de solicitações de Manutenção está relacionada com as embaladoras, seguido pelos moinhos e por último os robôs. Vale ressaltar que não foram consideradas nesta análise as solicitações de Manutenção que podem ter relação indireta com a automação. Pode-se citar o exemplo das solicitações de Manutenção das injetoras, onde parte delas apresentou relação com o processo produtivo automatizado.

5.2.3 Manutenções Preventivas

A automação do processo também gerou impactos na estratégia de Manutenções Preventivas utilizada pela empresa. Conforme citado em tópicos anteriores a Frontec utiliza a Manutenção Preventiva em todos os seus equipamentos produtivos, procurando seguir a recomendação do manual de cada equipamento.

No entanto com o aumento no número de equipamentos devido a automação, notou-se aumento nas intervenções de Manutenções Preventivas. O Gráfico 12 apresenta a evolução ao longo do tempo no números de intervenções.

Gráfico 12 – Número de intervenções de Manutenção Preventiva

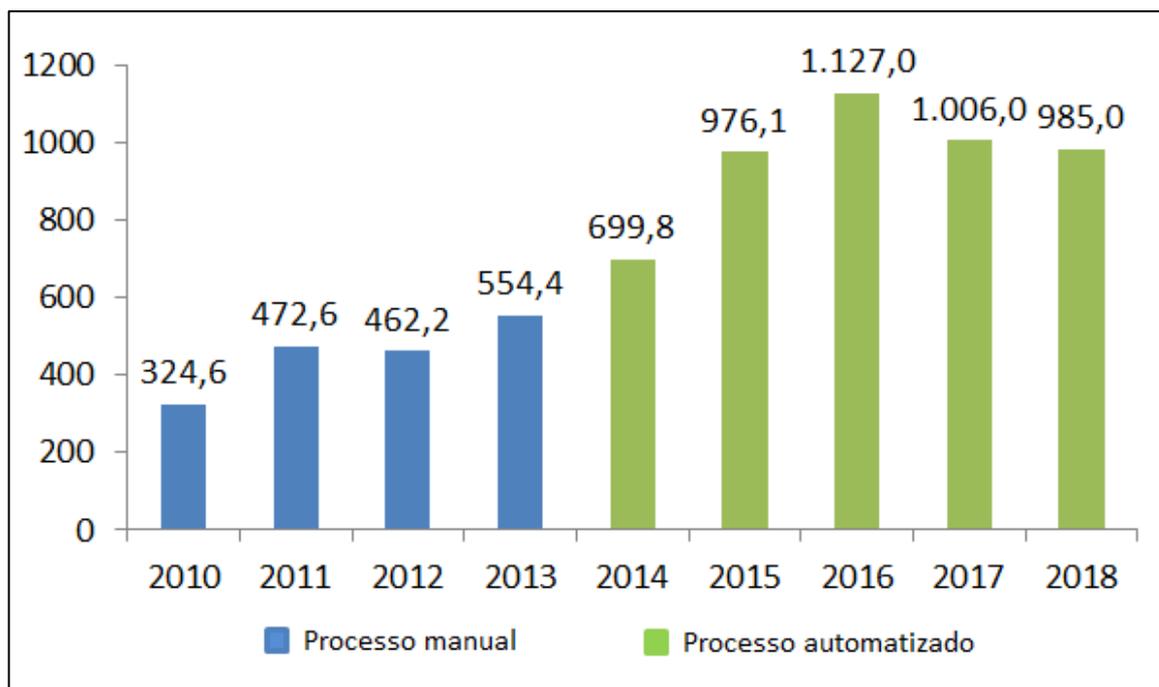


Fonte: Elaborado pelo autor.

Semelhante ao aumento no número das solicitações de Manutenção, o Gráfico 12 apresenta um aumento no número de intervenções para Manutenção Preventiva. Este aumento gerou impacto direto na Gestão da Manutenção, pois o tempo utilizado para realização de Manutenção Preventiva gerava acúmulo de tarefas na equipe de Manutenção.

Além de aumento no número de ocorrências notou-se aumento no envolvimento da equipe de Manutenção em horas. O Gráfico 13 ilustra este aumento em horas baseado no tempo médio de realização.

Gráfico 13 – Horas executando Manutenção Preventiva



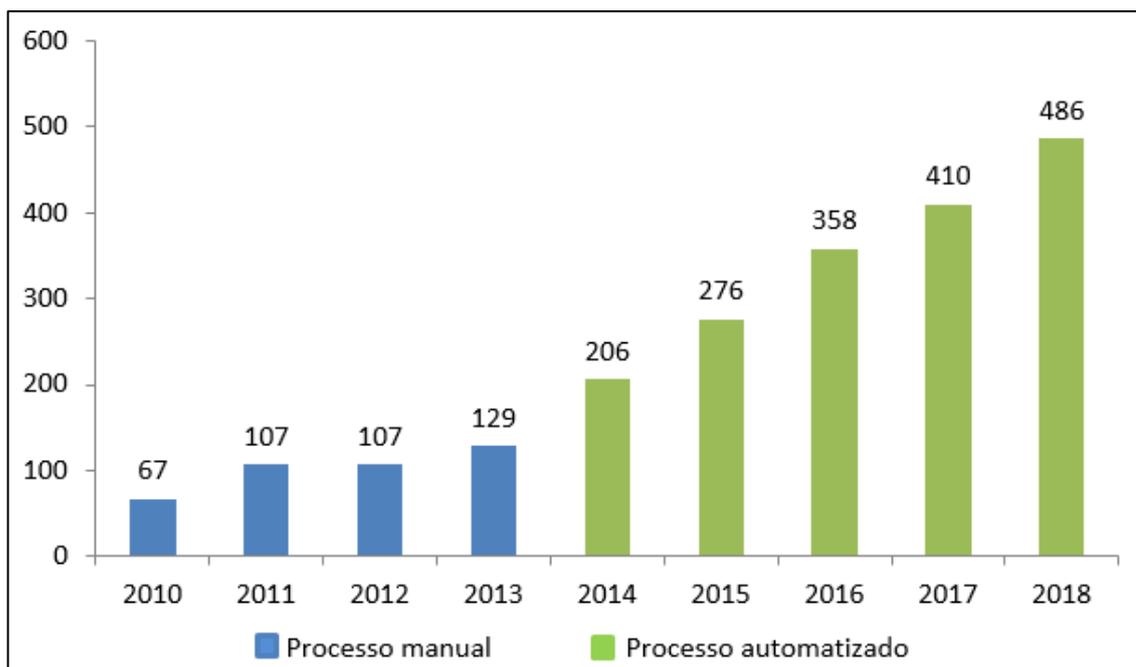
Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 13 nota-se aumento a partir de 2014 no número de horas envolvidas em Manutenções Preventivas. No ano de 2018, por exemplo, foram utilizadas 985 horas para execução de Manutenção Preventiva, este valor equivale a 123 de trabalho de um técnico de Manutenção dedicados a esta técnica.

Além disso, nota-se que nos anos 2017 e 2018, o número apresenta redução, esse fato tem relação com a redução de uma injetora no processo produtivo e intervenções de Manutenção Preventiva realizadas com atraso.

Visto este contexto de aumento notou-se crescimento nas Manutenções Preventivas executadas acima do prazo pré-estabelecido, gerando atrasos e acúmulos de tarefas. O Gráfico 14 apresenta em ocorrências as Manutenções Preventivas realizadas acima do prazo de 100%, definidas a partir do manual do equipamento.

Gráfico 14 – Manutenções Preventivas realizadas acima do prazo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando os dados apresentados no Gráfico 14, verifica-se que a estratégia de execução de Manutenções Preventivas não está sendo eficaz nos últimos anos. As causas para este problema são o aumento no número de equipamentos, a utilização desta técnica para todos os equipamentos com mesmo grau de importância e o quadro de colaboradores do setor de Manutenção que não teve alteração. No próximo tópico será analisado os motivos de manter a equipe com poucos colaboradores.

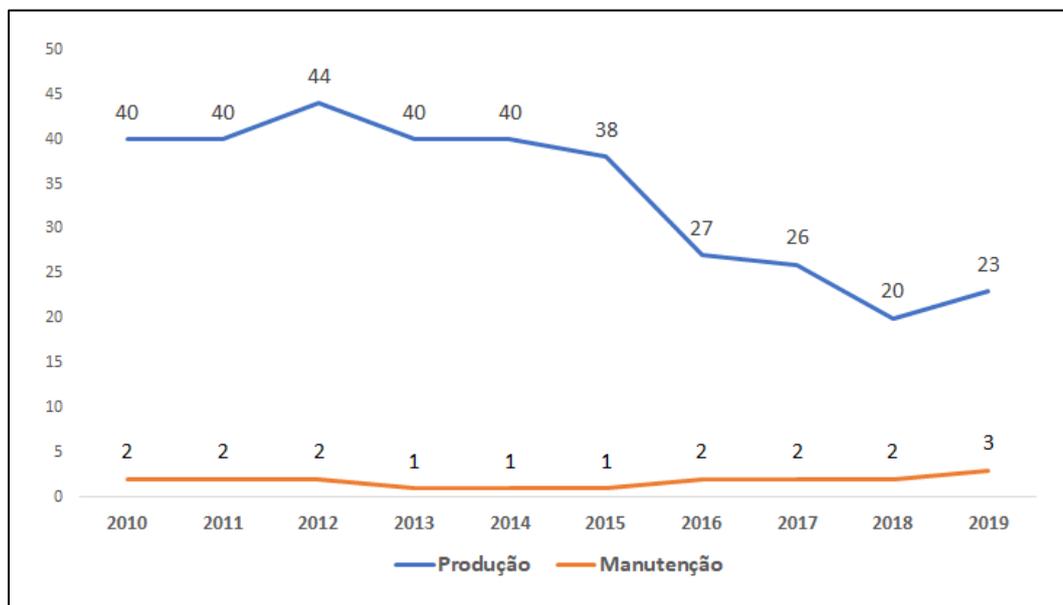
5.2.4 Recursos Humanos

Conforme citado ao longo do trabalho um dos principais objetivos de automatizar o processo produtivo era a redução no custo fixo com mão de obra do processo de produção. Isso de fato aconteceu, porém o que não foi analisado com tanto rigor foram os impactos que a automação poderia gerar na Gestão da Manutenção.

Baseado nisso a mesma política de redução de custo fixo utilizada na produção foi aplicada na equipe de Manutenção. Como a equipe era menor, optou-se por não aumentar o quadro de funcionários. O Gráfico 15 ilustra a redução no

quadro de colaboradores que trabalham direto na produção em comparação com a equipe de Manutenção.

Gráfico 15 – Colaboradores da Produção x Manutenção



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados apresentados no Gráfico 15 ilustram que a estratégia de automação de fato reduziu o número de colaboradores envolvidos diretamente no processo produtivo. Porém com o aumento de equipamentos esta redução em colaboradores na produção não foi repassada para equipe de Manutenção de maneira satisfatória gerando acúmulos de tarefas neste setor.

Com relação à equipe de Manutenção, vale ressaltar que apesar da empresa trabalhar em três turnos, a equipe de Manutenção trabalha apenas no turno administrativo. Esta estratégia é adotada devido a empresa possuir relativa capacidade produtiva acima da demanda, onde em caso de problema de um equipamento pode ser colocado em produção outro.

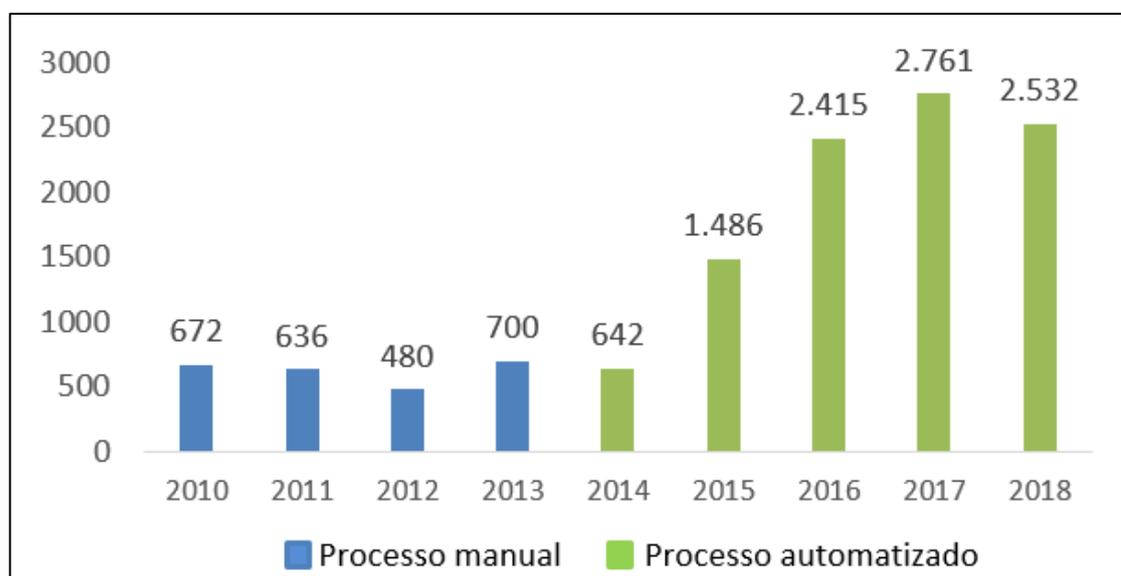
Devido a empresa possuir processo produtivo automático e manual, esta estratégia acaba em alguns casos sendo limitante a produção, pois conforme evidenciado anteriormente o número de ocorrências de paradas aumentou devido a automação do processo.

5.2.5 Disponibilidade dos Equipamentos

A estratégia de automatizar o processo produtivo, inicialmente atendeu o objetivo principal da empresa que era a redução de custo fixo na operação. Além disso trouxe benefícios indiretos como a redução de ciclos devido a não depender mais da velocidade do operador para embalar as peças.

Porém com a instalação de robôs e embaladoras a célula produtiva passou a ter um maior número de variáveis passíveis de falha. Com isso constatou-se relativo aumento no número de ocorrências de paradas do processo produtivo. O Gráfico 16 ilustra o aumento neste número de ocorrências.

Gráfico 16 – Evolução das ocorrências de paradas

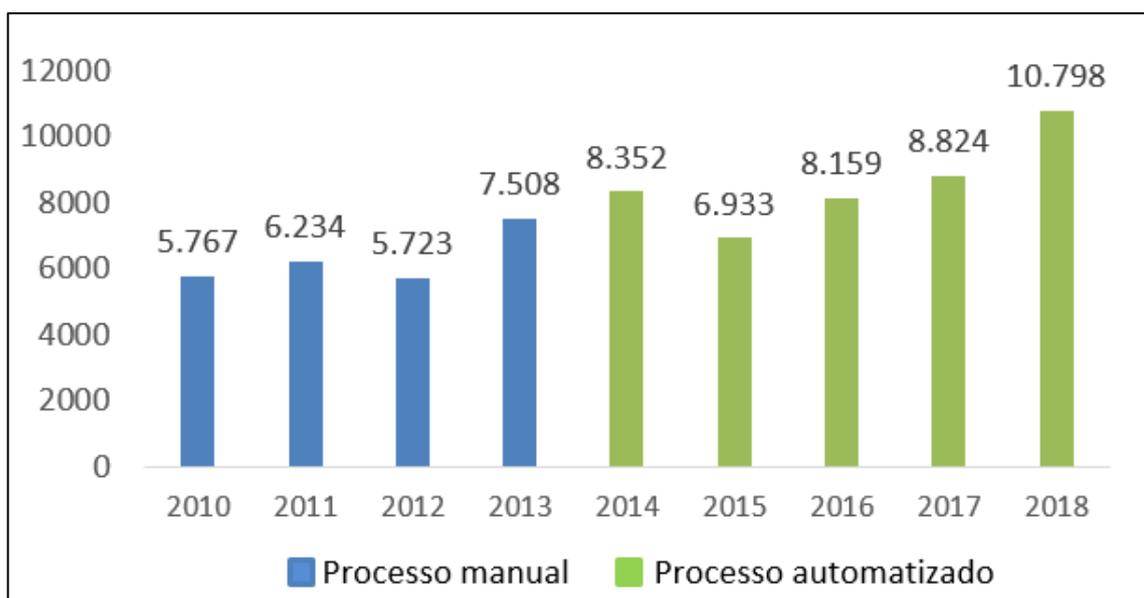


Fonte: Elaborado pelo autor.

O aumento no número de ocorrências de paradas ilustrado no Gráfico 16 é prejudicial a qualquer processo produtivo, em especial o de injeção. As paradas de processo geram além da perda de disponibilidade perdas de processo, como geração de reciclado e rejeitos devido ao reinício de processo.

Semelhante ao aumento nas ocorrências de parada, notou-se aumento nos tempos de injetora parada. Tanto o aumento nas ocorrências quanto o aumento nas horas de equipamento parado tem impacto direto na redução da disponibilidade dos equipamentos. O Gráfico 17 ilustra este aumento no número de horas.

Gráfico 17 – Evolução das horas de paradas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se no Gráfico 17 relativo aumento nas horas de paradas nos últimos anos. Este fato tem relação direta com a automação do processo produtivo, pois a célula principal necessita que injetora, robô e embaladora trabalhem em sincronia, onde a parada de um equipamento consiste na parada da célula inteira.

Baseado nos dados apresentados nos Gráficos 16 e 17 pode-se constatar que a automação do processo produtivo, gerou impacto na disponibilidade. Constatou-se aumento tanto em horas de máquina parada quanto em ocorrências de falha.

Para reduzir este impacto é necessário que a Gestão da Manutenção trabalhe em conjunto com a produção, com o objetivo de reduzir tanto as ocorrências quanto o tempo das paradas.

5.2.6 Peças de Reposição

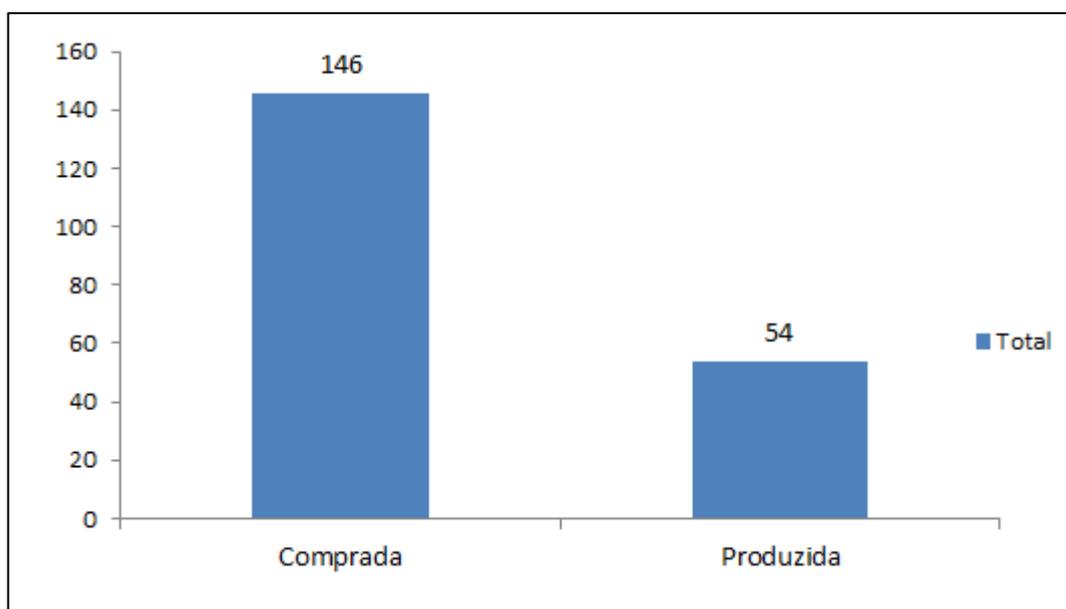
Conforme ilustrado em tópicos anteriores ao longo da implantação dos processos automatizados observou-se relativo aumento nas ocorrências de falha, assim como nas paradas por Manutenção. Baseado nisso a Gestão da Manutenção da empresa constatou a necessidade de manter em estoque algumas peças de reposição, com o objetivo de reduzir o tempo de parada.

Algumas destas peças de reposição eram mantidas pelo setor de Manutenção, porém elas eram consideradas como consumo pela empresa, ou seja, os itens não eram cadastrados no sistema, e não existia um controle de estoque efetivo.

Visto este contexto de falta de controle de estoque, a empresa optou por transferir o estoque físico do setor de Manutenção para o almoxarifado. Este local específico facilitaria o controle de estoque, assim como a identificação dos materiais.

Iniciou-se o trabalho de transferência de estoque para o almoxarifado. A primeira tarefa foi cadastrar os itens no sistema. Como a empresa possui uma ferramentaria própria, alguns dos itens de reposição são produzidos internamente e outros comprados. Baseado nisso foi realizado o cadastro e feito a classificação entre itens produzidos internamente e comprados. O Gráfico 18 ilustra o número de itens cadastrados.

Gráfico 18 – Peças de reposição cadastradas



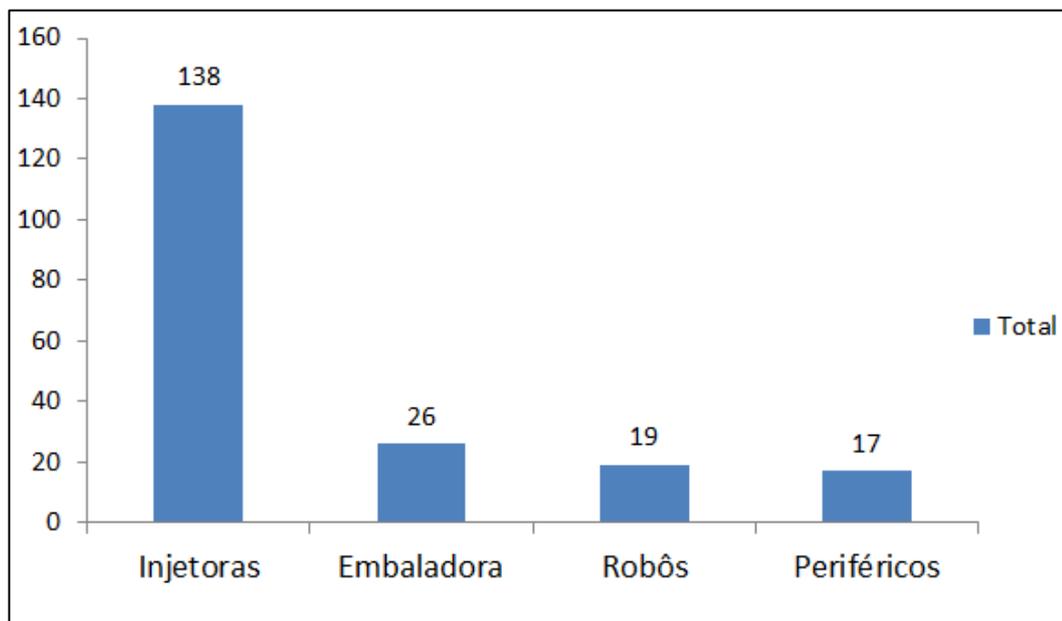
Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme ilustrado no Gráfico 18, foram transferidas para o almoxarifado 200 modelos de peças de reposição diferentes. Sendo boa parte destas peças compradas de fornecedores externos.

A partir deste trabalho inicial onde foram cadastradas as principais peças de reposição que a empresa possuía estoque, realizou-se uma divisão por grupo de

equipamentos. A divisão realizada baseou-se nos principais equipamentos produtivos conforme apresentada no Gráfico 19.

Gráfico 19 – Peças de reposição por grupo



Fonte: Elaborado pelo autor.

A divisão apresentada no Gráfico 19 ilustra que das 200 peças cadastradas no sistema, 45 tem relação direta com a Automação. Ou seja 22,5% dos itens em estoque foram acrescentados em decorrência da automação do processo produtivo.

Este percentual é utilizado apenas para ilustrar o aumento de itens de reposição cadastrados em função da automação industrial. Porém conforme citado anteriormente estas peças são consideradas consumo pela empresa. Ou seja, não são controlados valores de estoque destes itens.

Apesar de cadastradas as peças de reposição observou-se que não existia clareza na definição de criticidade dos itens, assim como a necessidade de manter estoques mínimos. Este fato ilustra uma oportunidade de melhoria para o processo de cadastramento dos itens de reposição. Esta e outras oportunidades serão apresentadas no próximo tópico.

5.3 OPORTUNIDADES DA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO.

Basedo nos impactos que a automação industrial gerou na Gestão da Manutenção da empresa, aliado a estratégia de Manutenção utilizada que

apresentava lacunas. Constaou-se algumas oportunidades de melhorias tanto nas técnicas utilizadas quanto na forma de gerir o processo. Neste capítulo será avaliado a situação atual e apresentado a relação destas oportunidades

5.3.1 Técnicas de Manutenção

A estratégia de Manutenção utilizada pela empresa, apresenta algumas técnicas de Manutenção que atendem de forma satisfatória as exigências da empresa. Porém com os impactos gerados neste processo devido a automação do processo produtivo, tornou-se necessária uma reformulação no processo de Gestão, com o objetivo de atingir melhores resultados.

Visto este contexto, utilizou-se como referência as principais técnicas de Manutenção apresentadas na fundamentação teórica deste trabalho para relacionar algumas oportunidades de reformulação do processo de Manutenção da empresa. O Quadro 13 apresenta uma síntese sobre estas oportunidades.

Quadro 13 – Síntese das oportunidades nas técnicas de Manutenção

Técnica	Recomendações baseadas na Fundamentação teórica.	Situação	Oportunidades para as atuais técnicas utilizadas
Manutenção Corretiva	A Manutenção Corretiva é aquela de atendimento imediato a produção, ou seja, deve-se consertar imediatamente para retornar à produção. (ALMEIDA, 2015).		Técnica estruturada de forma sistêmica através de solicitações de Manutenção. Apresenta boa comunicação entre os setores de Produção, Manutenção e PCP na definição de prioridades.
Manutenção Preventiva	Necessário controlar a frequência de intervenções, peças utilizadas e capacidade de mão de obra para manter os custos sob controle. O objetivo é a redução de paradas inesperadas. (ALMEIDA, 2015).		Técnica estruturada de forma sistêmica, porém apresenta excesso de intervenções, podendo gerar custos desnecessários.
Manutenção Preditiva	Deve-se utilizar esta técnica onde o custo da falha é alto. (BRANCO FILHO, 2008).		Técnica utilizada parcialmente. Nota-se oportunidade para utilização desta técnica em alguns equipamentos chave com o objetivo de reduzir ocorrências de falhas.
Manutenção de Melhorias	O processo de Manutenção não deve apenas reparar as falhas, é necessário continuamente melhorar os equipamentos visando à redução das falhas. (XENOS, 2004).		Técnica estruturada de forma sistêmica, através de planos de ação e solicitações de melhoria.
Manutenção autônoma	Esta técnica além de capacitar os operadores na detecção de anomalias, auxilia na divisão de tarefas, pois capacita o operador na prática de atividades simples de Manutenção, reduzindo as solicitações. (XENOS, 2004).		Ausência de trabalhos envolvendo esta técnica de apoio. Nota-se oportunidade na utilização desta técnica devido aos impactos da automação na Gestão da Manutenção.
Manutenção produtiva Total	Deve-se trabalhar nos oito pilares que norteiam a TPM, com o objetivo de reduzir perdas. (KARDEC; NASCIF, 2012).		A Gestão trabalha de forma indireta nos oito pilares. Inicialmente não é objetivo implementar a TPM por completo, mas nota-se oportunidade de melhoria de resultados com a exploração de alguns conceitos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 13 apresenta a lista de oportunidades relacionadas a partir da fundamentação teórica. Nota-se que a Gestão da Manutenção da empresa, já utiliza boa parte das principais técnicas de Manutenção apresentando pontos positivos, e outros que necessitam melhorias, principalmente após a automação do processo produtivo.

Referente as oportunidades levantadas destaca-se a necessidade de um programa de Manutenção Autônoma, visto que uma das principais causas no aumento das solicitações de Manutenção, estavam relacionadas a mudanças do processo produtivo automatizado, sendo possível resolver boa parte delas com atividades de Manutenção simples.

Além disso nota-se oportunidades de melhoria em outras técnicas utilizadas pode-se citar a Manutenção Preventiva e Preditiva, além dos conceitos de

Manutenção Produtiva total. Ao longo deste trabalho serão apresentados algumas melhorias aplicadas pela empresa a partir deste levantamento de oportunidades.

5.3.2 Gestão da Manutenção

Conforme citado em tópicos anteriores do presente trabalho a Gestão da Manutenção da empresa era controlada em conjunto com o setor de ferramentaria. Um dos efeitos desta estratégia foi que ao longo do tempo notou-se que o foco da Manutenção estava mais voltado para execução do que para a Gestão do processo.

A utilização desta estratégia apresentou pontos positivos no período de transição do processo manual para o automatizado, pois foram necessárias diversas execuções para adaptar o processo. Porém após passado o período de transição, notou-se lacunas na Gestão da Manutenção.

Visto este contexto e após análise dos principais tópicos apresentados na fundamentação teórica deste trabalho, constatou-se oportunidades de melhoria para Gestão da Manutenção da empresa. O Quadro 14 apresenta uma síntese sobre estas oportunidades.

Quadro 14 – Síntese das oportunidades na Gestão da Manutenção

Gestão	Recomendações baseadas na Fundamentação teórica.	Situação	Oportunidades para a atual Gestão da Manutenção
Cadastro de equipamentos	Para que o setor de Manutenção seja eficiente, é necessário que o cadastro dos equipamentos e informações sobre eles esteja organizado. (QUEIRÓZ, 2016).		Os equipamentos são cadastrados, porém note-se oportunidade de melhoria na classificação quanto a criticidade do equipamento.
Cadastro de peças de reposição	Importante que a gestão de estoque de peças se mantenha atualizada, pois em processos com imprevisibilidade alta, pode ocorrer a quebra antes do tempo previsto acarretando a necessidade da peça. (QUEIRÓZ, 2016).		O processo de cadastramento está em fase inicial, nota-se oportunidade na definição de estoque mínimo e controle de custos de estoques.
Conhecimento técnico da equipe atual	As empresas e devem ter como objetivo contínuo desenvolvimento das habilidades de seus colaboradores. (YAMAUTE, 2010).		A equipe de Manutenção atual tem bom conhecimento técnico. Uma das razões é que a maioria da equipe tem mais de 5 anos na empresa.
Padronização e treinamento das atividades	O treinamento tem o objetivo aumentar as habilidades dos operadores e mantenedores, e deve ser realizado com qualidade e acompanhamento. (MANTO, 2014).		Apesar do bom conhecimento técnico nota-se oportunidade para melhoria na padronização do treinamento através da utilização de instruções de trabalho.
Sequenciamento das atividades de Manutenção.	Para que sejam atendidos os objetivos da Manutenção é necessário um gerenciamento eficaz, que interligue o processo com os objetivos e metas da empresa. (COSTA, 2013).		Nota-se oportunidade para melhoria nas prioridades de Manutenção. Atualmente as solicitações surgem de forma separada, dificultando a priorização. Além disso os equipamentos não possuem classificações de criticidade.
Indicadores	Os indicadores devem ser selecionados com o objetivo de entender como o processo de Manutenção está agindo. Vale ressaltar que os indicadores da Manutenção devem estar de acordo com os da Produção. (SILVA, 2017).		O indicador atual monitora a disponibilidade dos equipamentos. Note-se oportunidade na medição de outros indicadores como custos de Manutenção, e análise do desempenho global do processo.
Terceirização	A terceirização da Manutenção é normalmente vantajosa em empresas onde o setor de Manutenção não é especializado o suficiente, ou não apresenta um nível de serviço que esteja alinhado com os objetivos da empresa. (COSTA, 2013).		A utilização de serviços terceirizados ocorre em serviços específicos o que é vantajoso. Porém nota-se oportunidade no gerenciamento da eficiência e controle de custos destes serviços.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 14 apresenta a lista de oportunidades relacionadas a partir da fundamentação teórica. Nota-se que apesar do bom conhecimento técnico da equipe, existem lacunas na Gestão da Manutenção. Pode-se citar como as principais, o sequenciamento das atividades de Manutenção e a ausência de indicadores que monitorem com maior rigor os custos de Manutenção e disponibilidade dos equipamentos.

Além disso, o Quadro 14 apresenta outras oportunidade para que a Gestão da Manutenção, se adeque as mudanças oriundas da automação do processo, com o objetivo de atingir melhores resultados. Pode-se destacar o cadastro de equipamentos e peças de reposição, com o objetivo de analisar os mais críticos, assim como treinamentos para a padronização das atividades de Manutenção.

A comparação realizada entre a fundamentação teórica e a situação atual da estratégia de Manutenção da empresa, auxiliou no entendimento da Gestão da Manutenção como um todo. Com isso observou-se que apesar da existência de pontos positivos, era necessário que a Gestão se movimentasse para adequar-se aos impactos causados pela automação do processo produtivo.

Ciente disso, a Gestão da Manutenção da empresa iniciou movimentos de implementação de melhorias na busca de melhorar o resultado do processo de Manutenção. Na sequência deste trabalho serão apresentadas como e quais melhorias foram implementadas.

5.4 IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

Após realizar-se a análise da estratégia da Manutenção utilizada, notou-se que os impactos causados pela automação do processo produtivo, potencializaram a necessidade de implementação de algumas melhorias no processo de Manutenção. Observou-se que estas oportunidades de melhorias eram tanto no âmbito técnico quanto no âmbito de Gestão da Manutenção.

Visto este cenário, o capítulo irá apresentar algumas das melhorias aplicadas pela na Gestão da Manutenção, visando aproveitar as oportunidades apresentadas e obter melhores resultados.

5.4.1 Classificação dos Equipamentos

Após análise das oportunidades constatou-se que uma das primeiras melhorias que deveriam ser aplicadas estava relacionada com o cadastro de equipamentos. Para Branco Filho (2008), o cadastro de equipamentos na Manutenção consiste em um banco de dados que contenha a maior quantidade de informações sobre o equipamento, que seja arquivado de forma padronizada, possibilitando o acesso rápido as informações.

O *software* de supervisão da Produção, já possuía alguns cadastros utilizados para controle de Manutenções Preventivas, porém este cadastro apresentava limitações como o fato de não possibilitar vincular manuais, listar peças de reposição e classificar o equipamento.

Baseado nesta necessidade envolveu-se a equipe técnica em informática da empresa e criou-se um fluxo no sistema de Gestão da empresa, que contemplasse todos os dados pertinentes em um cadastro único de máquinas. Este fluxo contempla equipamentos novos de forma automática, a partir do lançamento de uma nota fiscal no grupo imobilizado. A Figura 33 ilustra os passos para a realização do cadastro.

Figura 33 – Fluxo de cadastro de Equipamentos

Cadastro de equipamentos			
Registro Fiscal			
Tipo:	Adquirida de terceiros		
Nota	111111	Patrimônio	9999
Responsável	Técnico fiscal		
Registro Compra			
OC	9999		
Nome	Robô S5		
Responsável	Comprador		
Cadastro sistema			
Nome no sistema	RB09		
Cadastrar no sistema de supervisão da produção			
Cadastrar no sistema de gestão da empresa.			
Responsável	Técnico informática		
Avaliação de Manutenção e cadastro de manuais			
Cadastrar periodicidade de preventivas			
Cadastrar itens inspecionados no RQ022.			
Cadastrar grupo de máquinas no RQ021.			
Nome no sistema	RB09		
Grupo de máquinas	Robô		
Classificação	Equipamento chave		
Manual elétrico	Cadastrado		
Manual mecânico	Cadastrado		
Manual instalação	Cadastrado		
Peças de reposição	Cadastrado		
Responsável	Técnico de Manutenção		
Cadastro segurança no trabalho			
Análise de segurança do equipamento			
Liberação para uso do equipamento.			
Responsável	Técnico de Segurança		

Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

O fluxo de cadastro ilustrado na Figura 33, é preenchido por pessoas de diferentes setores da empresa, como por exemplo: fiscal, compras, Manutenção, técnica e Segurança. Cada um é responsável pelo preenchimento de passos sob sua responsabilidade. Esta análise por mais de um setor torna o cadastro bem amplo e completo.

Este fluxo contempla o cadastramento do equipamento em todos os documentos do sistema de gestão da qualidade. Além disso após sua conclusão os

dados cadastrados são enviados para uma central de máquinas no mesmo sistema de gestão, onde é possível acessar qualquer o tipo de informação do equipamento.

Este fluxo foi elaborado para a chegada de novos equipamentos, porém como a empresa já possuía diversos equipamentos em sua linha de produção, foi realizada uma inclusão manual de todos os equipamentos existentes. Esta inclusão manual permitiu que fossem revisados os equipamentos existentes, e possibilitou a centralização dos dados de todos os equipamentos.

Um dos pontos importantes dessa revisão foi a classificação dos equipamentos. Para definição da classificação dos equipamentos, utilizou-se o conhecimento prático da equipe de Manutenção, produção e PCP. Definiu-se que seria utilizado o conceito de equipamento chave, para equipamentos que fossem vitais ao processo produtivo. E o conceito de equipamento comum para os equipamentos que não são vitais ao processo produtivo.

Esta divisão entre equipamentos chave e equipamentos comuns auxiliou a equipe de Manutenção na execução de outras melhorias. Pode-se citar de exemplo a revisão do programa de Manutenções Preventivas, assim como a priorização da fila de solicitações de Manutenção, que serão apresentadas na sequência deste trabalho.

5.4.2 Revisão do Cadastro de Peças de Reposição

Além do processo de cadastro dos equipamentos no sistema, realizou-se uma organização nos cadastros das peças de reposição de cada equipamento. As principais peças de reposição já haviam sido cadastradas, quando houve a migração do estoque da Manutenção para o almoxarifado.

Porém após este trabalho constatou-se que existiam peças que poderiam ser utilizadas em mais de um equipamento, assim como peças com consumos maiores que outras. Baseado nisso foi iniciada a organização do cadastro de peças de reposição no ERP da empresa. Uma das soluções foi a criação de uma formulação para cada equipamento, conforme apresentado na Figura 34.

Figura 34 – Formulação do equipamento

Formulação do Equipamento					
Código	21097	Referência	Injetora 5	Revisão	01 Abril/2019
Código	Referência	Descrição do Item	Origem	Quantidade utilizada	Estoque Mínimo
26177	ANEL BIPARTIDO 1	ANEL BIPARTIDO R79332	3 PRODUZIDO	1	1
21765	ANEL BLOQ Ø56X17	ANEL DE BLOQUEIO Ø 56	3 PRODUZIDO	1	1
26179	BATERIA 12	BATERIA PARA CPU	2 COMPRADO	1	1
21788	BUCHA Ø65,3X67,2	BUCHA Ø65,3	3 PRODUZIDO	1	1
25827	ELEMENTO 13	ELEMENTO FILTRANTE 1005	2 COMPRADO	1	1
26178	FILTRO 37	FILTRO HIDRAULICO PSH	2 COMPRADO	1	1
26023	FUSIVEL 2	FUSÍVEL Ø 10 16A	2 COMPRADO	1	1
26044	PORTA FUSIVEL	PORTA FUSIVEL 10X38mm	2 COMPRADO	9	2
25410	POTENCIOMETRO 1	POTENCIOMETRO 600 mm	2 COMPRADO	1	1
26175	RELE 6	RELE ESTADO SOLIDO 24V	2 COMPRADO	8	2
25447	RESISTENCIA 58	RESISTENCIA 170 X 145 MM	2 COMPRADO	7	2

Fonte: Adaptado de Rech Informática (2018).

A Figura 34 ilustra o exemplo de uma formulação de uma injetora. Neste trabalho de revisão de cadastro, vinculou-se todas as peças de reposição a cada equipamento. Além disso, foram cadastrados o número de peças utilizadas por equipamento, assim como origem da peça sendo ela comprada ou produzida internamente e por fim foi definido o estoque mínimo de peças a ser mantido no almoxarifado.

O passo relacionado a cadastramento de formulação do equipamento, foi incluso no fluxo de cadastro de máquina da empresa. Assim em caso de compra de um novo equipamento, o cadastro da máquina irá prever a análise sobre peças de reposição. Outra vantagem de manter o cadastro organizado, foi a inclusão das peças de reposição em um fluxo de inventário cíclico, buscando a melhora do nível de confiabilidade do estoque.

Com esta evolução no cadastro de peças de reposição no ERP, aliado a migração do estoque físico para o almoxarifado, tornou-se possível o controle de histórico de consumo assim como a necessidade de compras, dentro de uma planilha mestre de estoque atualizada pelo ERP. A Figura 35 ilustra um trecho deste controle.

Figura 35 – Planilha mestre de estoque

Planilha Mestre de estoque										
Código	Referência	UNI	Tempo Reposição (Dias)	fev-19	mar-19	abr-19	Qtd Física	Qtd Maxima Estoque	Qtd Minima Estoque	Est Físico - EstMínimo
26251	RELE 10	PC	2	1	0	1	2	20	5	-3
26178	FILTRO 37	UN	10	0	0	0	1	6	4	-3
25445	RESISTENCIA 17	PC	7	0	1	2	1	8	4	-3
25905	RESISTENCIA 44	PC	7	1	0	2	0	3	1	-1
26295	TERMOPAR 43	PC	10	0	0	0	0	3	1	-1
25410	POTENCIOMETRO 1	PC	15	0	0	0	1	2	1	0
26305	FUSIVEL 10	PC	2	0	0	2	16	30	15	1
25718	TERMOPAR 04	PC	10	1	0	0	3	10	2	1
21783	PONTEIRA M24X179,1	PC	2	0	0	0	2	0	1	1
21763	ANEL BLOQ Ø63,1X13,1	PC	2	0	1	0	2	0	1	1
21760	PENEIRA Ø27X76,48	PC	5	3	0	0	10	0	8	2
21777	BICO M31X85	PC	5	1	0	0	7	0	4	3
26176	RELE 7	PC	2	0	0	1	9	10	5	4

Fonte: Adaptado de Rech Informática (2018).

Os dados contidos na planilha mestre de estoque ilustrada na Figura 35, são atualizados diariamente, pois tem vínculo direto com o ERP. Ou seja, a partir do momento que a Manutenção solicita uma peça de reposição no almoxarifado, é realizado a baixa no estoque sendo considerada um consumo no respectivo mês. Além disso o ERP atualiza a quantidade física em estoque, e em caso de estar abaixo do estoque mínimo, o sistema envia um alerta ao responsável pela compra ou produção do item.

Vale ressaltar que neste primeiro momento o objetivo foi organizar o cadastro como um todo dos equipamentos e suas respectivas peças de reposição. As definições de estoques mínimos, foram realizadas baseadas no conhecimento prático da equipe de Manutenção, compras e PCP. Para isso levou-se em consideração frequência de utilização, tempo de reposição e valores aproximados das peças de reposição.

Com isso notou-se alguns benefícios para os processos envolvidos. Sendo os principais: maior agilidade do atendimento a ocorrência de falha, redução no tempo gasto na procura de peças de reposição, redução no tempo gasto em contato com fornecedores.

Por fim, a utilização deste sistema irá gerar dados para futuras análises. Pode-se citar como exemplo análises referentes a quais equipamentos mais utilizam peças de reposição tornando possível que a Gestão de Manutenção se torne mais assertiva na gestão do estoque destas peças.

5.4.3 Revisão do Programa de Manutenções Preventivas

Após a revisão dos cadastros dos equipamentos e definição da classificação dos mesmos realizou-se uma revisão com maior critério no Programa de Manutenções Preventivas da empresa. Uma das primeiras ações foi criar monitores que separassem os equipamentos chave dos equipamentos comuns, colocando em evidência os equipamentos mais críticos para o processo. A Figura 36 ilustra os monitores de controle.

Figura 36 – Monitores de controle de Manutenção Preventiva

Preventiva nos equipamentos chave (horas)							
Equipamento	Eq. Chave	Descrição	Última revisão	Vida útil horas	Qtde de horas	Dif. de horas	%
Injetora 1	Sim	Anual	02/09/2017	8760	9050	-290	103,3%
Embaladora 4	Sim	Mensal	11/09/2018	720	698	22	96,9%
Silo 2	Sim	Mensal	12/09/2018	720	680	40	94,4%
Robô 4	Sim	Bimestral	09/08/2018	1440	1393	47	96,7%
Embaladora 3	Sim	Mensal	14/09/2018	720	622	98	86,4%
Robô 1	Sim	Bimestral	16/08/2018	1440	1320	120	91,7%
Injetora 7	Sim	Semestral	02/04/2018	4320	4000	320	92,6%
Preventiva equipamentos comuns (horas)							
Equipamento	Eq. Chave	Descrição	Última revisão	Vida útil horas	Qtde de horas	Dif. de horas	%
Moinho 5	Não	Mensal	05/09/2018	720	800	-80	111,1%
Seladora 4	Não	Bimestral	06/08/2018	1440	1510	-70	104,9%
Moinho 3	Não	Mensal	10/09/2018	720	735	-15	102,1%
Empilhadeira 1	Não	Bimestral	13/08/2018	1440	1393	47	96,7%
Moinho 6	Não	Mensal	16/09/2018	720	622	98	86,4%
Seladora 2	Não	Bimestral	15/08/2018	1440	1200	240	83,3%
Chiller	Não	Semestral	05/08/2018	4320	3566	754	82,5%
Plataforma	Não	Anual	02/02/2018	8760	4200	4560	47,9%

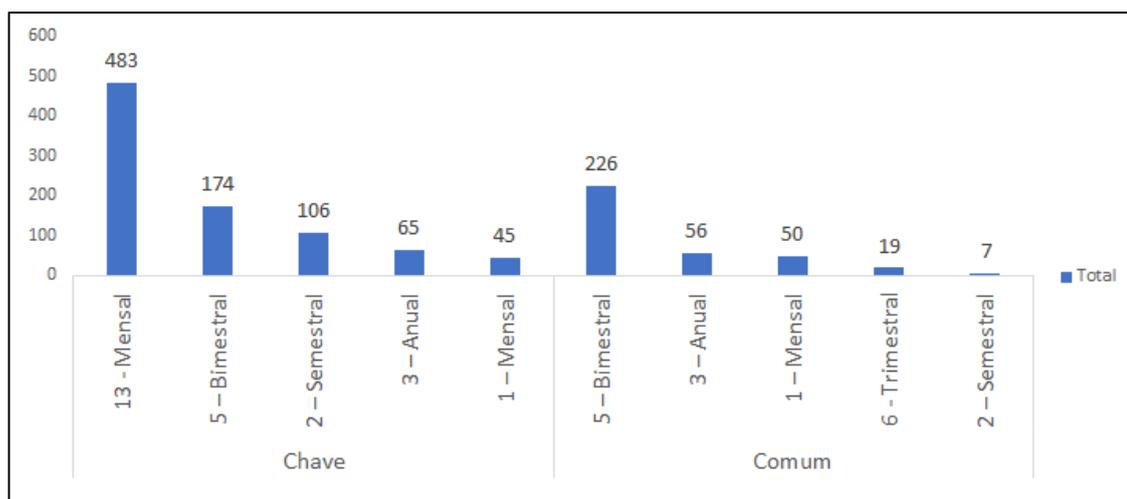
Fonte: Adaptado de SKA (2017).

A Manutenção tem acesso *online* aos monitores ilustrados na Figura 36. Com isso possibilita-se a visualização de Manutenções Preventivas atrasadas, e facilita o sequenciamento de execução das atividades. Para melhorar o aspecto visual criou-se uma escala de cor, onde vermelha indica atrasada, amarela indica que irá vencer nos próximos 10 dias, e verde que irá vencer daqui a mais de 10 dias.

A divisão destes monitores facilitou a divulgação dos equipamentos a serem priorizados, pois a equipe de Manutenção deve priorizar os equipamentos chave. Porém mesmo com a divisão o processo de Manutenção Preventiva ainda se apresentava robusto e oneroso.

Baseado nisso, realizou-se um levantamento com o tempo médio em horas de cada intervenção de Manutenção Preventiva. Este tempo foi multiplicado pela frequência de execução. O Gráfico 20 ilustra de forma separada o tempo gasto para equipamentos chave e equipamentos comuns, no horizonte de um ano.

Gráfico 20 – Horas utilizadas para realização de Manutenção Preventiva



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após esta análise apresentada no Gráfico 20 constatou-se que ao longo de um ano os itens que mais utilizam o tempo da equipe de Manutenção são as mensais dos equipamentos chave e as bimestrais nos equipamentos comuns.

Uma das causas do maior tempo de ocupação das Manutenções Preventivas mensais nos equipamentos chave, era a frequência de execução realizada. Para reduzir este efeito foi proposto que a Manutenção Preventiva das injetoras fosse realizada baseado nos ciclos produtivos e não mais por controle de tempo. A Figura 37 ilustra o monitor para controle das preventivas por ciclo.

Figura 37 – Monitor de controle de Manutenções Preventivas por ciclo

Preventiva equipamentos chave (ciclos)									
Equipamento	Eq. Chave	Descrição	Última revisão	Vida útil ciclos	Qtde ciclos	Diferença de ciclos	Vida útil horas	Qtde de horas	Dif. de horas
Injetora 1	Sim	Ciclica	01/09/2018	300000	307520	-7520	2160	1077	7520
Injetora 7	Sim	Ciclica	15/09/2018	200000	198200	1800	2160	1347	-1800
Injetora 4	Sim	Ciclica	14/09/2018	150000	147500	2500	2160	1320	-2500
Injetora 3	Sim	Ciclica	05/10/2018	300000	293500	6500	2160	1920	-6500
Injetora 5	Sim	Ciclica	06/10/2018	250000	222356	27644	2160	1956	-27644
Injetora 2	Sim	Ciclica	30/09/2018	200000	105492	94508	2160	1632	-94508
Injetora 6	Sim	Ciclica	02/10/2018	300000	195493	104507	2160	1818	-104507

Fonte: Adaptado de SKA (2017).

A mudança no controle da execução de Manutenção Preventiva apresentada na Figura 37, possibilitou que as Intervenções fossem realizadas nas máquinas que de fato trabalharam ao longo do mês. Como a empresa possui relativa ociosidade, esta mudança ajudou a reduzir intervenções em excesso, em equipamentos com menor demanda de produção.

Realizou-se esta mudança nas injetoras, pois somente elas possuem contagem de ciclos integrada ao sistema de supervisão da produção. Para os outros equipamentos manteu-se o controle por horas conforme especificação do fabricante.

Além disso realizou-se outras melhorias na estratégia de Manutenção Preventiva, pode-se citar o exemplo da redução na frequência de intervenção de alguns equipamentos comuns, e a migração de algumas tarefas para o processo de Manutenção Autônoma a qual será abordada na sequência deste trabalho.

Estas mudanças tornaram a estratégia de Manutenção Preventiva menos onerosa. Com isso observou-se a redução dos atrasos de Manutenção Preventiva. Apesar de recente o Gráfico 21 ilustra a redução nos atrasos de Manutenções Preventivas oriunda das melhorias aplicadas.

Gráfico 21 – Atrasos de Manutenção Preventiva



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 21 apresenta uma projeção de redução nos atrasos de Manutenção Preventiva no ano de 2019. Este fato reflete que as ações realizadas para organização do programa de Manutenção Preventiva surtiram efeito. Além de reduzir atrasos estas melhorias auxiliaram no aumento de disponibilidade da equipe de Manutenção, pois agora são executadas um número menor de intervenções.

5.4.4 Programa de Manutenções Preditivas

Após a revisão no fluxo de Manutenções Preventivas, notou-se a necessidade de realizar técnicas de Manutenções Preditivas, em alguns dos equipamentos chave. Conforme Branco Filho, (2008), a Manutenção Preditiva é todo o trabalho que envolva monitoramento das condições de uso, parâmetros operacionais e eventuais degradações dos equipamentos.

A Gestão da Manutenção ciente da necessidade de técnicas de Manutenção Preditiva já realizava algumas tarefas principalmente nas injetoras. Pode-se citar análise do óleo e algumas inspeções termográficas quando necessário. Porém estas tarefas não eram sistematizadas no sistema de gestão da empresa, e acabavam sendo realizadas sem uma periodicidade claramente definida.

Visto este contexto a empresa optou por utilizar a mesma forma de cadastro das Manutenções Preventivas, tornando possível controlar a periodicidade de execução. No primeiro momento foram cadastrados a análise do óleo e as inspeções termográficas, com a periodicidade semestral.

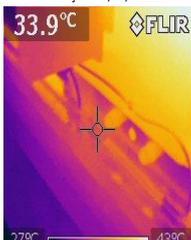
Conforme Pereira (2011), a Manutenção Preditiva utiliza técnicas de análise sistemáticas para reduzir ao mínimo o número de Manutenções Corretivas e Preventivas nos equipamentos. Já para Branco Filho, (2008), podem ser tomadas três tipos de decisões diferentes na utilização desta técnica. A primeira indica que nenhuma atividade de Manutenção deve ser realizada, pois o equipamento está em bom estado, a segunda é um agendamento de Manutenção Preventiva antes de uma falha, e a terceira é a execução de Manutenção Corretiva caso o equipamento apresente falha.

A técnica de termografia utilizada pela empresa representa esta afirmação, pois muitas vezes as medições realizadas, não apresentam anomalias, porém devem ser realizadas para manter o acompanhamento.

Conforme Pereira (2011), a Termografia consiste na medição da temperatura do objeto ensaiado, quando este está sujeito a tensões térmicas. Esta técnica é realizada a partir da detecção de radiação térmica ou infravermelha normalmente captada por câmeras termográficas específicas.

A Gestão da Manutenção da empresa, possui uma câmera termográfica que está devidamente calibrada conforme os órgãos certificadores. Porém conforme citado anteriormente este trabalho era realizado em situações específicas, onde não mantinha-se histórico. Baseado nisso realizou-se um procedimento para a execução das inspeções termográficas conforme apresentado na Figura 38.

Figura 38 – Procedimento de inspeções térmicas

Medições térmicas						
Item	Foto padrão	Tolerância	Data	Análise	Data	Análise
Motor Fechamento Injetora 1		Em funcionamento deve estar entre 30° a 55°	Realização: 20/11/2018 	Valores estão dentro da tolerância. Não necessário ação específica.	Realização: 20/04/2019 	Valores estão dentro da tolerância. Nota-se aumento em relação a última medição, porém permanece sem a necessidade de ação específica.
Acoplamento Motor bomba Injetora 2		Em funcionamento deve estar entre 30° a 45°	Realização: 10/12/2018 	Valores estão dentro da tolerância. Não necessário ação específica.	Programada: 10/06/2019	

Fonte: Frontec (2019b).

O procedimento ilustrado na Figura 38, informa a lista de componentes de cada equipamento, onde realiza-se as medições térmicas. Além disso informa os padrões de temperatura para cada componente, e o que foi analisado pelo técnico de Manutenção. Em caso de necessidade de intervenção, ela deverá ser programada e registrada neste procedimento, com o objetivo de manter o histórico.

Com sistematização deste procedimento, notou-se uma vantagem na análise para tomada de ação. Pois o procedimento contempla um histórico organizado da evolução das temperaturas de cada equipamento ao longo de um período mais longo. Com isso, torna-se possível que o processo de Manutenção seja mais assertivo na análise da necessidade de uma intervenção.

Como este procedimento foi aplicado a pouco tempo na empresa, não se tem a mensuração do real ganho. Porém acredita-se que mantê-lo mais organizado e sistematizado poderá a longo prazo reduzir Manutenções Corretivas de emergência além de possibilitar a programação de Manutenções Preventivas específicas com maior antecedência.

5.4.5 Sequenciamento da Manutenção

Outra oportunidade constatada na Gestão da Manutenção da empresa foi a ausência de um sequenciamento das atividades de Manutenção. Sabe-se que falhas

imprevistas podem acontecer no setor de Manutenção, e se ocorrerem em equipamentos chaves elas devem ser priorizadas. Porém, com a aproximação da Manutenção ao setor produtivo, notou-se que os técnicos de Manutenção em algumas vezes acabavam priorizando Manutenções de quem solicitava primeiro, e não baseado no que era prioritário.

Além deste fato, as solicitações de Manutenções possuíam origens diferentes. As Manutenções Corretivas, constavam na fila de solicitações de Manutenção, as Manutenções Preventivas constavam no monitor do sistema de supervisão da Produção, e as Manutenções de melhorias eram originadas, através de ações nos planos de melhorias contidos no sistema de gestão da empresa.

Visto este contexto observou-se que melhorando este sequenciamento, seria possível melhores resultados para o processo produtivo. Buscando facilitar a priorização e centralizar as atividades que o processo de Manutenção deveria executar, criou-se a programação da Manutenção conforme ilustrada na Figura 39.

Figura 39 – Programação da Manutenção

Programação da Manutenção									
Data	Equipamento	Classificação	Descrição	Executor	OM / Ação / Programada	Código	T. Previsto (h)	T. Realizado (h)	Tipo
01/04/2019	Injetora 6	Chave	Preventiva cíclica na injetora 06	Técnico de Manutenção I	Programada	Preventiva	5	5,0	Preventiva
01/04/2019	Robô 7	Chave	Fixar chave geral robô 7	Assistente de Manutenção	Om	3113	1	1	Corretiva
01/04/2019	Embaladora 5	Chave	Vazamento na Embaladora 5	Marcelo Ivo	Om	3166	2	2	Corretiva
02/04/2019	Injetora 5	Chave	Padronização dos fusíveis na Injetora 5.	Técnico de Manutenção II	Ação	4223	0,5		Melhoria
02/04/2019	Embaladora 3	Chave	Preventiva mensal na Embaladora 3	Assistente de Manutenção	Programada	Preventiva	0,5		Preventiva
02/04/2019	Silo	Chave	Instalar um alarme sonoro no setor de alimentação.	Técnico de Manutenção II	Om	3025	1		Melhoria
02/04/2019	Embaladora	Chave	Colocar eurolock móvel nas embaladoras.	Samuel	Ação	3577	1,5		Melhoria
02/04/2019	Dosador	Comum	Alarme com defeito no dosador.	Assistente de Manutenção	Om	3159	0,5		Corretiva
02/04/2019	Seladora	Comum	Vazamento de água seladora 10.	Técnico de Manutenção I	Om	3157	1,5		Corretiva
03/04/2019	Desumidificador	Comum	Preventiva Mensal do desumidificador.	Assistente de Manutenção	Programada	Preventiva	1		Preventiva

Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

No primeiro momento a centralização das atividades na Programação da Manutenção foi realizada manualmente em uma planilha conforme apresentada na Figura 39. As solicitações que estão na cor cinza indicam que já foram concluídas, as que estão sem cor são as programadas. Cada linha da planilha informa a data programada para realização da Manutenção, o equipamento, a descrição do problema e o técnico responsável pela execução.

A responsabilidade pela alimentação desta planilha foi transferida para o setor de PCP da empresa, com o objetivo de programar paradas nos equipamentos. Com isso possibilitou-se que as paradas fossem melhor aproveitadas, pois eram realizadas um conjunto de solicitações de Manutenção.

Outro fator que dificulta o o monitoramento da execução das atividades de Manutenção é o fato do sistema de supervisão da Produção, só permitir apontamentos de parada no conjunto injetora, robô e embaladora. Esta limitação dificulta a medição do tempo de execução das atividades de Manutenção de uma forma geral. Baseado nisso criou-se na planilha de programação os campos tempos previstos e realizados. O objetivo será gerar dados para que mensalmente sejam analisados os equipamentos que mais ocuparam a equipe de Manutenção.

De forma geral, observou-se que a programação centralizada facilitou a roterização das atividades, priorizando o que é mais necessário para atingir o resultado global da empresa. Porém, como a maioria das tarefas estão dentro do sistema de gestão da empresa, será analisada no futuro para realizar esta tarefa de maneira mais automatizada.

5.4.6 Educação e Treinamento

As mudanças oriundas do processo produtivo automatizado, reforçaram a necessidade de melhorias no processo produtivo de treinamento do setor de produção. Com isso, criou-se novos cargos e novas responsabilidades no processo de produção. Porém como o setor de Manutenção constiu-se de uma equipe menor, onde os colaboradores atualmente possuem mais de 5 anos de empresa, a Gestão da Manutenção neste primeiro momento não passou por esta revisão dos recursos humanos.

Apesar deste fato, a equipe de Manutenção se desenvolveu tecnicamente, principalmente pelo fato de participar diretamente do período de transição do processo produtivo automatizado para o manual. Após passado o período de transição constatou-se a necessidade de oficializar treinamentos nas tarefas primordiais da Manutenção.

Para isso utilizou-se o mesmo método que a Produção está inserida. Este método de treinamento consiste na realização de um treinamento *on the job* interno, onde o responsável por determinada atividade, executa o treinamento com outro

colaborador. Este método é utilizado pois entende-se que o processo produtivo de uma forma geral possui peculiaridades específicas da empresa, tornando um treinamento interno mais eficaz.

Com isso, criou-se 6 treinamentos *on the job* baseado nas atividades já realizadas pela Manutenção. O treinamento consiste na transimissão do conhecimento das peculiaridades dos equipamentos, através de um listagem de tarefas. Este treinamento é um documento no sistema de gestão chamado de RQ029 – Treinamento *On The Job*, a Figura 40 ilustra o modelo de relatório utilizado pela empresa.

Figura 40 – Modelo de RQ029 - Treinamento *On the Job*

FRONTEC		RQ029 - TREINAMENTO ON THE JOB				
Processo	Manutenção Corretiva/Preventiva elétrica de equipamentos chave					
Instrutor	Técnico de Manutenção II	Funcionário				
Objetivo do Treinamento	Tornar o colaborador apto a executar as principais atividades de Manutenção relacionadas a corretivas e preventivas elétricas do equipamento.					
Item	O que Treinar	Como Treinar	Data do Treinamento	Instrutor	OK	Observações
Preventiva no robô	Verificação de itens conforme descrito no RQ022.	Mostrando fisicamente os itens do RQ022. (obs: necessário aptidão em plataforma).				
Substituição de resistência	Verificação de itens conforme descrito no RQ022.	Mostrando fisicamente os itens do RQ022. (obs: necessário aptidão em plataforma).				
Troca de fusível	Prática de troca de fusíveis.	Mostrar os cuidados na troca de fusível, mostrar esquemas elétricos dos equipamentos.				
Verificação de aquecimento de conexões elétricas	Anomalias térmicas dos equipamentos.	Mostrar Instrução de trabalho sobre Preditiva, utilização da câmera termográfica, e principais anomalias encontradas.				
Troca de contatora	Prática de troca de contadoras	Mostrar os cuidados na troca de contadora mostrar esquemas elétricos dos equipamentos.				

Fonte: Frontec (2019d).

O treinamento *On the Job* conforme ilustrado na Figura 40, é composto por itens que informam o que treinar e como treinar. A duração deste treinamento é variável conforme cada tarefa e conforme o conhecimento de cada colaborador. Após a conclusão o responsável deve realizar uma avaliação e informar se o colaborador foi aprovado ou reprovado para execução das respectivas tarefas.

Com a execução dos treinamentos no setor de Manutenção notou-se outra oportunidade para a Gestão da Manutenção. Para a criação dos treinamentos observou-se que não existia padronização de tarefas. Visando aproveitar esta oportunidade a empresa optou por criar instruções de trabalho para algumas tarefas específicas, com o objetivo que todos os técnicos executassem a tarefa de mesma forma. As intruções também são documentos do sistema de gestão da empresa, a Figura 41 ilustra um modelo de instrução utilizada.

Figura 41 – Modelo de Instrução de trabalho

 FRONTEC FEITO BOMBA FAZER BEM FEITO	PROCEDIMENTO PARA LIMPEZA DA ROSCA DA UNIDADE DE INJEÇÃO
5 – Após desmontar a rosca, deve-se fixar ela para fazer a limpeza.	
	
6 – Com a rosca da injetora fixa, deve-se fazer a limpeza de todo o comprimento.	
	

Fonte: Frontec (2019c).

Conforme ilustrado na Figura 41 a instrução de trabalho tem o objetivo de ilustrar com imagens o passo a passo de determinada tarefa. Este modelo permite que todos os colaboradores executem a atividade de forma padronizada.

Tanto o processo de criação de instrução de trabalho, quanto o de treinamento *on the job*, são realizados de forma contínua na empresa. Ou seja, em caso de modificações ou atualizações, os respectivos documentos devem ser revisados e realizado uma reciclagem com os colaboradores aptos.

Outro ponto positivo de inserir a Manutenção nesta metodologia é que após a conclusão dos treinamentos *on the job*, o parecer do avaliador é enviado de forma automática para o processo de recursos humanos. Este processo é responsável por alimentar a Matriz de habilidades conforme ilustrado na Figura 42.

Figura 42 – Matriz de habilidades da Manutenção

MATRIZ DE HABILIDADES - MANUTENÇÃO							
Colaborador	Programação de OM's	Manutenção Elétrica Eq. Chave	Manutenção Mecânica Eq. Chave	Manutenção Elétrica Eq. Comum	Manutenção Mecânica Eq. Comum	Manutenção Autônoma C.J. Injetoras	Manutenção Autônoma abastecimento
Documento	POP	<i>On the job</i>	<i>On the job</i>				
Assistente Manutenção				Apto	Apto		Instrutor
Técnico de Manutenção II	Apto	Instrutor	Apto	Instrutor	Apto	Apto	Apto
Técnico de Manutenção I			Instrutor	Apto	Instrutor	Instrutor	Em treinamento
Programador Produção	Instrutor						
Líder de produção I						Apto	Apto
Líder de produção II						Apto	Apto
Operador de Produção I						Em treinamento	Apto
Operador de Produção II						Apto	Apto

Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

Antes deste estudo a empresa não possuía uma Matriz de habilidades para o setor de Manutenção, o que acabava dificultando a programação de tarefas. Após a revisão dos treinamentos, tornou-se possível a criação da matriz conforme apresentada na Figura 42.

Os dados contidos na matriz, auxiliam o Gestor responsável pela Manutenção na organização da fila de prioridades, além de tornar mais claro quais as atividades principais, e quais os colaboradores são responsáveis por instruir e realizar estas atividades.

5.4.7 Manutenção Autônoma

Conforme apresentado em tópicos anteriores, a automação do processo produtivo, gerou diversos impactos na Gestão da Manutenção da empresa. O mais significativo foi o aumento no número de equipamentos novos, que por consequência geraram um aumento no número de solicitações de Manutenção.

Analisando de uma forma geral este aumento nas solicitações, observou-se que boa parte estavam relacionados a atividades simples onde o próprio processo

de produção poderia resolver, porém por insegurança na execução acabava solicitando que a Manutenção intervisse.

Uma das oportunidades constatadas para reduzir este impacto está relacionada com a implementação da Manutenção Autônoma no processo produtivo. Conforme Xenos (2004), a Manutenção Autônoma consiste na capacitação dos operadores de produção, para executarem tarefas de Manutenção em primeiro nível tais como inspeção, limpeza e lubrificação.

Visto este contexto de mudança do processo produtivo manual para o automatizado, o papel dos líderes e operadores de produção tornou-se mais vital para a redução de falhas do processo produtivo. Pereira, (2011), reforça o conceito de que um equipamento operado por um colaborador treinado e qualificado a detectar e executar Manutenções terá uma produtividade maior no longo prazo, pois serão constatadas anomalias logo em seu início.

Ciente disso e com o objetivo de reduzir o número de solicitações de Manutenção, optou-se por acrescentar a Manutenção Autônoma na metodologia de treinamentos da empresa. Para isso criou-se treinamentos *on the job*, e instruções de trabalho para os equipamentos. A Figura 43 ilustra a instrução de trabalho criada referente ao processo de Manutenção Autônoma.

Figura 43 – Instrução de Trabalho Manutenção Autônoma



Fonte: Frontec (2019a).

A instrução apresentada na Figura 43, apresenta um passo a passo das principais atividades de Manutenção Autônoma que devem ser realizadas pelos operadores habilitados. A Manutenção Autônoma foi aplicada nos equipamentos chave como injetoras, robôs, embaladoras e sistema de mistura.

Para a realização da listagem das atividades contempladas na Manutenção autônoma, realizou-se uma ação conjunta entre a equipe de Manutenção e os líderes de produção, com o objetivo de tratar as maiores ocorrências e por consequência reduzir tempo de paradas por Manutenção.

Após a definição os colaboradores foram habilitados nas rotinas de Manutenção Autônoma. Algumas atividades são realizadas diariamente, porém visando sistematizar este processo definiu-se que a cada semana um turno é

responsável por realizar uma passagem completa em todos os itens contemplados na instrução de trabalho e após conclusão deve-se fazer o registro no sistema.

Além da instrução de trabalho criou-se uma sistemática de cartões para identificação de anomalias. Os cartões tem o objetivo de melhorar a comunicação entre produção e Manutenção, além de ilustrarem fisicamente quais equipamentos apresentam mais anomalias. A Figura 44 ilustra o funcionamento dos cartões.

Figura 44 – Cartões de Manutenção Autônoma



Fonte: Frontec (2019a).

Para o funcionamento do método ilustrado na Figura 44, deve-se colar um trecho do cartão em um caderno e outro colocar em um envelope no equipamento. Com isso torna-se possível saber quais as Manutenções foram concluídas e quais estão em aberto de cada equipamento. Criou-se cartões de cores diferentes com o objetivo de informar os responsáveis pela execução, sendo os cartões vermelhos, de responsabilidade da Manutenção, os azuis de responsabilidade da produção.

Após seis meses de implementação desta metodologia observou-se que o método apresentou resultados positivos. Neste período, foram criados 129 cartões, sendo 96 vermelhos e 33 azuis, onde 82,2% dos cartões já foram concluídos. Além disso observou-se que a utilização desta técnica refletiu em significativa melhora na comunicação entre os processos de produção e Manutenção.

Por ser uma técnica aplicada recentemente, não é possível afirmar com dados a sua real eficácia. Porém com as constatações observadas nas atividades, acredita-se que a utilização da técnica foi positiva, e reduziu alguns efeitos oriundos da automação do processo.

5.4.8 Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva Total ou conhecida como TPM, é uma filosofia japonesa de Manutenção que consiste no envolvimento de todos os funcionários da empresa nas atividades de Manutenção com o objetivo de aumentar a disponibilidade do equipamento. (TAKAHASHI; OSADA, 1993).

Esta metodologia baseia-se em muito treinamento e disciplina para se obter envolvimento de todos nas atividades de Manutenção. Um dos principais fatores é que o operador passa a ser um operador-manutentor, visto o contato diário mantido com o equipamento.

A Manutenção Autônoma implementada na empresa conforme descrita no tópico anterior, é um dos oito pilares da Manutenção Produtiva Total. Vale destacar que inicialmente não é objetivo a aplicação da TPM por completo. Porém, a comparação entre a estratégia atual e os pilares, pode levantar oportunidades para serem aplicadas no futuro. O Quadro 15 apresenta uma síntese da estratégia de Manutenção utilizada perante aos 8 pilares da TPM.

Quadro 15 – Análise dos pilares da TPM

Pilar	Recomendações baseadas na Fundamentação teórica.	Situação	Observação da Gestão da empresa perante aos pilares
1 - Melhoria focada	Eliminação das seis grandes perdas. (MANTO, 2014).		Existem planos de melhorias e canal de comunicação entre Produção e Manutenção. Porém nota-se ausência de dados que evidenciem os resultados do que foi aplicado.
2 - Manutenção autônoma	Autogerenciamento e controle das Manutenções. (KARDEC; NASCIF, 2012).		Nota-se evolução neste pilar. A implementação dos treinamentos de Manutenção Autônoma, trouxeram benefícios como: melhoria na comunicação entre os processos e redução no número de solicitações de Manutenção.
3 - Manutenção planejada	Manter os equipamentos em condições ideais para melhorar o rendimento operacional global. (MANTO, 2014).		As melhorias implementadas na gestão auxiliaram na execução de Manutenções planejadas. Nota-se resultados positivos na execução de atividades de maneira planejada.
4 - Educação e treinamento	Ampliação da capacitação técnica da equipe de Manutenção e operação. (KARDEC; NASCIF, 2012).		O método de treinamento nas Manutenções foi reformulado recentemente tornando-o sistêmico. Este deve ser utilizado de forma disciplinada com o objetivo de ampliar as habilidades dos colaboradores.
5 - Controle inicial	Envolvimento de todas áreas para a prevenção da Manutenção. (KARDEC; NASCIF, 2012).		Nota-se oportunidade para melhoria neste pilar, pois atualmente a Manutenção é envolvida após a chegada de novos equipamentos.
6 - Manutenção da qualidade	Eliminação da deterioração dos equipamentos e obtenção de defeito zero. (MANTO, 2014).		Nota-se oportunidade a longo prazo neste pilar. A Gestão atual utiliza técnica para reduzir a deterioração dos equipamentos, porém observa-se a ausência de um programa para atingir zero defeito.
7 - TPM Ofício	Processar informações de maneira rápida com qualidade e confiabilidade para reduzir perdas administrativas. (MANTO, 2014).		Os processos administrativos realizam Manutenções menos críticas. Porém nota-se oportunidade para melhorias no processo de análise de dados, com o objetivo de reduzir perdas administrativas.
8 - Segurança saúde e meio ambiente.	Estabelecimento de um programa de Segurança saúde e meio ambiente. (KARDEC; NASCIF, 2012).		Nota-se envolvimento satisfatório da segurança do trabalho. A reformulação do cadastro de equipamento prevê análises de condições de segurança da operação do equipamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme análise apresentada no Quadro 15 observa-se que algumas das melhorias aplicadas ao longo deste estudo, refletem de forma indireta nos pilares da

TPM. Pode-se citar como exemplo os treinamentos na Manutenção autônoma, e as organizações realizadas no sequenciamento da Manutenção, que auxiliaram a redução de solicitações e execuções melhores planejadas.

No entanto, entende-se que o conceito de Manutenção Produtiva Total está em um nível mais elevado do que a empresa se encontra. Para que isso ocorra devem ser aplicadas melhorias futuras.

Vale ressaltar que o objetivo deste trabalho não é a aplicação da Manutenção Produtiva Total, porém a reflexão apresentada no Quadro 15, auxilia na análise sobre a relação das melhorias aplicadas com esta metodologia, além de apresentar outras oportunidades de melhoria que poderão ser exploradas no futuro pela Gestão da Manutenção.

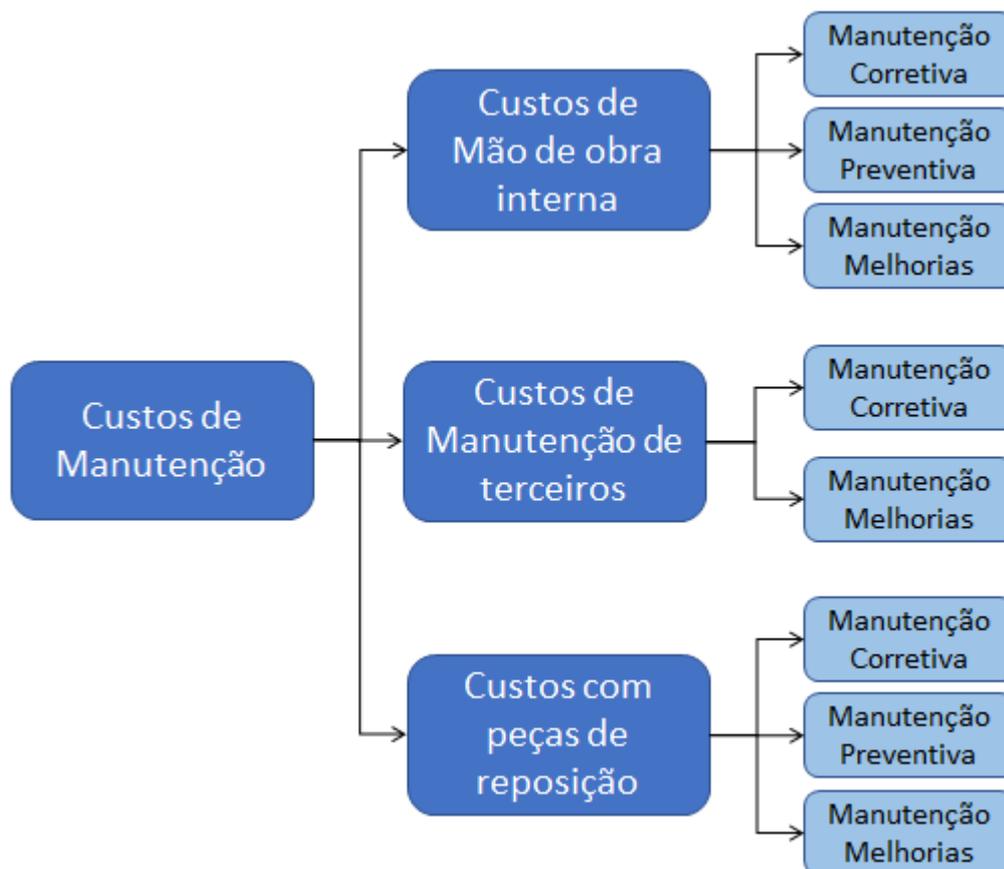
5.4.9 Medição de Custos de Manutenção

Baseado nas recentes mudanças do processo produtivo em decorrência da automação industrial, constatou-se diversos impactos na Gestão da Manutenção conforme citados ao longo do trabalho. A maioria deles está relacionada ao aumento do número de equipamentos, e por consequência aumento no número de intervenções de Manutenção de uma forma geral.

Teoricamente, o aumento no número de equipamentos, reflete-se diretamente no aumento de custos de Manutenção para a empresa. Neste ponto surge outra oportunidade de melhoria para a atual Gestão da Manutenção que refere-se a ausência de controles de custos de Manutenção.

Após a detecção desta oportunidade, a Gestão da Manutenção iniciou um controle de custos no início de 2019. No primeiro momento foram analisados os custos de mão de obra, custos com terceiros, e custos de peças de reposição. A Figura 45 apresenta como foram classificados pela empresa os custos de Manutenção.

Figura 45 – Fluxo de divisão de custos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ciente da divisão de custos ilustrada na Figura 45, a Gestão da Manutenção iniciou um trabalho para controlar estes custos. Para isso utilizou-se o ERP, no qual foi possível realizar a classificação das notas fiscais por centro de custo.

Para análise do custo da mão de obra interna, utilizou-se os tempos realizados, para execução de um rateio por atividade. Os valores tanto de mão de obra interna quanto de notas fiscais serão utilizados como base para a execução de um indicador que irá monitorar custos de Manutenção

Com isso será possível monitorar a eficácia da Manutenção sobre o norteador de custos, além de revisar as técnicas de Manutenção que melhorem o resultado global da empresa. O resultado deste indicador será apresentado na sequência deste trabalho.

5.4.10 Novos Indicadores

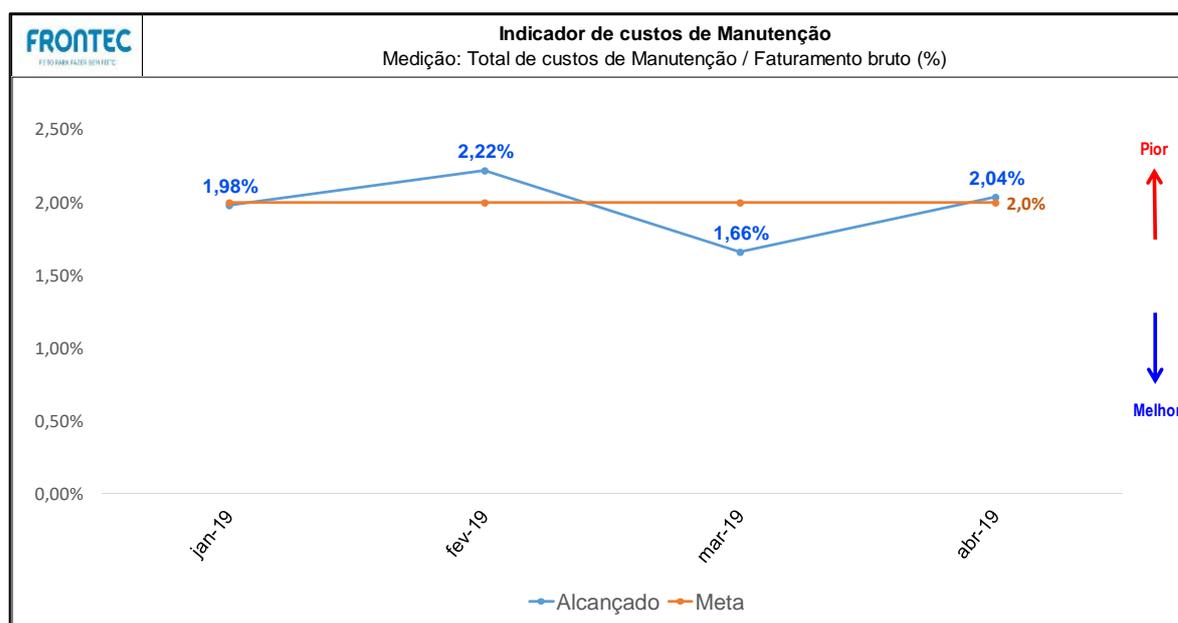
Visto este cenário de reformulação na Gestão da Manutenção da empresa, oriunda das mudanças realizadas no processo produtivo. Constatou-se a necessidade de controlar o processo através de novos indicadores, além do já existente que monitora a disponibilidade dos equipamentos.

Conforme citado na análise da estratégia utilizada, a Gestão da Manutenção possuía apenas um indicador de controle. Este indicador é o índice de Manutenção Frontec, e consiste em monitorar o percentual de horas de Manutenção sobre o total de horas disponíveis.

Com a evolução do processo produtivo manual para o automatizado, notou-se que os custos de Manutenção eram aparentemente maiores. Com isso a empresa iniciou o trabalho de levantamento de custos envolvidos com a Manutenção. Conforme Kardec & Nasfic, (2012), o indicador macro mais utilizado no Brasil para medição de custos é o percentual do custo de Manutenção em relação ao faturamento.

De posse dos dados levantados sobre custo da Manutenção desde janeiro de 2019, foi possível coletar seu faturamento bruto e com isso obter o indicador de custos de Manutenção. O Gráfico 22, ilustra o resultado encontrado nos primeiros meses do ano.

Gráfico 22 – Indicador de custos de Manutenção / faturamento bruto (%)



Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

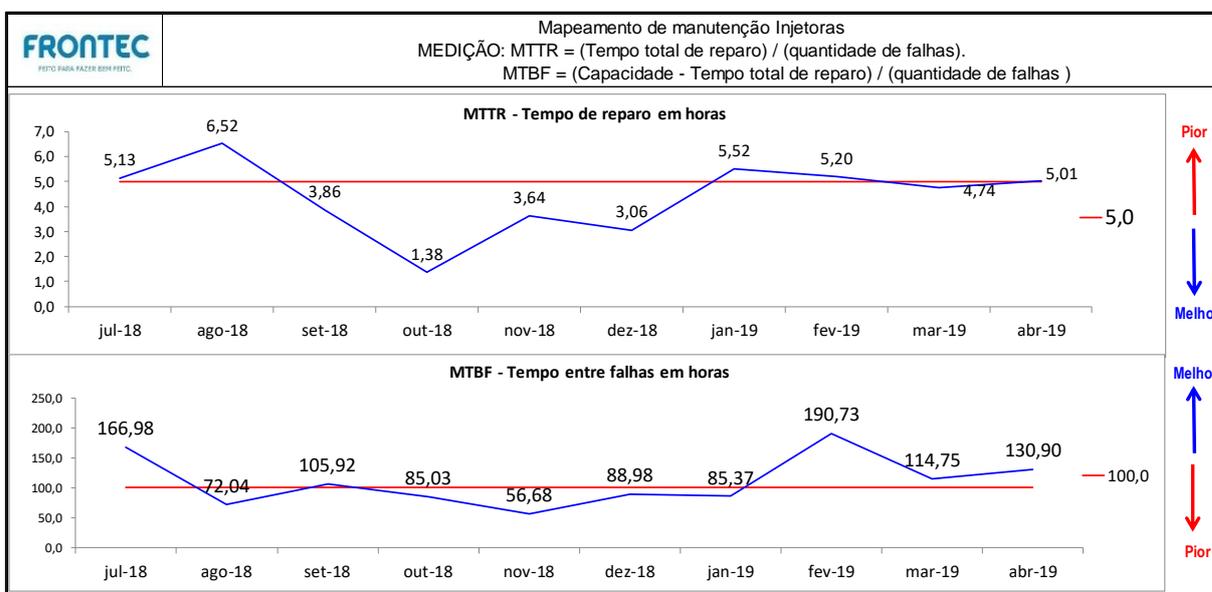
Por questão de sigilo da empresa, não será apresentado neste trabalho a íntegra dos dados que formularam o percentual ilustrado no Gráfico 22. Porém, pode-se verificar que apesar de um curto espaço de análise os custos de Manutenção se apresentam estáveis representando em média 1,97% do faturamento bruto.

Vale ressaltar que não se realiza a divisão de custos de Manutenção por centro de custos. Por isso torna-se inviável um comparativo de custos de Manutenção dos dias atuais, com o processo antes da automação.

Porém acredita-se que este indicador irá auxiliar na análise sobre o desempenho do processo de Manutenção. Além disso, irá evidenciar quais as técnicas de Manutenção mais custosas para a empresa, o que irá auxiliar as tomadas de decisões no futuro.

Além do indicador referente a custos, constatou-se a necessidade de analisar o tempo entre falhas e o tempo de reparo. Para isso, propõe-se a criação de dois indicadores que são o MTTR que consiste na medição do tempo médio total utilizado para reparar o equipamento e o MTBF que consiste em analisar o tempo médio entre falhas. O Gráfico 23 apresenta a evolução destes indicadores.

Gráfico 23 – Indicadores MTTR e MTBF



Fonte: Adaptado de Microsoft (2016).

O Gráfico 23 ilustra o resultado destes dois indicadores, pois a Gestão da Manutenção da empresa optou por tomar ações avaliando os dois resultados em

conjunto. Os indicadores de MTTR e MTBF, controlam os tempos de paradas do conjunto produtivo composto pela injetora, robô e embaladora.

Este indicador é controlado em horas baseadas nos apontamentos realizados no sistema de supervisão da produção. Com isso, tornou-se possível a realização da análise dos dados de forma retroativa. Esta análise auxiliou na definição das metas do indicador.

Nota-se que a empresa está explorando a necessidade de ter mais controle no processo de Manutenção, visando obter melhores resultados. A criação dos indicadores citados, aliada ao índice de Manutenção Frontec que já existia, auxilia a Gestão da Manutenção na tomada de decisões.

Como oportunidade de melhoria futura recomenda-se que a empresa faça uma análise sobre a viabilidade de utilização de outros dois indicadores que são o OEE e o *Backlog*, conforme apresentados na fundamentação teórica. Estes indicadores auxiliariam no entendimento do resultado da Manutenção com relação a outros processos.

Após a proposta dos novos indicadores, conclui-se o tópico referente as melhorias implementadas na Gestão da Manutenção. No próximo capítulo são apresentadas as conclusões acerca do presente estudo.

6 CONCLUSÕES

Este capítulo irá apresentar as conclusões obtidas a partir do desenvolvimento da presente pesquisa. Além disso, serão pontuadas as limitações da pesquisa, assim como as oportunidades para pesquisas futuras relacionadas aos temas principais automação e Gestão da Manutenção.

Retomando os objetivos desta pesquisa, citados na seção 1.1 o presente trabalho tem como objetivo principal apresentar os impactos da automação dos processos produtivos na Gestão da Manutenção de uma empresa de transformação termoplástica. Para o atendimento deste objetivo principal, realizou-se a divisão entre quatro objetivos específicos, conforme detalhado a seguir.

O primeiro objetivo específico baseou-se em analisar a estratégia atual utilizada na Gestão da Manutenção da empresa, visando ampliar o conhecimento sobre como a empresa atuava no gerenciamento das atividades de Manutenção. Para isso analisou-se como eram geradas as solicitações de Manutenção e quais técnicas eram utilizadas para realizar as atividades e controlar os resultados do processo.

Ao longo desta análise constatou-se que o processo de Manutenção apresentava oportunidades para melhorias em sua Gestão. Essa necessidade se potencializou devido os impactos ocasionados pela automação do processo produtivo. Para isso, realizou-se um levantamento de dados quantitativos visando evidenciar as possíveis causas para estes efeitos na Gestão da Manutenção.

Ao avaliar os impactos da automação no processo produtivo, observou-se que a Gestão da Manutenção deveria mover-se para se adequar as mudanças deste processo. Para isso, foram elencadas oportunidades de melhorias nas técnicas de Manutenção utilizadas, assim como nas atividades de Gestão do processo de Manutenção.

Entende-se que as oportunidades de melhorias observadas tendem a auxiliar na evolução do processo de Gestão da Manutenção. O objetivo para isso seria atender as demandas oriundas da mudança do processo produtivo, assim como apresentar melhores resultados no processo de Manutenção.

Após o levantamento das oportunidades pode-se analisar como a Gestão da Manutenção movimentou-se na busca das melhorias citadas. Além disso, apresentou-se como foram implementadas algumas destas melhorias no processo.

Com isso considerou-se que todos os objetivos específicos foram alcançados, o que possibilitou dizer que o objetivo geral foi atendido. Entende-se que as análises apresentadas ao longo do trabalho evidenciam a existência de impactos na Gestão da Manutenção, após um processo ser automatizado.

Sob o ponto de vista teórico, entende-se que a pesquisa apresenta contribuições referentes aos impactos da automação nas atividades de Manutenção. Assim como auxilia a evidenciar uma das possíveis desvantagens em automatizar processos citadas por Lamb (2015), que remete para a necessidade de um departamento de Manutenção preparado e qualificado para manter os sistemas automatizados em bom funcionamento auxiliando na redução de perdas totais de produção.

Além disso, a pesquisa auxilia no entendimento da importância da Gestão da Manutenção para o resultado global da empresa. E corrobora com o estudo realizado por Costa (2013), onde cita que apesar de não existir um padrão único para gerenciar a Manutenção, as empresas estão cada vez mais cientes sobre as contribuições da Gestão da Manutenção perante ao resultado global do negócio.

Sob o ponto de vista prático entende-se que por meio desta pesquisa, foi possível demonstrar aos gestores alguns efeitos em automatizar processos produtivos, além de reforçar a importância na organização das atividades da Gestão da Manutenção, com o objetivo de atingir melhores resultados, sob o âmbito de custos e disponibilidade.

6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Apesar das contribuições citadas o presente estudo apresenta limitações. No que se refere aos impactos da automação de um processo produtivo, o estudo analisa um caso único, não sendo possível realizar comparativos com outras empresas, devido à limitação na obtenção dos dados.

Além disso, pode-se considerar como limitador o fato de a empresa do presente estudo de caso, não liberar a utilização de dados referente a custos de Manutenção e resultados da empresa. Porém, entende-se que por questão de sigilo estes dados não possam ser explorados.

Por fim, o trabalho apesar de evidenciar alguns dos principais impactos de automatizar um processo produtivo, apresenta a limitação de não analisar o carácter

técnico das ocorrências de falha, não explorando as principais causas de falhas a serem analisadas.

Neste sentido, os autores Kardec e Nascif (2012), e Fogliatto (2009), recomendam estudos baseados na confiabilidade para análise das falhas. Para isso deve-se utilizar melhores práticas de Manutenção, e programas de confiabilidade com o objetivo de identificar as causas das falhas e priorizar a correção de falhas potenciais.

Apesar destas limitações entende-se que o trabalho agrega de forma geral, pois realiza uma análise pertinente sobre os impactos da automação em um processo produtivo. Sendo que pode ser utilizado como referencial para outras pesquisas que relacionem Manutenção e automação.

6.2 OPORTUNIDADES DE PESQUISAS FUTURAS

Com base no conhecimento e resultados obtidos na presente pesquisa, sugere-se a discussão de novas pesquisas referentes aos impactos da automação na Manutenção em outros processos, por entender que cada processo possui peculiaridades específicas.

Além disso, sugere-se a realização de pesquisas que explorem os impactos da automação nos custos de Manutenção, avaliando a relação custo benefício na utilização de determinadas técnicas de Manutenção. Neste sentido Groover (2011), cita que em processos automatizados é apropriado analisar o custo de produção de maneira mais ampla, considerando custos do uso do equipamento, mão de obra direta, custos de Manutenção e gastos gerais.

Outra sugestão de pesquisa refere-se à análise técnica das principais causas de falha oriundas da automação de um processo produtivo. E como o processo de Manutenção pode agir para reduzir estas ocorrências.

REFERÊNCIAS

- ABIPLAST. **Perfil 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/Perfil-2017.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2018.
- ABRAMAN. **Documento Nacional 2009: A situação da Manutenção no Brasil**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em 20 ago. 2018.
- ABRAMAN. **Documento Nacional 2013: A situação da Manutenção no Brasil**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em 20 ago. 2018.
- ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada**. São Paulo: Erica, 2015. Livro eletrônico.
- ALVES, José Luiz Loureiro. **Instrumentação, controle e automação de processos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013. Disponível em: <<https://search.ebscohost.com/asp?direct=true&db=cat06772a&AN=uni.406112&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 22 outubro. 2018
- AMANHÃ, Por que o Brasil não avança na automação industrial?. **Amanhã**, Porto Alegre, 14 jul. 2015. Disponível em: <<http://www.amanha.com.br/posts/view/751>>. Acesso em: 06 set. 2018.
- AMORIM, J. F. O. et al. Estimativa do índice de competitividade da indústria: o caso de Alagoas. **RAI Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 136–163, 2013. Disponível em: <<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S1809203916302844&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 15 fevereiro. 2019.
- APPOLINÁRIO, Fabio. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- BARBOSA, Washington Luís Silva. **Análise da Estratégia de Manutenção em uma Célula de Empacotamento de Pregos com Base em Estudos de Confiabilidade**. 2016. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduado em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2016.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BITTENCOURT, Maurício Vaz Lobo; CARMO, Alex Sander Souza do; RAIHER augusta pelinski. A competitividade das exportações do Brasil e da China para o Mercosul: evidências para o período 1995-2009. **Nova Economia**, Belo Horizonte, n. 3, 2014. Disponível em: <<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.2f542805d472fab2bf14963d8daab&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 22 novembro. 2018.

BONDAN, Roberta Korb. **Benchmarking Interno em uma Rede de Combustíveis: Uma Análise Comparativa da Eficiência Técnica a partir da Análise Envoltória de Dados**. 2016. 118 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduado em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2016.

BORLIDO, David. José. Araújo. **Indústria 4.0: Aplicação a sistemas de manutenção**. 2017. 65 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Mecânica) - Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Universidade do Porto, Porto, 2017

BRANCO FILHO, Gil. **Indicadores e índices de Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

BRAND, Gustavo. **Método de apoio à formulação de estratégia de Manutenção em ambiente industrial: Um estudo de caso**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2011.

BRUM, Tonia Magali Moraes et al. Proposta De Automação Industrial Em Uma Empresa Fabricante De Borrachas Escolares. **Revista GEINTEC**, Aracaju, n. 1, p. 4159, 2018. Disponível em:
<<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.408628e6e3304c4f9a1dd5f4f4c5036c&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>>. Acesso em: 13 dezembro. 2018.

BULGARELLI, Livia Helena de Paula; PORTO, Geciane. Análise Da Produtividade Nas Empresas Industriais No Estado De São Paulo, Com Base Na Adoção De Estratégias E Técnicas De Manufatura: Um Estudo Sobre a Paep. **Revista Ibero-Americana de Estratégia (RIAE)**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 84–117, 2011. Disponível em:
<<https://search.ebscohost.com/.aspx?direct=true&db=bth&AN=83070185&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 22 novembro. 2018.

BUSSO, Christianne Matias; MIYAKE, Dario Ikuo. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica / An analysis of the application of indicators alternative to Overall Equipment Effectiveness (OEE) in the management of a plant's overall performance. **Production**, São Paulo, n. 2, p. 205, 2012. Disponível em:
<<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S0103.65132013000200001&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 15 novembro. 2019.

CABETE, Samuel Figueiredo. **Preparação e Programação de Manutenção Industrial na Empresa Celbi**. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica) - Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais, ISEC Engenharia, Coimbra, 2017.

CAMARGO, V. L. A. DE. **Elementos de automação**, São Paulo: Erica, 2014.

Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/978853651841>. Acesso em: 22 março. 2019.

CAPELLI, Alexandre. **Automação industrial : controle da movimento e processos contínuos**. 3. ed. São Paulo: Erica 2013. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/978853651961>> Acesso em: 22 novembro. 2018.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduado em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JUNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DUARTE, Cícero Tadeu Tavares. et al. Fatores Críticos de Sucesso na Qualidade da Manutenção Industrial: O Caso das Indústrias de Teresina. **Revista FSA**, nov. 2016. Teresina, v. 13, n. 6, p. 91–112. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=119485968&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 13 out. 2018.

ELFEZAZI, S.; KOUSSAIMI, M. A.; BOUAMI, D. Improvement maintenance implementation based on downtime analysis approach. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 378–393, 2016

FILIPPO FILHO, Guilherme. **Automação de processos e de sistemas**. São Paulo: Erica, 2014. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788536518138>>. Acesso em: 22 março. 2019.

FOGLIATTO, Flávio Sanson. **Confiabilidade e Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FRONTEC. **Apresentação da empresa 2014**. São Leopoldo, 2014. Documento de uso interno.

FRONTEC. **Apresentação da empresa 2018**. São Leopoldo, 2018. Documento de uso interno.

FRONTEC. **Instrução de trabalho - Manutenção Autônoma**. São Leopoldo, 2019a. Documento de uso interno.

FRONTEC. **Instrução de trabalho - Manutenção Preditiva**. São Leopoldo, 2019b. Documento de uso interno.

FRONTEC. **Instrução de trabalho – Procedimento para limpeza da rosca da unidade de injeção** . São Leopoldo, 2019c. Documento de uso interno.

FRONTEC. **Treinamento *on the job***. São Leopoldo, 2019d. Documento de uso interno.

GONÇALVES JUNIOR, Jairo José Modesto. **Redução de Custo na Manutenção de Ativos no Ambiente Industrial**. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Conselho de Pós Graduação em Mestrado Profissional, Faculdade Engenharia do Campus de Guaratinguetá – Unesp, Guaratinguetá, 2016.

GROOVER, Mikell. P. **Automação Industrial e Sistemas de Manufaturas**. 3. ed. São Paulo: Editora Pearson, 2011.

HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos Equipamentos** 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HERNANDES, Pedro. **Saiba qual o Planejamento é o Planejamento e Controle da Manutenção Ideal**. 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaopreditiva.com/destaque/saiba-qual-e-o-planejamento-e-controle-da-manutencao-ideal>>. Acesso em: 20 out. 2018

KARDEC, Alan.; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualymark, 2012.

LAMB, Frank. **Automação industrial na prática**. Porto Alegre: AMGH, 2015. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788580555141>>. Acesso em: 22 outubro. 2018

MANTO, Sandro Roberto. **A implantação da metodologia do tpm para melhorar a Gestão da Manutenção de máquinas e equipamentos da Criare móveis**. 2014. 83 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização (Especialista em Gestão Estratégica de Negócios) – Curso de MBA - Gestão de Estratégica de Negócios, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2014.

MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. Ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2017. Livro eletrônico.

MARTINS, Allison D O. **Industria de transformação de plásticos**. Informe técnico do etene, Nordeste, julho. 2014. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80786/206522/artigo_avaliacao_crediamigo_ITA_PP_01_01.pdf/0ec40dcc-c436-4a05-b4f3-73ae9d3dfb39>. Acesso em: 27 ago. 2018.

MARTINS, Roberto Antonio. Princípios da pesquisa científica. In: MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. (Coord.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 7-31.

MDIC. **Agenda brasileira para Indústria 4.0 no fórum Econômico Mundial**. Brasília, 2018. <<http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/3133-mdic-e-abdi-lancam-agenda-brasileira-para-a-industria-4-0-no-forum-economico-mundial>>. Acesso em: 06 set. 2018.

MELCHIOR, Cristiane. et al. Análise de Correlação e Regressão como Ferramenta para Gestão da Manutenção: um Estudo Aplicado na Indústria de Mineração e Logística. **Revista FSA**, Santa Maria, v. 15, n. 6, p. 151–167, 2018. Disponível em:

<<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=afh&AN=133823754&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>>. Acesso em: 10 outubro. 2018.

MICROSOFT, **Sharepoint Server: Workflow**. Washington: Microsoft Corporation, 2016.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; SOUSA, Rui. O método do estudo de caso na Engenharia de Produção. In: MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. (Coord.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 131-148.

MORANDI, Maria Isabel Wolf Motta; CAMARGO, Luis Felipe Riehs. Revisão sistemática da literatura. In: DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antônio Valle. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. p. 141-172.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. 1. ed. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NASCIF, Júlio.; DORIGO, Luiz. Carlos. **Manutenção orientada para resultados**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualymark, 2013.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção: Teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2011.

PLASTICS EUROPE. **Plastics – the facts 2017**: an analysis of European latest plastics production, demand and waste data. Brussels, 2017. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/Document/plasticsthefacts2017.aspx?Page=DOCUMENT&FoIID=2>>. Acesso em: 28 set. 2018.

PRETI, Jeferson José Modesto. **Projeto e desenvolvimento de robô cartesiano de baixo custo para manipulação de produtos em linhas de média cadência**. 2014. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Mestrado Profissional, Faculdade de Engenharia de Bauru UNESP, Bauru, 2014.

PRODANOV, Cléber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Livro eletrônico.

PRUDENTE, Francisco. **Automação industrial**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/978-85-216-2023-5>>. Acesso em: 22 abril. 2019.

QUEIRÓZ, Alan Romulo Silva. **Estratégia de manutenção de equipamentos elétricos em unidades offshore de produção de petróleo e gás baseada na filosofia de operações integradas**. 2016. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Universidade de São Paulo, 2016.

RECH INFORMÁTICA, **Siger**: Sistema de Gestão ERP. Versão:18.30. Novo Hamburgo: Rech Informática LTDA, 2018.

SALOMON, Délcio Vieira. **Como fazer uma monografia**. São Paulo : Martins Fontes, 2014.

SANTOS, Zora Ionara Gama Dos. **Tecnologia dos materiais não metálicos : classificação, estrutura, propriedades, processos de fabricação e aplicações**. São Paulo: Erica, 2014.

SARAIVA, Luiz Alex Silva; MERCÊS, Ronaldo Eurípedes. Terceirização na Gestão da Manutenção: Estudo de Caso de Uma Mineradora. **Revista de Administração da Unimep**, Piracicaba, v. 11, n. 1, p. 1–24, 2015.

SCHRÖDER, Ronaldo; NUNES, Fabiano de Lima. Análise da Implantação de um Processo Automatizado em uma Empresa Calçadista : Um Estudo de Caso a Luz do Sistema Hyundai de Produção e a Indústria 4.0. **Revista Espacios Caracas**, [s.l.]. v. 36, n. 18, p. 19, 2015. Disponível em:
<<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02123a&AN=feev.245470&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>>. Acesso em: 11 novembro. 2019.

SELEME, Roberto. Bohlen. **Automação da Produção: uma abordagem gerencial**, 2013. Disponível em:
<<http://unisinos.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788565704809>>. Acesso em: 20 novembro. 2019.

SELEME, Robson. **Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento**. Mossunguê: Editora Intersaberes, 2016 Livro eletrônico.

SESI. **Industria da transformação do material plástico – Manual de segurança e saúde no trabalho**. São Paulo, 2012. Disponível em:
<http://www2.sesisp.org.br/home/2012/qualidade_de_vida/download/manual-plastico.pdf> Acesso em 22 set 2018.

SILVA, Edna Lúcia. da; MENEZES, Estera. Muszat. Metodologia da Pesquisa e elaboração de Dissertação. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Florianópolis, p. 7, 2001.

SILVA, Sara Filipa Alves pina da. F. A. P. Da. Integração e adaptação do SAP e Indústria 4.0 na área de manutenção industrial no Grupo Bosch Termotecnologia, S.A. 2017. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão Industrial, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro, Aveiro, 2017.

SILVEIRA, Paulo R. da. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Erica, 2009. Disponível em:
<<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsmib&AN=edsmib.000009254&lang=pt-br&site=eds-live>>. Acesso em: 25 novembro. 2019.

SKA, **Numericon sistemas de Manufatura: Sistema de Supervisão da Produção**. Versão 4.4.17. São Leopoldo: Ska Desenvolvimento e Licenciamento de sistemas LTDA, 2017.

SOUSA, Roberto Rennó Sinohara da Silva. **Implantação de melhorias na gestão da manutenção de subestações elétricas em empresa do ramo de bebidas**.

2014. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2014.

SOUZA, Wander. Burielo. De; ALMEIDA, Gustavo. Spina. Gaudêncio. **Processamento de polímeros por extrusão e injeção : conceitos, equipamentos e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Erica, 2015. Livro eletrônico.

SPINOLA, Mauro; PESSOA, Marcelo. **Introdução à Automação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier 2014. Disponível em: <<http://evolution.com.br/product/introducao-automao-1ed>>. Acesso em: 27 novembro. 2019

TAKAHASHI, Yoshikazu.; OSADA, Takahashi. **TPM/MPT : Manutenção produtiva total**. 4 ed. São Paulo: IMAM, 1993.

VARGAS, Vinicius. Medeiros. **Reestruturação de Planejamento, Controle e Organização da Manutenção Industrial**. 2016. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduado em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2016.

XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 1. ed. Nova Lima: Falconi, 2004.

YAMAUTE, Nilton Masashique. **Dificuldades e benefícios da aplicação da manufatura enxuta em célula de montagem e injeção plástica de autopeças**. 2010. 2016. 185 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2010.

YIN, Robert. K. **Estudo De Caso: Planejamento E Métodos**. 4. Ed. Porto Alegre:Bookman, 2010.

ANEXO A – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE PARA COLETA DE INFORMAÇÕES DA EMPRESA



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
Unidade Acadêmica de Graduação

TERMO DE CONFIDENCIALIDADE PARA COLETA DE INFORMAÇÕES DE EMPRESA/INSTITUIÇÃO.

Eu, Fábio Nicolas Friedrich, aluno do Curso de Engenharia de Produção da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos, matriculado sob o número 1132573, declaro que a Empresa Frontec Indústria de Componentes de Fixação LTDA, objeto de estudo do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Análise dos impactos da automação industrial na Gestão da Manutenção de uma indústria de termoplásticos, entregue no semestre 2019/1, permitiu a pesquisa e o uso de todos os dados que nele constam.

Declaro, ainda, que as informações apresentadas são verdadeiras e correspondem à realidade da Empresa/Instituição estudada.

(X) A Empresa/Instituição autorizou a divulgação do seu nome fantasia/razão social.

() A Empresa/Instituição não autorizou a divulgação do seu nome fantasia/razão social. Nesse caso, responsabilizo-me em preservar o nome da Empresa/Instituição de forma a que ela não seja passível de identificação no meu Trabalho.

São Leopoldo, 29 de maio de 2019.



Assinatura do aluno

Ciência da empresa

FABIO LAUXEN
Nome do responsável da Empresa/Instituição


2.178.353/0001-971
FRONTEC IND. DE COMP. DE FIXAÇÃO LTDA.
Assinatura do Responsável da Empresa/Instituição
Carimbo ou CNPJ, Arroio da Manteiga
CEP- 93135-390
São Leopoldo - RS