



UNIRB – CENTRO UNIVERSITÁRIO ALAGOINHAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

NAIRA DE SOUZA VIEIRA

IMPACTOS DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO COMO FERRAMENTA
ESTRATÉGICA INDUSTRIAL

Alagoinhas – BA
2021

NAIRA DE SOUZA VIEIRA

**IMPACTOS DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO COMO FERRAMENTA
ESTRATÉGICA INDUSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Mecânica do UNIRB – Centro Universitário Alagoinhas.

Orientadora: Ma. Suzane Macêdo Araújo

Alagoinhas – BA
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

BIBLIOTECA ZUZA PEREIRA / UNIRB – CENTRO UNIVERSITÁRIO ALAGOINHAS

Vieira, Naira de Souza
Impactos da gestão da manutenção como ferramenta estratégica industrial
/ Naira de Souza Vieira – Alagoinhas, 2021.
67f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica,
UNIRB – Centro Universitário Alagoinhas

Orientadora: Prof^ª. Ma. Suzane Macêdo Araújo

1. Gestão da Manutenção. 2. Ferramenta Estratégica. 3. Indústria. I.
Título.

CDD.: 621

NAIRA DE SOUZA VIEIRA

**IMPACTOS DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO COMO FERRAMENTA
ESTRATÉGICA INDUSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso, aprovado como requisito para obtenção de título de Bacharel(a) em Engenharia Mecânica do UNIRB – Centro Universitário Alagoinhas.

Data de Aprovação

___/___/___

Banca Examinadora:

Prof. Ma. Suzane Macêdo Araújo (Orientadora)
UNIRB – Centro Universitário Alagoinhas

Esp. Elmo dos Santos Ferreira

Esp. Osny Dantas de Oliveira Silva

Dedico este trabalho às minhas avós Bernadina e Nininha, exemplos de mulheres fortes e inspiradoras, e aos meus avôs Zezinho (*in memoriam*) e Paulo (*in memoriam*) que sempre estarão em meu coração.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida, e por me permitir superar todos os obstáculos enfrentados ao longo dos meus anos acadêmicos.

Aos meus pais, Ana e José, as minhas tias Carmem, Maria e Lizete que estiveram comigo nos momentos difíceis e sempre foram minha base e fonte de inspiração.

À minha orientadora Suzane Mâcedo, por sua dedicação, apoio e compreensão durante a realização do trabalho.

Aos meus amigos, Francileia, Lucas, Hilton, Sandro, Diego e Weverton, por todos os momentos compartilhados e pela amizade incondicional construída.

À Scheila, por ser uma profissional de extrema competência e que foi fundamental para me manter com a mente e o corpo alinhados.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, durante toda a jornada.

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”

Mahatma Gandhi

RESUMO

A exigência pela qualidade dos produtos e serviços oferecidos no mercado faz com que as empresas busquem melhorias contínuas nos processos. As indústrias definem suas metas e objetivos relacionando-as ao lucro, o que não pode ser alcançado caso haja falhas e interrupções no funcionamento de máquinas e equipamentos que são de função vital dentro do processo produtivo. O objetivo geral deste trabalho é abordar os impactos da gestão da manutenção como ferramenta estratégica no ambiente industrial. Trata-se de uma abordagem teórica via pesquisa bibliográfica, se baseando em publicações de artigos, dissertações e teses para a construção de um quadro comparativo que apresenta os estudos selecionados, levando-os para uma discussão mais detalhada. Dentro dos principais resultados, destaca-se a descrição do cenário das indústrias em seus respectivos setores de manutenção, ficando nítido que existem diferenças expressivas nos índices percentuais de pequenas e médias empresas em relação às de grande porte. As práticas de manutenção corretiva são altas e ferramentas como Tempo Médio para Reparo (MTTR), Tempo Médio para Falhar (MTBF), Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) e Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA) têm pouca aderência ou não são utilizadas, o que ocasiona em resultados significativos quando são aplicados adequadamente. Conclui-se que as indústrias precisam compreender que a gestão da manutenção é um pilar importante a nível estratégico, pois com investimento, planejamento e monitoramento adequados é possível coletar dados confiáveis, analisar, propor e implantar melhorias, sendo direcionadores para tomadas de decisão.

Palavras-chave: Gestão da Manutenção. Ferramenta Estratégica. Impactos.

ABSTRACT

The demand for the quality of products and services offered in the market makes companies seek continuous improvements in processes. Industries define their goals and objectives relating them to profit, which cannot be achieved if there are failures and interruptions in the operation of machines and equipment that play a vital role in the production process. The general objective of this work is to discuss the impacts of maintenance management as a strategic tool in the industrial environment. It is a theoretical approach via bibliographic research, based on publications of articles, dissertations and theses to build a comparative table that presents the selected studies, taking them to a more detailed discussion. Among the main results, the description of the scenario of industries in their respective maintenance sectors stands out, making it clear that there are significant differences in the percentage rates of small and medium-sized companies in relation to large ones. Correct maintenance practices are high and tools such as Mean Time To Repair (MTTR), Mean Time Between Failures (MTBF), Method of Analysis and Problem Solving (MASP) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) have poor adherence or are not used, resulting in significant results when applied properly. It is concluded that industries need to understand that maintenance management is an important pillar at a strategic level, as with adequate investment, planning and monitoring, it is possible to collect reliable data, analyze, propose and implement improvements, being drivers for decision-making.

Keywords: Maintenance Management. Strategic Tool. Impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de manutenção	23
Figura 2 - Seleção dos tipos de manutenção a serem aplicados	24
Figura 3 - Fluxograma do processo de registro das intervenções de manutenção	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da Manutenção.....	18
Quadro 2 - Estudos selecionados.....	30
Quadro 3 - Descrição, fórmula de cálculo e metas definidas para os indicadores	44
Quadro 4 - Identificação dos principais problemas da manutenção e ações a implementar	45
Quadro 5 - Plano de ação (Falta de controle de tarefas)	54
Quadro 6 - Plano de ação (Falta de treinamento)	55
Quadro 7 - Plano de ação (Falta de planejamento).....	55
Quadro 8 - Análise da causa raiz (falha do sensor com a bobina).....	57
Quadro 9 - Análise dos cinco porquês (falha do rolamento do sensor).....	57
Quadro 10 - 5W2H para capacitação do operador da máquina.....	57
Quadro 11 - Número de prioridade de risco - NPR.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atividade da engenharia de manutenção nas indústrias nacionais.....	26
Tabela 2 - Principais indicadores de desempenho utilizados	28
Tabela 3 - Estatísticas referentes ao número de colaboradores total e o número dos lotados na área de manutenção.....	32
Tabela 4 - Principais causas de falhas nos equipamentos	36
Tabela 5 - Modelo de maturidade da gestão da manutenção da empresa	45
Tabela 6 - Modelo de maturidade: Estado atual da empresa do setor têxtil.....	47
Tabela 7 - Paradas na caldeira	50
Tabela 8 – Cálculos de MTTR da caldeira.....	50
Tabela 9 - Cálculos de MTBF da caldeira.....	51
Tabela 10 - Disponibilidade inerente da caldeira	51
Tabela 11 - Taxa de Falhas.....	52
Tabela 12 - Problemas nas injetoras	53
Tabela 13 - Matriz GUT por grupo de causa raiz.....	54
Tabela 14 - FMEA para o desalinhamento de corte	56
Tabela 15 - FMEA para o sensor com a bobina	56
Tabela 16 - FMEA para a lâmina desamolada	56
Tabela 17 - Modelo de Avaliação da Maturidade da Gestão da Manutenção.....	63
Tabela 18 - Probabilidade de ocorrência.....	66
Tabela 19- Severidade dos efeitos	66
Tabela 20- Índice de detecção das falhas	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Cenário da melhoria dos resultados no Brasil	25
Gráfico 2 - Médias das ações de manutenção	33
Gráfico 3 - Formação técnica dos mantenedores.....	35
Gráfico 4 - Aplicação das políticas de manutenção.....	35
Gráfico 5 - Distribuição de recursos sobre custos da manutenção	36
Gráfico 6 - Indicadores de manutenção	37
Gráfico 7 - Indicador de MTBF (Área Modelo 028001 – Centro de Usinagem).....	49
Gráfico 8 - Indicador de MTTR (Área Modelo 028001 – Centro de Usinagem).....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
ACIJ	Associação Comercial e Industrial de Joinville
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System/Software</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FEMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (Análise de Modos de Falhas e Efeitos)
FIEP	Federação da Indústrias do Estado de Pernambuco
FIESC	Federação das Indústrias de Santa Catarina
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i> (Análise de Árvore de Falhas)
HH	Homem/Hora
INJET	<i>Software</i> de Monitoramento da Produção
JIT	<i>Just In Time</i>
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
MTBF (TMPF)	<i>Mean Time Between Failures</i> (Tempo Médio Para Falhar)
MTTR (TMPR)	<i>Mean Time To Repair</i> (Tempo Médio Para Reparo)
OS	Ordem de Serviço
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
RBM	<i>Risk Based Maintenance</i> (Manutenção Baseada em Riscos)
RCFA	<i>Root Cause Failure Analysis</i> (Análise de Causa Raiz da Falha)
RCM (MCC)	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (Manutenção Centrada na Confiabilidade)
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SMP	Solicitação de Melhoria de Processo
TI	Tecnologia da Informação
TNT	Tecido Não-Tecido
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos.....	16
1.1.1	Objetivo geral	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Conceito de manutenção.....	17
2.2	Tipos de manutenção.....	19
2.2.1	Manutenção corretiva	19
2.2.2	Manutenção preventiva.....	19
2.2.3	Manutenção preditiva	20
2.2.4	Manutenção detectiva.....	22
2.2.5	Engenharia da Manutenção	22
2.3	Estratégia de manutenção	23
2.4	Indicadores de manutenção.....	26
3	METODOLOGIA	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	ANEXO I.....	63
	ANEXO II	66

1 INTRODUÇÃO

A exigência pela qualidade dos produtos e serviços oferecidos no mercado faz com que as empresas busquem melhorias contínuas nos processos. Para obter vantagens competitivas sobre a concorrência há indicadores como produtividade, lucratividade, disponibilidade de máquina, entre outros, que estão relacionados diretamente com a manutenção de equipamentos e instalações.

As empresas definem suas metas e objetivos relacionando-as ao lucro, o que pode não ser alcançado caso haja falhas e interrupções no funcionamento de máquinas e equipamentos que são de função vital dentro do processo produtivo. Assim, os gestores deixam de ver a área de manutenção como um custo adicional do processo e procuram desenvolver melhorias em suas práticas visando a minimização das falhas, perdas e paradas não previstas (TAVARES, 2005).

A compreensão de que a gestão da manutenção resulta em um processo produtivo mais estável e fluido é fundamental, pois com as ferramentas e práticas adequadas é possível garantir a disponibilidade das máquinas e equipamentos sem comprometer o processo e a segurança dos colaboradores, com custos adequados e confiabilidade.

A gestão da manutenção bem executada auxilia que as máquinas e os equipamentos estejam dentro das especificações operacionais exigidas, conseqüentemente, aumentando a vida útil deles, pois há um monitoramento mais rigoroso das peças com maior histórico de falhas, de forma que todo o sistema tenha uma durabilidade maior.

No entanto, deve-se enfatizar que no Brasil esses investimentos são normalmente realizados por grandes empresas, enquanto existe um menor índice entre as indústrias de pequeno e médio porte, motivadas ou por pensamentos antiquados de que o setor de manutenção só deve agir em situações de quebra do equipamento, causando a parada da produção, ou por dificuldades em investir recursos em mão de obra capacitada, ferramentas, técnicas e *softwares* que proporcionem um planejamento de manutenção eficiente (KARDEC; NASCIF, 2009).

Segundo dados do Documento Nacional da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN), em 2013 o investimento anual das indústrias em manutenção correspondeu a 4,69% do PIB brasileiro. Essa informação demonstra como a área é de grande importância dentro das organizações, não podendo ser vista e tratada apenas como um setor de reparos (ABRAMAN, 2013).

Diante dessa perspectiva surge a seguinte questão: Quais os impactos na produção e em nível estratégico da execução da gestão da manutenção em uma indústria?

As consequências da prática constante de manutenções corretivas não planejadas, são os altos índices de falha e baixa disponibilidade das máquinas e equipamentos, que resultam na diminuição da produtividade, aumento dos custos, redução dos lucros e menor poder de competitividade da empresa no mercado.

Este trabalho justifica-se pela necessidade de se conhecer quais consequências uma indústria pode ter com uma gestão que visa a manutenção não apenas para reparar máquinas e equipamentos, mas sim assegurá-las a disponibilidade, atendendo as normas de segurança e garantindo através de práticas de planejamento as probabilidades reduzidas de paradas não programadas, afetando diretamente na estratégia organizacional para o alcance dos objetivos e das metas da empresa.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

- Abordar os efeitos da gestão da manutenção como ferramenta estratégica no ramo industrial.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar o cenário da gestão da manutenção nas indústrias;
- Identificar os aspectos a serem analisados na determinação das ferramentas aplicadas a manutenção;
- Expor os impactos das metodologias de gerenciamento nos indicadores de manutenção e nas áreas correlacionadas;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito de manutenção

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da NBR-5462/1994 conceitua o termo manutenção como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT, 1994).

A manutenção convencionalmente é o ato de reparar um equipamento com avarias, sendo uma visão limitada. Entretanto, em um cenário atualizado, a manutenção visa o funcionamento do equipamento de modo contínuo ou restaurá-lo de acordo com as definições do projeto. Com essa visão ampliada, há um enfoque proativo com rotinas de inspeções periódicas, reposições preventivas e monitoramento dos equipamentos (PASCHOAL; et. al., 2009).

Através de uma análise extensiva considera-se diversos fatores para determinar o tipo de manutenção a ser aplicada, como: tipo do equipamento, tipo do processo, disponibilidade, valores econômicos da parada, mão de obra qualificada etc. Sendo assim, é fundamental um planejamento de manutenção bem estruturado, pois, a ineficiência da manutenção resulta em desempenhos insatisfatórios do equipamento, perdas no processo produtivo e no mercado, aumento dos custos, redução dos lucros, entre outros (VIANA, 2002).

As atividades de manutenção, são divididas em quatro gerações. A época que precede a Segunda Guerra Mundial, as indústrias possuíam uma mecanização inferior com equipamentos simples e superdimensionados caracterizando a primeira geração, onde a manutenção corretiva era predominante, priorizando as práticas de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra (BECHTOLD, 2010).

A segunda geração ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, onde houve um crescimento da demanda de produtos enquanto o quantitativo de mão-de-obra encontrava-se reduzido em paralelo com uma maior complexidade das instalações industriais. A exigência de maior confiabilidade e disponibilidade do maquinário originou o conceito de manutenção preventiva, com a realização de intervenções dentro de um intervalo fixo (BECHTOLD, 2010).

A partir dos anos 70, a terceira geração acelerou o processo de mudanças, firmando o conceito de manutenção preditiva. O avanço tecnológico possibilitou o uso de *softwares* para o planejamento, controle e monitoramento das atividades de manutenção. O processo de

Reliability Centered Maintenance (RCM) ou Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) ganhou notoriedade, sendo implantada no Brasil nos anos 90 (KARDEC; NASCIF, 2009).

A quarta geração tem os conceitos de disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade como bases para a Engenharia de Manutenção, com o objetivo de minimizar falhas prematuras. Com a análise de falhas ocorre o crescimento da manutenção preditiva, conseqüentemente a diminuição da utilização da manutenção preventiva e afirmando a manutenção corretiva não planejada como parâmetro de insuficiências da manutenção. Outra característica importante é o aprimoramento da terceirização, que trata os contratos de longos prazos, como a disponibilidade e a confiabilidade, como indicadores que medem resultados relevantes (KARDEC; NASCIF, 2009).

O quadro 1 sintetiza as quatro gerações descritas:

Quadro 1 - Evolução da Manutenção

Evolução da Manutenção				
	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Aumento das expectativas em relação à manutenção	- Conserto após a falha;	- Disponibilidade crescente; - Maior vida útil do equipamento.	- Maior confiabilidade; - Maior disponibilidade; - Melhor relação custo-benefício; - Preservação do meio ambiente.	- Maior confiabilidade; - Maior disponibilidade; - Preservação do meio ambiente; - Segurança; - Influir nos resultados do negócio; - Gerenciar os ativos.
Visão quanto à falha do equipamento	- Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham.	- Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira.	- Existência de seis padrões de falhas (Nowlan & Hean e Moubrav).	- Reduzir drasticamente falhas prematuras.
Mudança nas técnicas de manutenção	- Habilidade voltadas para o reparo.	- Planejamento manual da manutenção; - Computadores grandes e lentos; - Manutenção preventiva.	- Monitoramento da condição; - Manutenção preditiva; - Análise de risco; - Computadores pequenos e rápidos; - <i>Softwares</i> potentes; - Grupos de trabalho multidisciplinares; - Projetos voltados para a confiabilidade; - Contratação por mão de obra e serviços.	- Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição; - Minimização nas manutenções preventivas e corretivas não planejadas; - Análise de falhas; - Técnicas de confiabilidade; - Manutenibilidade; - Engenharia da manutenção; - Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e custo do ciclo de vida; - Contratação por resultados.

Fonte: Adaptado de Kardec; Nascif (2009).

2.2 Tipos de manutenção

2.2.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é conceituada segundo a NBR 5462/1994 como a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida, ou seja, a função da manutenção corretiva é reparar ou restaurar as condições de funcionamento da máquina ou equipamento (ABNT, 1994).

Segundo Kardec; Nascif (2009), ao agir em um equipamento com defeitos ou desempenhos inesperados está ocorrendo uma manutenção corretiva, portanto, a prática não significa necessariamente apenas como uma ação de emergência, onde são classificadas em dois tipos: manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada.

A manutenção corretiva não planejada acontece de forma imprevista, caracterizada pela reparação de falhas aleatórias, sem evidências de acompanhamento ou planejamento. Promovendo ociosidade e danos que podem até chegar em um grau irreversível ao maquinário. A manutenção emergencial, como também é conhecida, acarreta uma baixa confiabilidade na produção e em altos custos (OTANI; MACHADO, 2008).

A manutenção corretiva planejada é uma ação programada, sendo uma decisão gerencial que visa corrigir antecipadamente uma falha ou uma baixa de desempenho detectada, podendo também optar por manter o equipamento em operação até o momento de quebra. Por ser planejada, tende ser uma prática com menores custos, maior segurança e rapidez (OTANI; MACHADO, 2008).

Segundo Xenos (1998), é importante não permitir que a alta frequência de ocorrências de falhas crie um pensamento de que seja um evento natural. A interrupção repentina do processo afeta na qualidade dos demais equipamentos da linha que operam em condições satisfatórias, portanto, é fundamental detectar de forma precisa as raízes das falhas e corrigi-las, visando diminuir as chances de reincidências.

2.2.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é uma atividade realizada para reduzir ou evitar falhas de equipamentos ou declínio de desempenho dentro de um determinado intervalo de tempo de acordo com um plano pré-estabelecido, situação que não acontece na manutenção corretiva (KARDEC; NASCIF, 2009).

Este tipo de manutenção não é restringido apenas a verificações periódicas e trocas de peças. Não há padronização de ações em manutenção preventiva, pois os equipamentos possuem distintos processos e operações. Ele fornece uma compreensão inicial das operações para o gerenciamento das atividades e alocação de recursos (SOUZA, 2009).

Muitas vezes, as empresas negligenciam o cumprimento do plano de manutenção preventiva e o tempo gasto neste tipo é, em última análise, usado para lidar com as falhas que ocorrem no processo produtivo, pois, se não houver um bom plano, as falhas irão aumentar, ocupando todo o tempo dos profissionais da área (XENOS, 1998).

Em contraste com a manutenção corretiva, os benefícios da prática da manutenção preventiva são que a frequência de falhas e as interrupções inesperadas são reduzidas e a disponibilidade do equipamento é aumentada, ou seja, considerando-se o custo total, a manutenção preventiva acaba sendo menos custosa do que a corretiva em várias situações, que é consequente ao tempo de inatividade do equipamento, ao invés do desligamento inesperado devido à falha (XENOS, 1998).

A manutenção preventiva é dividida em: não periódica e periódica. A manutenção preventiva não periódica é realizada antes que o equipamento apresente falhas, podendo ser constatado no decorrer da operação do equipamento e pelo operador ou mantenedor durante uma atividade de manutenção ou inspeção (SOUZA, 2009).

Segundo Souza (2009), a manutenção preventiva periódica é um conjunto de atividades realizadas regularmente que visa reduzir a possibilidade de falhas, garantindo maior estabilidade ao processo produtivo. Este modo objetiva verificar os aspectos de inspeção, limpeza, calibração, lubrificação e trocas de componentes. Essas ações integram parte do plano de manutenção, podendo ser programadas diariamente, semanalmente, quinzenalmente ou mensalmente conforme as necessidades diárias e as especificações técnicas de cada equipamento.

2.2.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva refere-se ao monitoramento das variáveis e parâmetros de desempenho dos equipamentos para definir o momento adequado para a intervenção e maximizar a utilização dos ativos. A definição é baseada na localização das causas raízes das falhas e como elas afetam outros componentes do sistema. Em outros tipos de manutenção a intervenção ocorre somente quando o equipamento apresenta uma mudança nas condições de

operação, como um sinal de ruído em alguma parte do equipamento, por exemplo (OTANI; MACHADO, 2008).

Segundo Souza (2009), a manutenção preditiva busca informar as reais condições de operação do equipamento a partir dos dados coletados sobre o processo de desgaste ou degradação de seus componentes. Nesse tipo de manutenção, a vida útil dos componentes e condições do equipamento pode ser estimada para que sejam bem aproveitadas, podendo ser chamada de manutenção condicional.

Os métodos aplicados na manutenção preditiva possuem uma tecnologia avançada em relação às outras técnicas de manutenção. De acordo com a utilização da tecnologia, é primordial uma boa capacitação da mão-de-obra incumbida pelas análises e diagnósticos, proporcionando uma coleta de dados segura com a elaboração de diagnósticos confiáveis (XENOS, 1998).

Para Viana (2002, p. 12), “O objetivo de tal tipo de manutenção é determinar o tempo correto de necessidade da intervenção mantenedora, com isso evitando desmontagem para inspeção e utilizar o componente até o máximo de sua vida útil”.

Há um conjunto de procedimentos especiais para monitorar os equipamentos em uso. As técnicas de manutenção preditiva mais comuns incluem: análise de vibrações, inspeção sensitiva, análise de óleo, ultrassom, termografia e ferrografia (TOAZZA; SELLITO, 2015).

O controle da manutenção preditiva refere-se à determinação do melhor momento para manutenção preventiva dos equipamentos, ou seja, o momento em que a probabilidade de falha do equipamento apresenta parâmetros desfavoráveis. Do ponto de vista técnico e econômico, essa determinação leva a uma taxa ideal de prevenção de falhas, pois o equipamento não sofrerá interferências no decorrer da produção, assim como no período em que suas características operacionais estão comprometidas (SOUZA, 2009).

Apesar da manutenção preventiva estar relacionada ao método preditivo existem diferenças, pois a preditiva requer treinamentos, qualificações e orientações com base no desempenho passado para fazer mudanças gerais na filosofia da performance da equipe de trabalho, por meio de dados estatísticos e análise de sintomas, prevendo prematuramente a manutenção dos equipamentos (SOUZA, 2009).

De acordo com Toazza; Sellito (2015), as ferramentas fundamentadas em técnicas de manutenção preventiva são integralmente penderes de consertos ou substituições programadas de componentes e sistemas.

2.2.4 Manutenção detectiva

O conceito de manutenção detectiva originou-se do termo “detectar” e começou a ser usado a partir da década de 1990 para descrever as medidas desenvolvidas para melhorar a confiabilidade do equipamento, pois, através de sistemas de proteção, comando e controle constata-se defeitos ocultos que podem não serem detectados pelos profissionais da operação e da manutenção (SOUZA, 2009).

As inspeções do sistema são realizadas por profissionais capacitados sem precisar interromper a operação, esta verificação pode localizar falhas ocultas e corrigi-las, para que o sistema se mantenha em funcionamento. Essas ações podem ser exemplificadas, como: o uso de computadores em instrumentação e controle de processos (KARDEC; NASCIF, 2009).

De acordo Garcia; Nunes (2014, p. 5), “Um problema a ser considerado na manutenção detectiva é a possibilidade de falha nos próprios sistemas de detecção de erros, embora essa possibilidade seja remota.”

2.2.5 Engenharia da Manutenção

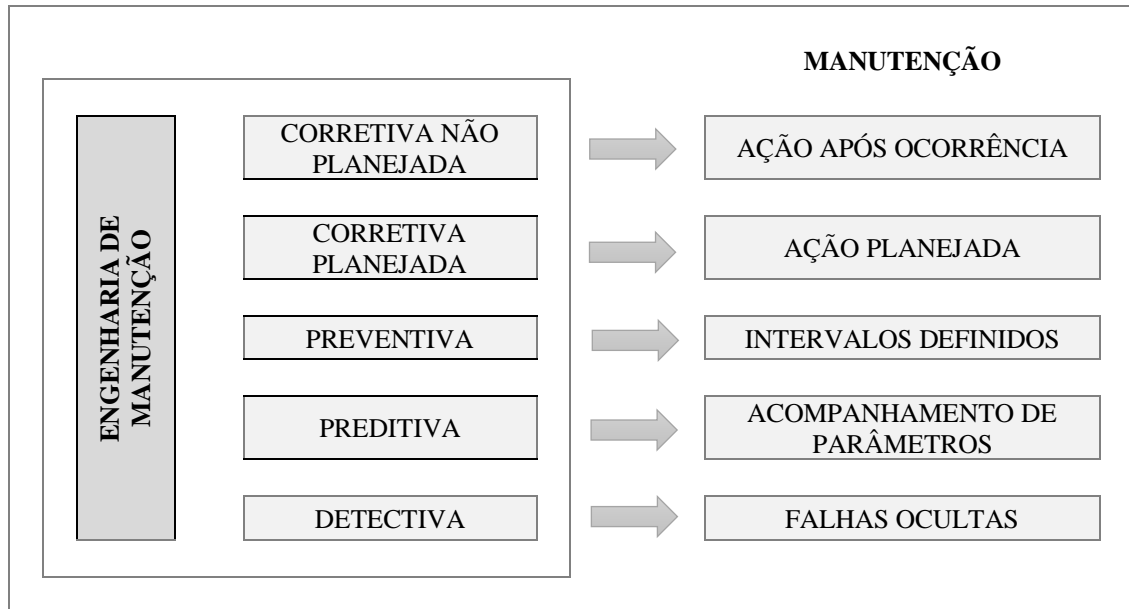
A engenharia da manutenção é conceituada como um processo da manutenção industrial, ou seja, seu objetivo é eliminar reparos contínuos ao máximo para focar na procura de causas raízes, identificar cenários de mau desempenho e problemas crônicos, aprimorar sistemáticas e padrões, almejando proporcionar a maior manutenibilidade, aplicando técnicas e ferramentas a custos consideráveis (KARDEC; NASCIF, 2009).

De acordo Fabro (2003), a engenharia da manutenção responsabiliza-se pela gestão do processo de manutenção, visualizando aumentar de forma contínua a sua eficiência. Dentro das atribuições à engenharia da manutenção, pode-se citar:

- Arquivo técnico: documentação técnica em geral e elaboração de procedimentos;
- Estudos, automações e melhorias de manutenção;
- Apoio técnico à manutenção;
- Desenvolvimento de fornecedores;
- Normatizações: componentes, sobressalentes e treinamentos.

A figura 1, a seguir, mostra de maneira simplificada os tipos de manutenção descritos e suas ações características:

Figura 1 - Tipos de manutenção



Fonte: Adaptado de Kardec; Nascif (2009).

2.3 Estratégia de manutenção

A decisão de qual método, definido como estratégia de manutenção, que deve ser adotado no processo produtivo é o fundamento da política de manutenção. As ferramentas organizacionais que viabilizam o desempenho da manutenção, as metodologias de planejamento e controle, os índices de qualidade e o sistema de gerenciamento constituem os pilares da estruturação da manutenção industrial (VIANA, 2002).

Segundo Kardec; Nascif (2009), é uma decisão gerencial definir o tipo de manutenção a ser exercida, sendo fundamentada nos seguintes aspectos:

1. Relevância dos equipamentos em modos de operação, segurança pessoal, das instalações e do meio ambiente;
2. Custos acarretados nos processos, nos reparos e substituições e nas consequências das falhas;
3. Oportunidades;
4. Adequabilidade do equipamento, ou seja, a capacidade de adaptação dos equipamentos beneficiar a aplicação de um determinado tipo de manutenção.

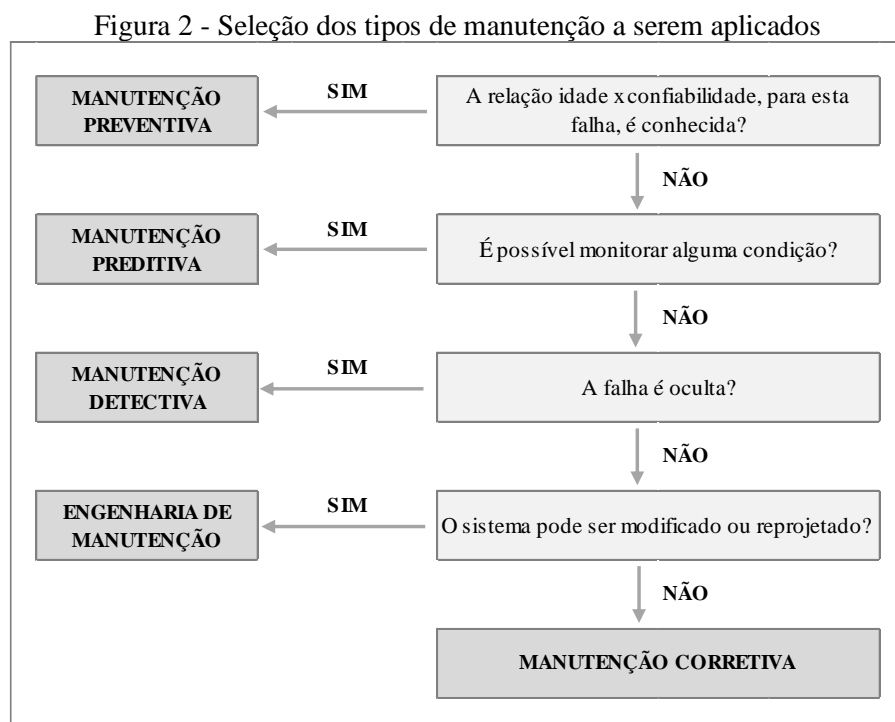
Para Xenos (1998), é necessário abandonar o debate sobre qual ferramenta de manutenção é mais adequada e compreender que a melhor decisão é a conciliação dos diversos métodos em concordância com a natureza e criticidade do maquinário, definindo para cada situação as ferramentas mais apropriadas, eficientes e econômicas.

Takahashi; Osada (1993) complementam que de acordo com a indústria e suas estratégias e políticas, a performance de um equipamento pode ter divergências, estabelecendo que para cada máquina deverá existir um método de manutenção, visando o que proporciona maior desempenho e menores custos.

Segundo Kardec; Nascif (2009), a rotina de ações corretivas não planejadas geram custos elevados e tornam o processo imprevisível. Independentemente do resultado de uma falha catastrófica, ela só pode ser determinada após a ocorrência da falha. Enquanto as ações planejadas são seguras, rápidas e baratas, tornando-se mais vantajosas do que manutenções corretivas não planejadas.

Nas ações de manutenção, alguns dos fatores analisados são: as recomendações do fabricante, as características do equipamento, a obrigatoriedade das questões de segurança do trabalho, os riscos de agressões ao meio ambiente, a conciliação da necessidade de intervenção com os interesses da produção, a garantia da existência de peças de reposição, a qualificação da mão-de-obra e o fator econômico (VIANA, 2002).

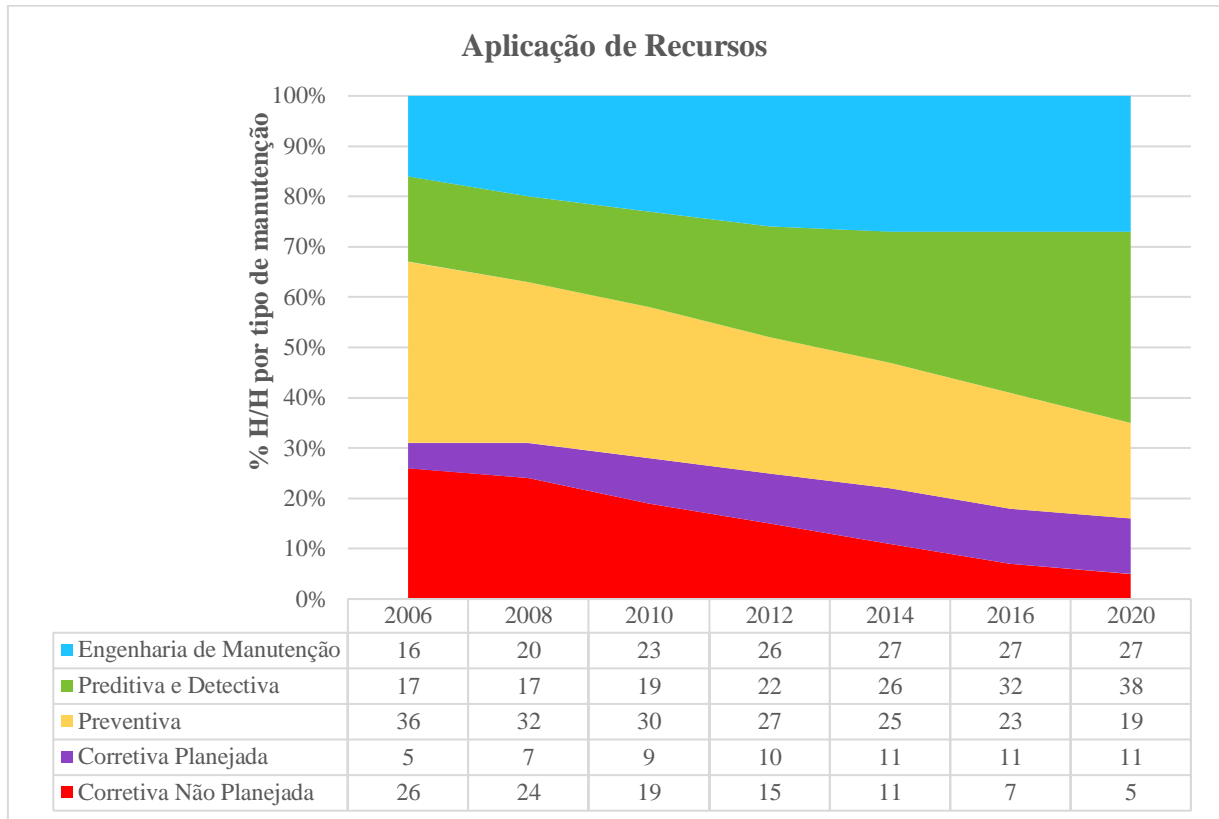
A figura 2 apresenta um esquema para seleção do tipo de manutenção a ser utilizado:



Fonte: Adaptado de Kardec; Nascif (2009).

De acordo Kardec; Nascif (2009), os índices de aplicação dos tipos de manutenção nas indústrias brasileiras projetam uma tendência da manutenção preditiva ter um crescimento considerável, enquanto ocorre um pequeno declínio na manutenção preventiva e uma redução da manutenção corretiva não planejada, o que é mostrado no gráfico 1:

Gráfico 1 - Cenário da melhoria dos resultados no Brasil



Fonte: Adaptado de Kardec; Nascif (2009).

Os resultados da produção, ou seja, operação somada a manutenção, são dependentes das práticas aplicadas. Com os números de Homem/Hora (H/H) em corretiva e preventiva, o grau de intervenções na planta é expressivo. Isso induz a uma crescente, sobremodo, ao tempo de paradas de produção, acometendo negativamente nos resultados (KARDEC; NASCIF, 2009).

Embora o cenário projetado anteriormente demonstre a utilização de diversos tipos de manutenção, é possível observar que a porcentagem de indústrias que não há prática de nenhum dos tipos ainda é muito significativa, através da tabela 1, apresentada pelo Documento Nacional da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN, 2011):

Tabela 1 - Atividade da engenharia de manutenção nas indústrias nacionais

Ano	Sim (%)	Não (%)
2011	69,29	30,71
2009	75,81	24,19
2007	80,00	20,00
2005	59,83	41,17
2003	78,86	21,14
2001	73,24	26,76
1999	70,80	29,20
1997	80,37	19,63
1995	73,10	26,90

Fonte: Adaptado de ABRAMAN (2011).

Nota-se que a volubilidade da prática das atividades de engenharia de manutenção, em decorrência de dois fatores: o aprimoramento do conceito de atividade de engenharia no decurso dos anos, e o custo dessas práticas, pois não é tido em consideração a amortização e os ganhos que pode ter a empresa (OLIVEIRA; SILVA, 2013).

2.4 Indicadores de manutenção

Os indicadores de manutenção são dados numéricos definidos no processo a ser controlado, podendo monitorá-lo e quantificá-lo, tornando-se dados chave para tomadas de decisão. Estes indicadores acompanham as rotinas diárias e os desafios da manutenção, destacando importantes aspectos no processo. Conforme Viana (2002), os indicadores de referência para a manutenção são:

1. *Mean Time Between Failures* (MTBF) ou Tempo Médio para falhar (TMPF): é a divisão do somatório das horas disponíveis do equipamento para a operação, pelo número de intervenções corretivas no equipamento neste período. A progressão dos índices de MTBF aponta que o número de intervenções corretivas está diminuindo;

$$MTBF = \frac{\text{Horas totais de funcionamento}}{\text{Número de falhas}}$$

2. *Mean Time To Repair* (MTTR) ou Tempo Médio para Reparo (TMPR): é a divisão do somatório das horas indisponíveis de operação em consequência das práticas de manutenção pelo número de intervenções corretivas no período. A regressão dos índices de MTTR indica que os reparos corretivos causam menos impactos na produção;

$$MTTR = \frac{\text{Horas totais de reparo}}{\text{Número de intervenções realizadas}}$$

3. Disponibilidade Operacional: é a competência de um equipamento estar capaz de realizar atividade dentro de um período específico. É o número de horas trabalhadas dividido pelo total de horas do período;

4. Custo de Manutenção por Faturamento: é a relação entre os custos totais de manutenção e a receita da empresa;

5. Custo de Manutenção por Valor de Reposição: é a relação entre o custo total de manutenção de um equipamento e seu valor de compra;

6. *Backlog*: é a relação entre a demanda e a capacidade do serviço. É a soma de todas as horas esperadas do homem/hora (HH) dividida pela capacidade instalada da equipe executora;

7. Índice de Retrabalho: porcentagem das horas de trabalho de ordens de manutenção fechadas que são reabertas por algum motivo em relação ao tempo de trabalho neste período. Tem por objetivo verificar a qualidade dos serviços de manutenção para garantir se as intervenções são definitivas ou atenuantes, para que o equipamento continue a ser assistido. Portanto, o ideal é que seu valor seja zero;

8. Índice de corretiva: porcentagem de horas de manutenções corretivas, com a finalidade de imprimir à ação, planejamento e programação de forma realista;

9. Índice de preventiva: ao contrário do índice de corretiva, é a porcentagem de horas de manutenções preventivas;

10. Taxa de Frequência de acidentes: número de acidentes com milhão de homem/hora (HH) trabalhado. Sua finalidade é mensurar a eficiência das ações para encontrar um ambiente de trabalho seguro.

A tabela 2 aponta os indicadores de manutenção mais utilizados no Brasil (ABRAMAN; 2011):

Tabela 2 - Principais indicadores de desempenho utilizados

Principais Indicadores de Desempenho Utilizados (Grau de Importância – G1)										G1 2011
Tipos	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	
Custos	26,21	26,49	26,32	25,91	21,45	21,96	20,33	18,98	21,56	1
Frequência de falhas	17,54	12,20	14,24	16,22	11,66	12,27	9,75	9,81	10,47	2
Satisfação do cliente	13,91	11,01	11,76	11,86	8,62	8,11	8,93	9,38	6,37	3
Disponibilidade operacional	25,20	24,70	22,60	23,24	19,58	19,81	18,51	20,68	20,74	4
Retrabalho	9,07	5,65	8,36	8,96	6,06	6,68	3,97	5,33	4,72	5
Backlog	8,07	6,55	8,98	10,41	9,32	6,92	11,57	10,02	9,86	6
Não utilizam	-	2,09	2,79	1,22	1,63	0,72	0,33	1,07	0,82	7
MTBF	-	-	-	-	11,89	11,69	14,21	12,79	13,35	8
MTTR	-	-	-	-	9,56	11,46	11,74	11,94	12,11	9
Outros indicadores	-	11,31	4,95	2,18	0,23	0,48	0,66	0,00	0,00	10

Fonte: Adaptado de ABRAMAN (2011).

3 METODOLOGIA

O objetivo do estudo é discutir os impactos da gestão da manutenção como ferramenta estratégica no ambiente industrial, portanto, o estudo se baseia no aspecto de pesquisa bibliográfica. Segundo Severino (2007, p.122), é aquela que se realiza a partir do:

[...] registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos teses etc. Utilizam-se dados de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir de contribuições de autores dos estudos analíticos constantes dos textos (SEVERINO, 2007, p. 122).

O método de abordagem neste estudo é o dedutivo, pois, começa a partir de uma esfera mais ampla para uma visão mais específica. Segundo Cervo, Bervian; Silva (2007), o método dedutivo é uma técnica argumentativa, não caracterizando uma forma metodológica. Segundo os autores, a técnica dessa argumentação inclui a construção de estruturas lógicas, por meio do relacionamento entre o antecedente e consequente, entre hipótese e tese, entre premissas e conclusão. Portanto, o método indutivo aumentará o conteúdo das premissas sem tirar conclusões com precisão, por isso, ao tentar almejar a certeza do produto, afetará a expansão do conteúdo (MARCONI; LAKATOS, 2007).

O período de coleta de dados foi de setembro de 2020 até agosto de 2021. As bases de dados utilizadas neste trabalho foram Google Acadêmico, Scielo e acervo de periódicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Os descritores utilizados nas bases de dados citados foram: gestão estratégica, indústrias e manutenção.

Os critérios de inclusão definidos foram artigos publicados em revistas científicas, dissertações de mestrado ou teses de doutorado com tempo de publicação a partir do ano de 2011 com seus respectivos temas dentro dos descritores determinados. Os resultados deste trabalho foram apresentados em forma de quadro comparativo.

Cumprindo as normas da ABNT, declara-se a integridade do presente trabalho, sem recorrer a prática de plágio e de qualquer forma de utilização indevida de informações ao longo da sua elaboração.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o aspecto de pesquisa bibliográfica, foram encontrados estudos dos quais foram selecionados apenas cinco que se encaixam com os objetivos do trabalho e com os critérios de inclusão, ordenados entre 2011 e 2021 conforme mostrados e caracterizados no quadro 2 abaixo:

Quadro 2 - Estudos selecionados

AUTORIA / ANO / LOCAL	OBJETIVO	METODOLOGIA	PRINCIPAIS RESULTADOS
REIS; COSTA; ALMEIDA, 2013. São Paulo.	Descrever a situação da gestão da manutenção em indústrias de manufatura da região metropolitana de Recife nos diversos ramos de atividade.	As características da população pesquisada foram levantadas por meio de entrevistas, a partir de aplicação de um questionário, realizado com os responsáveis pela manutenção por meio de visitas às empresas. Para compor a estrutura de amostragem acessou-se o cadastro da Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco (FIEP). Foram selecionadas através de sorteio 40 empresas de médio e grande porte.	- Observou-se que nas grandes empresas o foco principal é a realização de estudos de confiabilidade e manutenibilidade nos dados de falha e reparo dos equipamentos.
EIDELWEIN; et. al., 2016. Caracas.	Avaliar de forma sistêmica os impactos, no tempo e no espaço, do modelo de gestão da manutenção de uma empresa petroquímica brasileira, visando o aumento da geração de valor para a empresa.	Realizou-se uma pesquisa-ação em uma empresa petroquímica de produção de polímeros. Para a coleta de dados, os colaboradores levantaram eventos desde 1998 que estavam relacionados às questões norteadoras, definindo as respectivas variáveis. Considerou-se 39 variáveis para construção do mapa sistêmico. Após definir e construir os cenários foram identificados os pontos de alavancagem do sistema.	- Como resultado levantou-se 23 eventos. Construiu-se um conjunto de ações alavancadoras para alcançar e impactar as variáveis identificadas. Novos indicadores foram definidos de modo que a manutenção seja conduzida de forma mais sistêmica. O plano contemplou estratégias de curto prazo (2014) e médio prazo (2015-2017).
MEIRA, 2019. Braga.	Perceber de que forma uma organização pode aumentar a eficiência do setor de manutenção através da identificação e implementação de ações de melhorias das suas práticas de gestão da manutenção, através de um	Com uma abordagem de investigação-ação, foram recolhidos dados primários (por observação, entrevistas) e dados secundários (registros impressos, procedimentos internos) para proceder a análise da situação atual e identificar os principais problemas e ações a implementar. As ações identificadas foram discutidas em conjunto com os responsáveis pela gestão de topo e do setor de manutenção, de	- O sistema de avaliação de desempenho da manutenção indicou que: Desvio ao cumprimento do plano de manutenção preventiva: $\leq 4\%$; Paragens de equipamentos por avaria com perda de produção: < 175 horas; Números de intervenções de manutenção de melhoria: > 70 . - Principais resultados do modelo de maturidade atual da gestão da manutenção da empresa:

	diagnóstico do estado atual da manutenção em uma empresa produtora de espumas sintéticas e tecidos-não tecidos (TNT).	modo a averiguar a sua viabilidade e efetuar o planejamento das ações a implantar.	Cultura organizacional – Mudanças são aceitas com relutância; Análise de falhas – Sem método definido, sendo realizada quando ocorrem falhas com impacto significativo; PCM – Planejamento realizado com base nos manuais do fabricante, abrangendo todos os equipamentos; Gestão de resultados (custos e qualidade da manutenção) – Custo elevado e sem controle, com ações empreendidas esporadicamente para redução do desperdício e reincidência de falhas.
CARDOSO; REGATTIERI, 2020. Taquaritinga.	Demonstrar uma análise de aplicação do processo de gestão estratégica através dos principais indicadores de manutenção em uma máquina modelo da área fabril de uma empresa no interior do estado de São Paulo.	Realizou-se um estudo de caso com base na implantação do monitoramento pela gestão da manutenção através dos indicadores MTBF e MTTR em uma empresa que produz máquinas agrícolas. O monitoramento e elaboração foi realizado pela área de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) da empresa, onde foram levantados os dados e monitorados para fechamento do projeto de abrangências para as demais máquinas do parque fabril.	- Para o indicador de MTBF, observa-se o resultado após a implantação de monitoramento e planos de ação, foi possível aumentar 78,47 horas de disponibilidade da máquina (111,18 horas em abril para 189,65 horas em junho de 2019). - Para o indicador de MTTR, o índice foi reduzido a zero (2,02 horas em abril para 0 hora em junho de 2019), representando período sem falhas no maquinário.
ROSA; LEITÃO; SILVA, 2020. Viçosa.	Propor uma solução ao alto índice de manutenções corretivas em uma empresa de injeção de polímeros.	A pesquisa realizada foi limitada na análise das manutenções corretivas de 24 injetoras de polímeros, alicerçado na ferramenta Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) com o foco em solucionar as causas principais dos problemas detectados.	- Através do levantamento foram identificados os principais problemas nas injetoras: vazamento de óleo, falha elétrica/eletrônica e quebra. - Elaborou-se planos de ação (5W2H) com base nas causas raízes de cada problema.

Fonte: Autoria própria.

No estudo de Reis; Costa; Almeida (2013) foi realizada uma seleção aleatória das empresas entrevistadas, sendo assim um método de abordagem probabilística. O porte da indústria, segundo as categorias definidas pelo Sebrae, foi critério de classificação para a decomposição da população.

Nas empresas de nível médio, agrupou-se pelo ramo de atividade, totalizando 29 ramos diferentes que conforme a equivalência dos modos de atividades desenvolvidas foram reagrupadas em 13 grupos de indústrias. Entretanto, 50% das empresas de grande porte eram do ramo alimentício e bebidas, sendo destas realizada a extração da amostra populacional. Para as grandes empresas cuja população localizada na base da FIEPE é de 31 indústrias, foram

sorteadas 10 representantes. Já nas médias empresas, composta por 122 indústrias, selecionou-se 30, somando-se 40 empresas entrevistadas.

Para a estatística descritiva foram analisados fatores como: estrutura funcional, dimensionamento de sobressalentes, ações de manutenção, previsão orçamentária, modelos e ferramentas de gestão. Nas médias e grandes empresas, tanto o número de colaboradores total quanto da área de manutenção demonstrou grande variação, como observado na tabela 3:

Tabela 3 - Estatísticas referentes ao número de colaboradores total e o número dos lotados na área de manutenção

Porte da Indústria	Número de colaboradores	Média	Mínimo	Máximo
Médio	Total	273,62	100	499
	Manutenção	16,42	1	40
Grande	Total	905,8	500	1800
	Manutenção	51,2	29	140

Fonte: Adaptado de Reis; Costa; Almeida (2013).

Nota-se que apesar dos níveis distintos de porte de indústrias, elas possuem um percentual semelhante de colaboradores lotados no setor de manutenção em relação ao número de colaboradores total, sendo de 6% nas indústrias de médio porte e 5,65% nas de grande porte.

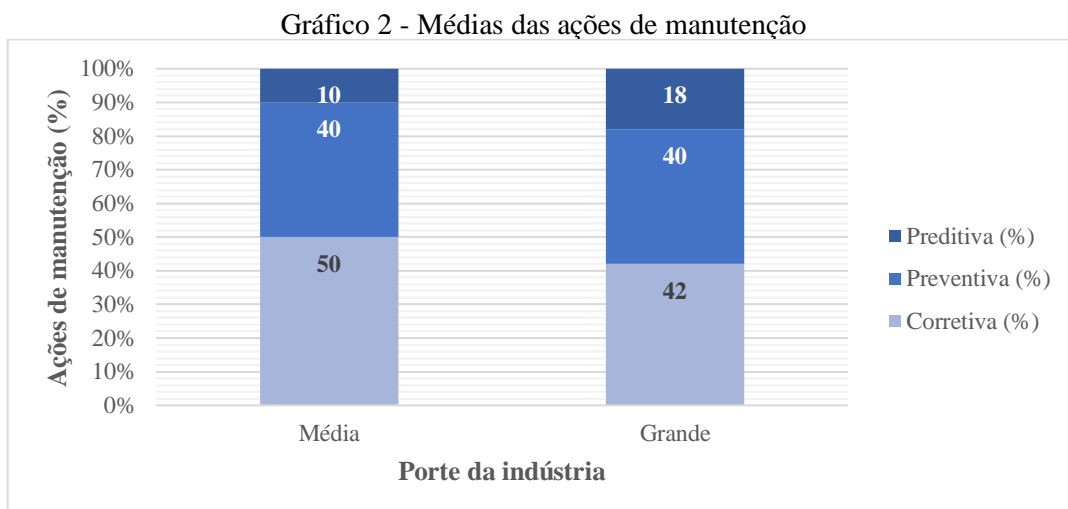
Em seguida, pesquisou se a manutenção era efetuada por colaboradores próprios, terceirizados ou ambos. Constatou-se que as empresas de grande porte tendem a formar um quadro com colaboradores próprios e terceirizados, com 70% das indústrias pesquisadas com esta configuração, enquanto as empresas de médio porte tem um contexto mais equilibrado, com 45% das indústrias com colaboradores mistos e 55% somente com mantenedores próprios. Não houve registro de prática realizada exclusivamente por empresa terceirizada.

O tempo empregado para se efetuar uma manutenção é interferido de modo direto pelo dimensionamento de sobressalentes. Observou-se que indústrias participantes não consideram o padrão de falhas para a realização de estudos que detectem a demanda por determinados itens e, dessa forma, a quantidade necessária de peças de reposição de um equipamento.

Dentro dos critérios utilizados para dimensionar os sobressalentes, as indústrias de médio porte, 20% não realizam e 37% fazem pela quantidade de equipamentos sob os cuidados da manutenção. Um ponto em comum, é que as empresas de ambos os portes se aproximam no quesito de mensurar de acordo a experiência gerencial, sendo 43% nas de médio e 50% nas de grande porte. Um destaque é que não há porcentagem em relação a falta de realização de dimensionamento de sobressalentes nas grandes indústrias, o que pode ser justificado pela visão mais ampla da gestão em relação ao setor de manutenção.

A utilização de *software* no apoio à gestão da manutenção foi levantada em questão, onde 37,5% das médias empresas e 70% das indústrias de grande porte fazem uso de *software*. A utilização de tecnologias é um modo de aumentar a eficiência do gerenciamento e auxiliar nas rotinas de manutenção, sendo um recurso que proporciona o armazenamento de dados, assim como o controle e planejamento da manutenção, o que impacta diretamente no sucesso das atividades a longo prazo.

Em referência às ações de manutenção, constatou-se que há uma realização considerável de manutenções corretivas. Nas indústrias de médio porte a porcentagem chega a 50%, enquanto nas de grande porte a média fica em torno de 42%. Apesar das ferramentas e tecnologias disponíveis, as práticas corretivas ainda são muito presentes nas indústrias, o que confronta a exigência de estratégias e planejamento para o emprego das manutenções preventivas e preditivas. Este cenário pode ser fundamentado na razão de que há um significativo número de organizações que não possuem ou não desejam atuar de acordo com a gestão da manutenção, como observado no gráfico 2 abaixo:



Fonte: Adaptado de Reis; Costa; Almeida (2013).

Em relação à previsão orçamentária para o setor de manutenção, observou-se que 67% das médias empresas têm um orçamento dedicado ao setor, porém apenas 37% fazem a cada período um novo planejamento orçamentário. Já 80% das grandes empresas realizam previsão orçamentária, onde metade faz um novo planejamento a cada período. Porém, muitas empresas não têm essa prática, utilizando ou o orçamento anterior ou uma quota fixada pela organização.

Perguntou-se sobre a aplicação das metodologias de gestão como Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM ou MCC), Manutenção Baseada em Riscos (RBM) e Manutenção Produtiva Total (TPM). Nas médias empresas, a aderência é baixa com cerca de 59% que não

adotam metodologias de gestão, sendo a TPM a mais aplicada, com 23%, seguida da RCM (15%) e RBM (3%). Nas indústrias de grande porte é nítida a divergência nas porcentagens, onde a TPM continua como a filosofia mais utilizada, porém em 50% das empresas, acompanhada pelas metodologias RCM e RBM com 20% cada.

Por fim, as empresas responderam sobre a realização de treinamentos com os colaboradores. Notou-se que nas médias empresas, 15% não oferecem treinamentos, enquanto nas grandes indústrias, o percentual é em média de 10%.

Já em Faraco (2010) foi realizado um estudo com o objetivo de apresentar uma descrição apurada das práticas associadas às políticas de manutenção exercidas no ramo de ferramentarias na região de Joinville, Santa Catarina, obtendo através de um questionário o panorama do real cenário. Com base no Documento Nacional da Situação da Manutenção – 2009, publicado pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) foi traçado um paralelo com outras indústrias brasileiras.

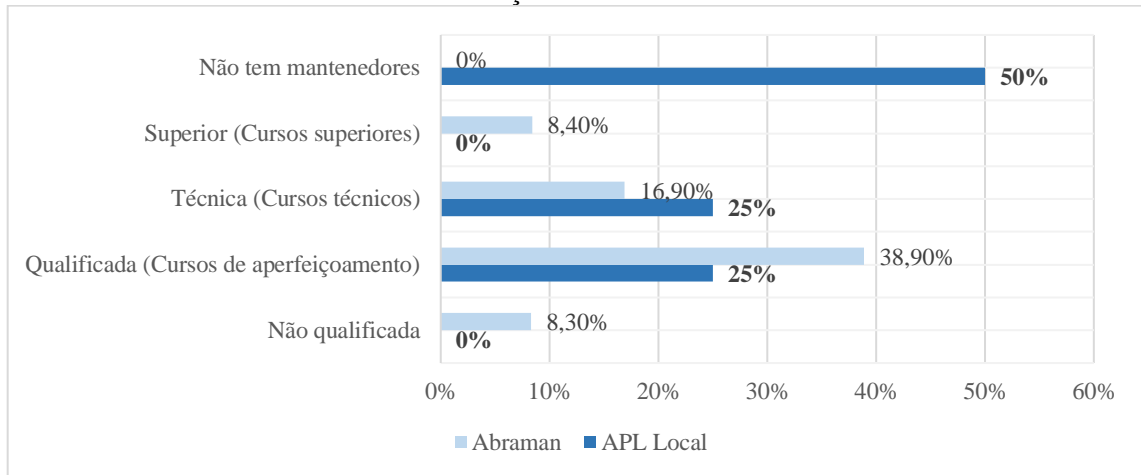
Para a seleção das empresas participantes buscou-se a base de dados da Federação Industrial do Estado de Santa Catarina (FIESC) e da Associação Comercial e Industrial de Joinville (ACIJ), do núcleo de usinagem e ferramentaria. Com o critério de número de colaboradores, foram selecionadas 16 indústrias de pequeno e médio porte com quadro entre 10 e 500 colaboradores.

A coleta de dados foi realizada com os responsáveis pelo planejamento da produção e manutenção das empresas. Os tópicos abordados foram: estrutura da manutenção, nível de qualificação dos mantenedores, manutenção contratada (terceirizados), políticas de manutenção adotadas, custos, demandas e indicadores de manutenção.

Tratando sobre a estrutura da manutenção, notou-se que 87,5% das indústrias utilizam mão de obra terceirizada, enquanto somente 12,5% tem uma equipe interna dedicada à manutenção. Em relação ao nível hierárquico, 31,3% das empresas possuem uma estrutura constituída por supervisor, gerente e coordenador, em contrapartida, 68,7% não fazem bom uso desta estrutura.

As equipes de manutenção são constituídas de 25% de profissionais com nível técnico e 25% com curso de aperfeiçoamento, somando 50% no quadro de mantenedores. Esta porcentagem se alinha com o resultado de 55,8% do Documento Nacional da ABRAMAN. Entretanto, destaca-se que 50% das empresas locais não possuem nas suas equipes profissionais com alguma formação técnica, como pode ser observado no gráfico 3:

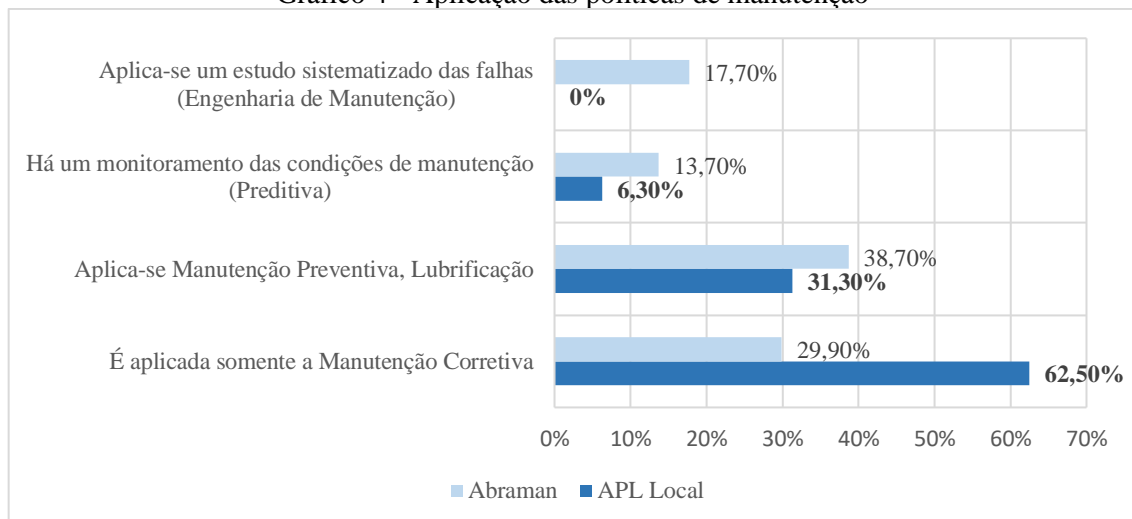
Gráfico 3 - Formação técnica dos mantenedores



Fonte: Adaptado de Faraco (2010).

Existe uma cultura na contratação de serviços de manutenção terceirizados, sendo 100% das indústrias participantes. Ainda assim, 12,5% também possuem uma equipe própria. No cenário nacional existe uma divergência, pois somente 38,9% das indústrias terceirizam seus serviços. Na esfera da adoção de políticas de manutenção, destaca-se que 62,5% das empresas realizam manutenção corretiva prioritariamente, contra apenas 29,9% das indústrias nacionais. No gráfico 4, verifica-se o panorama completo:

Gráfico 4 - Aplicação das políticas de manutenção

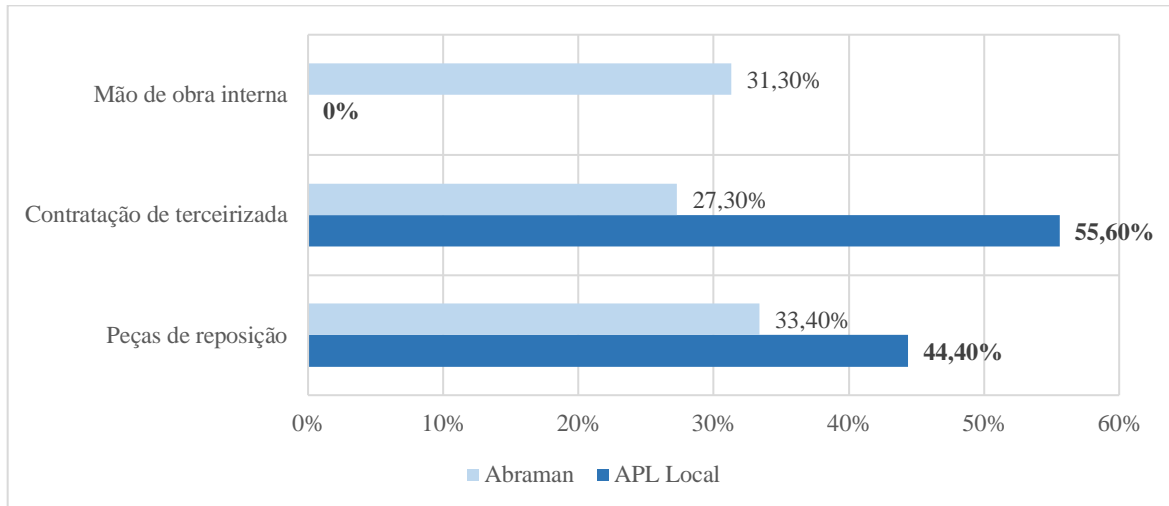


Fonte: Adaptado de Faraco (2010).

Em relação a existência de previsão orçamentária anual, 100% das empresas pesquisadas afirmaram que a realizam. Os custos da manutenção das indústrias locais são concentrados em 44,4% na reposição de peças, 55,6% na contratação de serviços terceirizados

e não há investimentos na mão de obra interna. Nota-se uma melhor distribuição dos recursos no cenário nacional que são direcionadas 33,4% para peças de reposição, 27,3% em contratação em terceirizado e 31,3% na mão de obra interna, conforme o gráfico 5:

Gráfico 5 - Distribuição de recursos sobre custos da manutenção



Fonte: Adaptado de Faraco (2010).

Há quatro áreas, mecânica, elétrica, eletrônica e lubrificação, que são as principais causas de falhas nos equipamentos. As falhas mecânicas representam 48%, seguido de 32% de ocorrências eletrônicas e 20% de eletrônicos. Não há registros de porcentagem referente a lubrificação. A tabela 4 apresenta uma decomposição das origens das falhas em suas principais causas:

Tabela 4 - Principais causas de falhas nos equipamentos

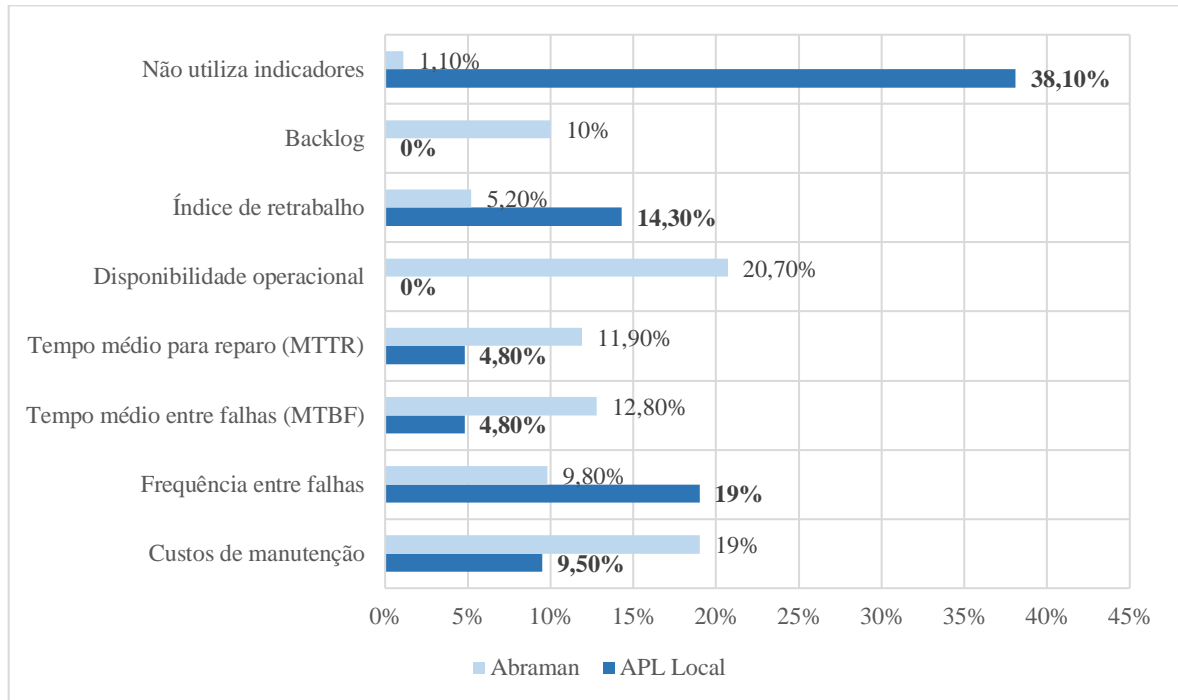
Tipos de falhas	Principais causas de falhas	%
Falhas mecânicas	Desgaste decorrente da utilização	100
Falhas elétricas	Falha do componente elétrico	61,1
	Queda ou sobre tensão	38,9
Falhas eletrônicas	Falha do componente eletrônico	55,6
	Queima de placas eletrônicas	44,4
Falhas de lubrificação	Falta de lubrificação	37,5
	Erros na periodicidade de lubrificação	62,5

Fonte: Adaptado de Faraco (2010).

Nos indicadores de manutenção, destaca-se que nenhuma empresa declarou que calcula sua disponibilidade operacional, mas 4,8% citaram o uso do indicador MTBF e 4,8% de MTTR.

Observa-se que 38,1% das indústrias não fazem uso de indicadores de desempenho, em oposição ao 1,1% das empresas participantes do Documento Nacional da ABRAMAN, como demonstrado no gráfico 6 a seguir:

Gráfico 6 - Indicadores de manutenção



Fonte: Adaptado de Faraco (2010).

Por fim, sobre a existência de uso de *softwares* para auxiliar no planejamento e controle da manutenção, somente 6,3% das empresas locais responderam positivamente, fato que contrasta com o cenário nacional, onde o percentual foi de 98,3%.

Portanto, pode-se concluir que os estudos de Reis; Costa e Almeida (2013) e Faraco (2010) convergem entre si em relação ao cenário da manutenção nas indústrias. De modo geral, nota-se que as pequenas e médias empresas apresentam índices percentuais próximos, apesar das localizações geográficas dos estudos serem distintas.

Comparando os resultados entre indústrias de pequeno e médio porte com as de grande porte, observa-se uma diferença considerável, o que possivelmente sustenta o argumento sobre a necessidade de mudanças para o alcance de melhores índices no setor de manutenção. Dados que apontam percentuais significativos sobre a realização de manutenções corretivas e baixa aderência a outras metodologias de gestão, por exemplo, fomentam a necessidade de conscientização dos gestores e cargos de alto nível das indústrias sobre a importância das políticas de manutenção.

No estudo de Eidelwein; et. al. (2016) foi realizada uma avaliação sistêmica do modelo de gestão da manutenção na empresa alfa, uma companhia petroquímica de produção de polímeros. O horizonte de análise foi o período entre os anos de 1998 e 2030 e os participantes do grupo de pesquisa foram os técnicos de operação, responsáveis pela produção, técnicos de manutenção próprios e responsáveis pela manutenção.

Primeiramente, a situação de interesse foi estabelecida como a avaliação sistêmica dos impactos, no espaço e no tempo, visando aumentar a geração de valor da empresa. Os anos entre 1998 e 2030 foram assimilados como o período do horizonte de análise. Já as questões norteadoras foram:

- Como avaliar sistematicamente a relação custo-benefício do modelo de manutenção considerando as particularidades de cada área da empresa?
- Quais as relações entre o modelo de manutenção e a gestão de conhecimento acerca dos equipamentos e processos?
- Quais são as ações alavancadoras para a adoção das melhores práticas de manutenção?
- Quais são os indicadores de gestão que reforçam a melhoria contínua e sistêmica da manutenção?

Os participantes com base na situação de interesse e questões norteadoras relacionam 23 eventos desde 1998. A partir das variáveis detectadas foi realizada uma coleta de dados partindo do ano inicial da análise até o momento presente da execução do estudo. A construção do mapa sistêmico investigou as principais relações de causa e efeito com o acréscimo de novas variáveis que estenderam a estrutura, levando em consideração 39 variáveis e suas respectivas interações de influência.

Em seguida, apoiando a estrutura sistêmica foram identificados os principais atores: técnicos de operação, mantenedores da empresa, mantenedores terceirizados, gerência da manutenção, gerência da produção e alta direção. A seguir foram listadas os seguintes modelos mentais:

1. Técnicos de operação

- “Nem vamos relatar os problemas de manutenção, não resolvem mesmo”;
- “Os mantenedores não sabem fazer os reparos e sempre sobra para nós”;
- “Os equipamentos estão ficando todos na mesma condição, operando somente em emergência”.

2. Mantenedores da empresa

- “Os operadores não sabem como operar os equipamentos”;
- “Os históricos ficaram com a empresa terceirizada anterior”;
- “Vamos comprar materiais similares assim reduzimos os custos”;
- “Na próxima parada de manutenção resolvemos os problemas recorrentes”;
- “Os operadores só sabem cobrar segurança e atrasar os trabalhos”.

3. Mantenedores terceirizados

- “Vamos trabalhar mais lentamente e ganhar umas horas extras a mais”;
- “Não quero que diminuam os serviços, pois posso perder meu emprego”;
- “Não nos dão condições de trabalho e querem milagres”;
- “Não vou terminar logo, caso contrário, me darão mais Ordens de Serviços”.

4. Gerência da manutenção

- “Preciso reduzir os custos da manutenção, diminua os estoques de peças”;
- “Vamos contratar o mínimo de técnicos, vamos investir nos terceiros”;
- “Vamos aumentar a quantidade de Solicitação de Melhoria de Processo (SMP) para diluirmos os custos”.

5. Gerência da produção

- “Precisamos aumentar o fator de utilização e a disponibilidade das plantas”;
- “Meus indicadores de produção devem ser atingidos”;
- “Vou levar o tempo que der com estes equipamentos, pois a manutenção nunca cumpre os prazos de entrega”;
- “Segurança em primeiro lugar, mas não atrasem com as liberações dos equipamentos”;

6. Alta direção

- “Nossos números locais estão ótimos”;
- “Nosso negócio é produzir e não serviço de manutenção”;
- “Vamos contratar o serviço de manutenção mais barato”.

Na construção de cenários foram detectadas as forças motrizes da estrutura sistêmica, sendo classificadas em tendências consolidadas, variáveis onde o padrão de comportamento pode ser previsto, e incertezas críticas, variáveis com comportamento imprevisível ao decorrer do tempo.

As forças motrizes que se destacaram foram: custo de manutenção, preço da resina, *turnover* de mantenedores, conhecimento retido, capacidade de atendimento aos clientes,

imagem frente aos *stakeholders* e novos empreendimentos industriais. As setes incertezas identificadas foram: investimento em treinamento, oferta de mão-de-obra, *turnover* dos mantenedores, atuação de órgão ambiental, *market share*, remuneração e benefícios do mercado e novos empreendimentos industriais.

Os pontos de alavancagem do sistema foram determinados através das seguintes variáveis a serem otimizadas: ganho, conhecimento retido e disponibilidade, sendo o investimento em treinamento *turnover* dos mantenedores. Por fim, com base nos pontos de alavancagem foram traçadas ações alavancadoras em estratégias de curto prazo (2014) e médio prazo (2015 – 2017). As estratégias de curto prazo são:

- Definir conhecimentos e habilidades mínimas dos mantenedores terceirizados, a respeito dos equipamentos existentes;
- Desenhar e implantar plano de treinamentos teóricos e práticos, de modo a atender as demandas urgentes de intervenções na planta;
- Criar uma sistemática que padronize os registros dos principais eventos de quebras e equipamentos, as soluções encontradas e as aprendizagens obtidas.

As estratégias de médio prazo são:

- Reduzir o percentual de terceirização de mão-de-obra dos mantenedores, por meio da eliminação de terceiros em funções-chave;
- Implantar uma pesquisa de remuneração e benefícios aplicados pelo setor, garantindo competitividade em relação ao mercado;
- Atrair promoções ao mérito dos funcionários, com foco na valorização da cultura do “fazer certo a coisa certa, da primeira vez”;
- Gerenciar a manutenção com base em indicadores sistêmicos;
- Implementar parcerias profissionais qualificadas e qualificar os já contratados, com treinamento *in company*.

Já em Sellitto; Fachini (2014), o objetivo do trabalho foi realizar a partir do diagnóstico das práticas de manutenção a análise da estratégia de gestão de uma indústria metal mecânica. A coleta de dados foi efetuada junto à equipe de manutenção, fazendo uma análise do modelo em vigor e com base nas situações organizacionais sugerindo uma nova sistemática. Durante

um período de quarenta e cinco dias as informações foram colhidas cada vez que intervenções ocorressem nas máquinas.

A partir da aplicação do questionário com oito gestores foram classificados em ordem de importância os objetivos de produção a seguir: redução de custo, aumento de qualidade, aumento de pontualidade de entregas e aumento da flexibilidade da manufatura.

As máquinas vinculadas ao estudo foram linhas *transfer* de abastecimento de matérias-primas e remoção de produto acabado e um parque robótico de produção de utensílios domésticos e cutelaria. Elas foram mapeadas pelos seis mecânicos da indústria, criando um histórico detectando os recursos aplicados e quantificando com maiores incidências.

O cenário das intervenções segundo o registro das atividades executadas, apontam que as intervenções realizadas por unidade fabril são: 48,06% de corretivas, 6,20% de preventivas, 5,33% de preditivas e 40,41% de manutenção por melhorias.

O tempo empregado nas intervenções foi registrado a fim de gerar o cenário dos recursos aplicados na manutenção, sendo 28,11% em corretivas, 6,59% em preventivas, 1,62% em preditivas e 63,68% em melhorias. Percebe-se que o tempo investido em manutenção preventiva e preditiva são predominantes usados pelos mecânicos, porém há uma parcela correspondente aos operadores das máquinas. A periodicidade de intervenções desses tipos podem ser semanal, quinzenal, mensal, trimestral ou anual, a depender do equipamento.

Os gestores realizaram uma avaliação categórica listando os objetivos de produção por ordem de importância visando averiguar a harmonia entre as estratégias de manutenção e de produção. Relacionou-se que a redução de custo está relacionada à corretiva, o melhoramento da qualidade à preditiva, a pontualidade das entregas à preventiva e a ampliação da flexibilidade da manufatura às melhorias.

Os recursos utilizados em manutenção preventiva foram considerados baixos para causar uma boa eficiência nos resultados. Percebeu-se, mediante a levantamentos, que havia muitos equipamentos sem registros de manutenção preventiva. Portanto, a curto prazo, ficou determinado que os coordenadores da empresa desenvolveram um plano de manutenção preventiva.

Em longo prazo, seria elaborado um plano de manutenção preditiva para equipamentos considerados gargalos. Em paralelo com essas medidas, sugeriu-se um maior investimento na capacitação da equipe de manutenção visando garantir um bom acompanhamento e execução da estratégia proposta.

Então, constata-se que os estudos de Eidelwein; et. al. (2016) e Sellitto; Fachini (2014) tendem para conclusões similares. Para a realização das análises dos modelos de gestão em

questão, Eidelwein; et. al. (2016) executou uma avaliação sistêmica guiada por questões norteadoras e a identificação das forças motrizes e incertezas críticas, e em Sellitto; Fachini (2014) foi efetuado um diagnóstico por meio da coleta de dados no maquinário durante a realização de intervenções de manutenção, seguindo de uma avaliação categórica dos gestores em relação aos objetivos da produção.

Apesar das diferentes metodologias aplicadas, as metas de curto a longo prazo que foram traçadas em ambas as pesquisas compartilham pontos em comum. Em destaque, pode-se observar o aspecto da qualificação dos colaboradores, mostrando que possivelmente houve uma nova percepção dos gestores das indústrias participantes, pois, uma mão-de-obra capacitada, qualificada e reconhecida é primordial para melhores índices de planejamento, execução e controle das estratégias de manutenção.

Em Meira (2019) foi efetuado um diagnóstico da gestão da manutenção de uma empresa produtora de espumas sintéticas e tecidos-não-tecidos (TNT) visando levantar os principais problemas e propor possíveis ações para aumentar o desempenho da manutenção.

O setor de manutenção e de serviços de manutenção são compostos por 17 colaboradores. O departamento de manutenção é integrado por 1 engenheiro, responsável pela gestão de alto nível e o departamento de serviços de manutenção contém 2 engenheiros, 10 técnicos operacionais, 3 técnicos na oficina de autos e 1 almoxarife, que são encarregados pelo gerenciamento operacional das atividades de manutenção.

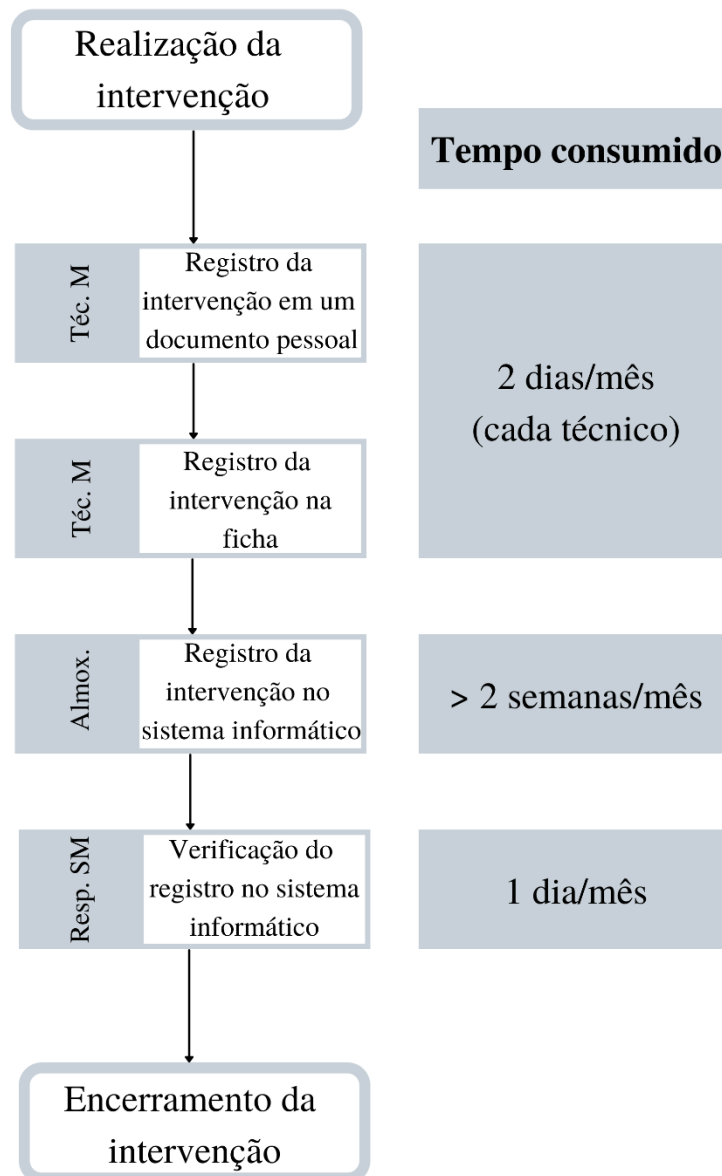
As práticas de manutenção foram classificadas em dois tipos: manutenção de 1º nível, de atribuição do operador e manutenção de 2º nível, de atribuição da manutenção. As manutenções de nível 1 são intervenções diárias e semanais, como limpeza e lubrificação, executadas pelos operadores do próprio maquinário. Já a manutenção de nível 2 compreende as práticas corretivas, preventivas e de melhoria realizadas pelos técnicos de manutenção.

Através dos registros de planejamento de manutenção preventiva, percebeu-se que não há uma eficiência na definição de prazos das atividades, pois leva-se em conta o tempo de conclusão de cada intervenção em vez da periodicidade dos intervalos entre intervenções subsequentes.

As Ordens de Serviço (OS) estavam incompletas, não incluindo a prescrição da duração presumida das ações e nem de ilustrações do passo-a-passo das ações que ajudam os mantenedores executarem as atividades, minimizando erros e auxiliando na capacitação de novos colaboradores.

A figura 3 apresenta um fluxograma do processo de registro das intervenções de manutenção e o tempo dedicado pelos colaboradores a cada mês.

Figura 3 - Fluxograma do processo de registro das intervenções de manutenção



Fonte: Adaptado de Meira (2019).

Segundo Pinto (2013), um colaborador trabalha em média 212 dias/ano e 8 horas/dia. Com base nesta informação e nos dados da figura 4 estimou-se o percentual de tempo consumido no registro e controle das intervenções da manutenção: 11% para técnico de manutenção, 43% para almoxarife e 6% para responsável do serviço de manutenção.

O quadro 3 indica o sistema de avaliação de desempenho da manutenção composto por sete indicadores de desempenho, classificado em dois objetivos. Nota-se que a maioria dos indicadores são organizacionais, sem a existência de indicadores econômicos.

Quadro 3 - Descrição, fórmula de cálculo e metas definidas para os indicadores

Indicador	Descrição	Fórmula	Meta anual estabelecida (2018)
Garantir a eficiência do processo			
Horas de mantenedores em manutenção preventiva	Contabiliza o total de horas consumido pelos mantenedores em atividades de manutenção preventiva, dos 24 setores alvos de manutenção, incluindo os tempos de logística, mas descontando os tempos administrativos.	\sum Horas dos mantenedores em manutenção preventiva	NA
Horas de mantenedores em manutenção corretiva	Contabiliza o total de horas consumido pelos mantenedores em atividades de manutenção corretiva, dos 24 setores alvos de manutenção, incluindo os tempos de logística, mas descontando os tempos administrativos.	\sum Horas em mantenedores em manutenção corretiva	NA
Horas de mantenedores em manutenção de melhoria	Contabiliza o total de horas consumido pelos mantenedores em atividades de manutenção de melhoria, dos 24 setores alvos de manutenção, incluindo os tempos de logística, mas descontando os tempos administrativos.	\sum Horas de mantenedores em manutenção de melhoria	NA
Disponibilizar as condições e recursos necessários			
Desvio ao cumprimento do plano de manutenção preventiva	Contabiliza o número de intervenções preventivas não realizadas, em relação ao número total de intervenções preventivas planejadas, definidas no Plano Anual de Manutenção Preventiva. Considera-se que uma intervenção é dada como não realizada sempre que não tenha sido concluída até a data da próxima intervenção. Os dados do plano de manutenção são determinados para os 24 setores existentes.	(Número de intervenções preventivas não realizadas) / (Número de intervenções preventivas planejadas) x 100	$\leq 4\%$
Paradas de equipamentos por avarias com perda de produção	Contabiliza o total de horas de paradas dos equipamentos, com perda de produção, dos 24 setores, decorrente das intervenções de manutenção corretiva.	\sum Horas de paradas dos equipamentos de produção	< 175 horas
Paradas de equipamentos por avaria sem perda de produção	Contabiliza o total de horas de paradas dos equipamentos, sem perda de produção, dos 24 setores, decorrente das intervenções de manutenção corretiva.	\sum Horas de paradas dos equipamentos sem perda de produção	Em análise
Número de intervenções de manutenção de melhoria	Consiste no número de intervenções de manutenção de melhoria, realizadas nos 24 setores alvos de manutenção.	\sum Número de intervenções de manutenção de melhoria	> 70

Fonte: Adaptado de Meira (2019).

Referente a avaliação do nível de maturidade da gestão da manutenção elaborou-se a tabela 5 com base nos níveis estabelecidos pelo modelo sugerido por Oliveira (2017) - (Anexo I).

Tabela 5 - Modelo de maturidade da gestão da manutenção da empresa

Classes de medidas	Nível atual
Cultura organizacional	2
Política de manutenção	3
Gestão de desempenho	2
Análise de falhas	1
Planejamento e programação das atividades de manutenção preventiva	3
CMMS	3
Gestão dos <i>stocks</i>	2
Normalização e controle dos documentos	3
Gestão de recursos humanos	4
Gestão de resultados (custos e qualidade da manutenção)	2

Fonte: Adaptado de Meira (2019).

Os principais problemas detectados foram listados no quadro 4 com suas respectivas classes do modelo de maturidade e prováveis ações, visualizando ampliar o nível de maturidade da gestão da empresa.

Quadro 4 - Identificação dos principais problemas da manutenção e ações a implementar

Problema Identificado	Classes do modelo de maturidade	Ação
O sistema informatizado atual, além de carecer de poder de análise e diagnóstico, torna o processo de registro das intervenções de manutenção demasiado demorado e não permite o registro de informação em tempo real.	CMMS.	Aquisição de sistema informatizado especializado de gestão da manutenção (CMMS).
O registro das intervenções de manutenção não é feito diretamente no sistema informatizado, o que dificulta a verificação em tempo real do estado das intervenções.	CMMS.	
A quantificação dos custos de manutenção não é realizada, por dificuldade na integração de dados do sistema informatizado da manutenção com informações relativas aos custos, que estão armazenadas no ERP empresarial.	CMMS Gestão de desempenho; Gestão de resultados.	
A confiabilidade da informação recolhida para avaliação do desempenho é questionável.	CMMS; Gestão de desempenho.	Implementação de um sistema de código de barras para registro dos tempos de manutenção com recurso a cartões identificáveis
O conjunto de indicadores de desempenho é pouco abrangente, visto que foca essencialmente fatores organizacionais, excluindo os fatores técnicos e econômicos.	Gestão de desempenho.	Implementação de um sistema de avaliação de desempenho que incorpore indicadores técnicos, econômicos e organizacionais; Suporte por parte de um CMMS.
A revisão do planejamento da manutenção preventiva não é sustentada por uma análise quantitativa, baseada em evidências, com recursos a indicadores de desempenho (taxa de falhas, MBTF, indicadores econômicos) ou por via de uma análise de confiabilidade.	Planejamento e programação das atividades de manutenção preventiva; Gestão de desempenho.	

Fonte: Adaptado de Meira (2019).

Já em Oliveira (2017), o objetivo da pesquisa foi a elaboração de uma proposta de modelo de maturidade relativo às decisões de uma indústria do setor têxtil na esfera da gestão da manutenção, proporcionando sugestões de melhoria contínua.

A empresa possui 56 colaboradores no setor de manutenção contendo gestores e técnicos qualificados. O ramo é ordenado seguindo as linhas: elétrica, mecânica geral, fluidos, mecânica tecelagem, mecânica confecção e recursos energéticos. A manutenção preventiva sistemática é o pilar da estratégia de manutenção, onde o planejamento das atividades é desenvolvido com base nas informações disponibilizadas pelos fabricantes das máquinas.

A metodologia TPM não é aplicada em sua plenitude, porém, identificou-se a utilização dos pilares da manutenção planejada, gestão inicial do equipamento e ambiente/segurança, assim como as práticas de 5S. O RCM já era estipulado como uma implementação futura para melhoria contínua.

Com base na pesquisa efetuada, levantou-se com os problemas encarados pela área de manutenção:

- Devido à comunicação de avarias via telefone têm ocorrido situações em que não são efetuados os respectivos pedidos no sistema;
- Situações detectadas pelos operadores com impacto direto na produção não são sempre comunicadas brevemente;
- Operações mais lentas devido à desorganização;
- O 5S não está sendo mantido conforme o esperado;
- Difícil parametrização do *Computerized Maintenance Management System/Software* (CMMS);
- A utilização pelas oficinas do CMMS não é prática e é lenta, uma vez que o sistema de gestão da manutenção é tecnologicamente ultrapassado e de difícil utilização;
- A atribuição das intervenções realizada consome muito tempo e dificulta a verificação da execução dos serviços;
- O pedido de ações corretivas é demorado e não identifica as avarias;
- Não existe índices de desempenho da manutenção, impossibilitando o estabelecimento de objetivos realistas;
- Não utilização do sistema *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) pelos responsáveis das unidades fabris;

- Ocorrências de muitas situações em que não existe informação à produção sobre o estado da intervenção em curso;
- Avarias com recorrência elevada;
- Atrasos na finalização das ações preventivas devido à não alocação de técnicos de acordo com o planejamento semanal existente, originando o acúmulo de serviços;
- A execução do plano de manutenção preventiva está apenas sendo documentado em papel, dificultando o controle;
- Manutenção preditiva não está sistematizada e enraizada no setor de manutenção;
- Os equipamentos não estão avaliados quanto à sua função e as avarias que podem surgir;
- As peças em estoque reparadas não estão devidamente inventariadas.

Através da análise realizada, delimitou-se os problemas aos níveis de maturidade, como apresentado na tabela 6 de acordo ao anexo I:

Tabela 6 - Modelo de maturidade: Estado atual da empresa do setor têxtil

Classes de medidas	Nível atual
Cultura organizacional	2
Política de manutenção	2
Gestão de desempenho	1
Análise de falhas	1
Planejamento e programação das atividades de manutenção preventiva	3
CMMS	2
Gestão dos <i>stocks</i>	2
Normalização e controle dos documentos	1
Gestão de recursos humanos	1
Gestão de resultados (custos e qualidade da manutenção)	1

Fonte: Adaptado de Oliveira (2017).

Com o propósito de viabilizar as ações de melhorias no setor de manutenção, se estabeleceu as seguintes sugestões de soluções que visualizavam o aumento do desempenho da área:

- Reforçar a manutenção preditiva;
- Focalizar as ações de manutenção na satisfação da produção;
- Reforçar a implementação do 5S;
- Aquisição de novo programa de gestão da manutenção (CMMS);

- Interligação entre o SCADA, o CMMS e o Sistema de Controle de Produção;
- Introduzir a utilização das ferramentas FMEA, FTA, RCFA e RCM;
- Prosseguir com a implementação da TPM;
- Melhorar a disponibilidade das peças em estoque para o *Just in Time* (JIT).

Logo, demonstra-se que as pesquisas de Meira (2019) e Oliveira (2017) concordam em partes. Embora ambos os autores tenham aplicado a mesma técnica na metodologia, as indústrias estudadas apresentaram níveis de maturidade diferentes em sua maioria.

Repara-se que apesar dos colaboradores serem em menor número em Meira (2019), existe uma melhor estruturação do setor em relação a Oliveira (2017), o que é refletido na comparação dos índices dos níveis de maturidade.

Entretanto, há tópicos que se sobressaem por serem iguais, são esses: cultura organizacional, análise de falhas, planejamento e programação das atividades de manutenção preventiva e gestão dos *stocks*.

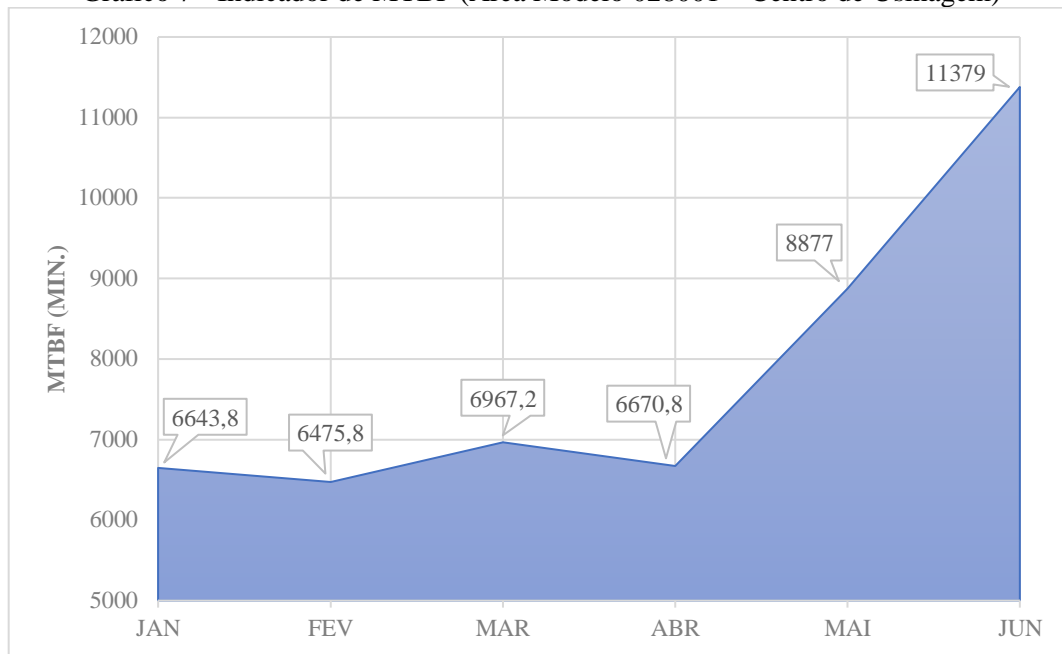
A diferença dos níveis e dos problemas listados enfatizam os impactos de uma provável boa visualização e investimento nas práticas de manutenção como ferramenta estratégica, porém, é importante observar que apesar da indústria avaliada por Meira (2019) estar mais comprometida com sua gestão, ainda há muitas ações a serem implantadas e melhoradas.

Cardoso; Regattieri (2020) desenvolveram um estudo de caso em uma indústria de equipamentos agrícolas no estado de São Paulo com o objetivo de realizar uma análise da gestão estratégica da empresa por meio dos principais indicadores de manutenção sinalizando os impactos sobre os resultados corporativos. A implantação dos indicadores em área modelo foi iniciada em fevereiro de 2019.

Os resultados do monitoramento foram obtidos mediante os indicadores MTBF (*Mean Time Between Failures* ou Tempo Médio Entre Falhas) e MTTR (*Mean Time to Repair* ou Tempo Médio Para Reparo). A implantação dos indicadores começou em fevereiro de 2019 em uma área modelo do centro de usinagem cadastrado como 028001 (Centro de Usinagem ROMI PH-630).

O indicador de MTBF, define que quanto maior o tempo entre quebras, maior será a confiabilidade e conforme o gráfico 7, nota-se que a disponibilidade da máquina passou de 6.670,8 minutos em abril para 11.379 minutos em junho, ou seja, houve um aumento de 4.708,2 minutos de disponibilidade.

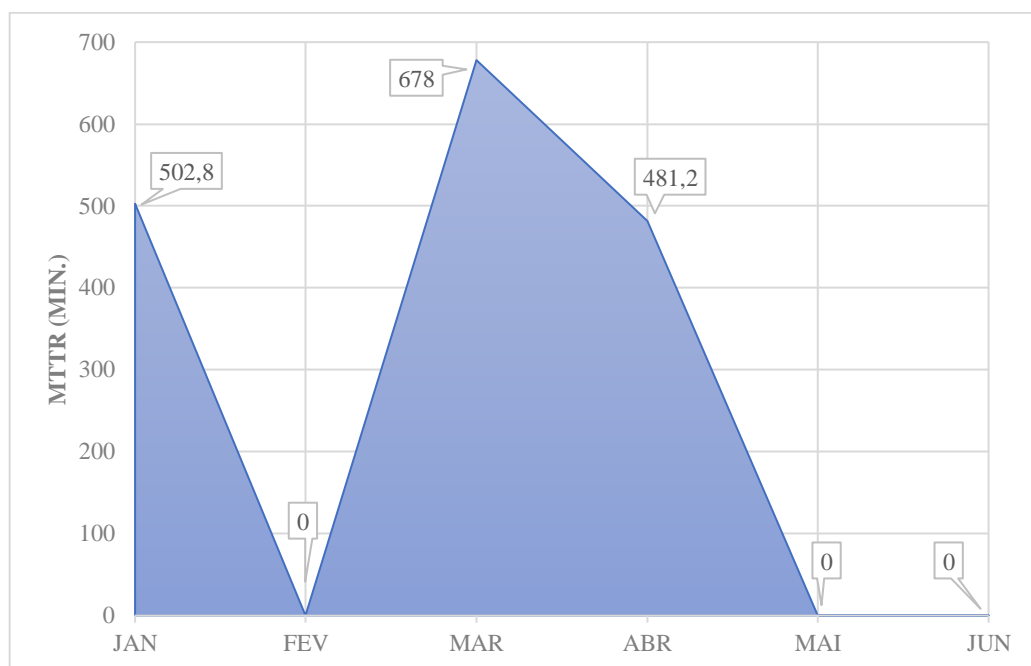
Gráfico 7 - Indicador de MTBF (Área Modelo 028001 – Centro de Usinagem)



Fonte: Adaptado de Cardoso; Regattieri (2020).

O indicador de MTTR indica que haverá mais disponibilidade da máquina à medida que for menor o número de horas de reparo. Observa-se no gráfico 8 que o índice que era de 481,2 minutos em abril foi reduzido à zero em junho, apontando um intervalo sem falhas na máquina.

Gráfico 8 - Indicador de MTTR (Área Modelo 028001 – Centro de Usinagem)



Fonte: Adaptado de Cardoso; Regattieri (2020).

Já no estudo de Santos; et. al. (2019) teve como objetivo a aplicação dos indicadores de performance da manutenção em uma indústria. A coleta de dados foi efetuada entre os meses de fevereiro a maio de 2019 durante as paradas globais do equipamento caldeira.

Através dos cálculos de MTTR, MTBF, taxa de falhas, disponibilidade e confiabilidade foram investigados os tempos de reparo, o tempo que o equipamento demora para retornar a operação e os percentuais de disponibilidade e confiabilidade.

Conforme os dados obtidos nas paradas ocorridas nos meses de fevereiro, março, abril e maio foram apresentados tais resultados, conforme a tabela 7:

Tabela 7 - Paradas na caldeira

Mês	Tipo de manutenção	Tempo Reparo/Min
Fevereiro	Corretiva	1037
	Programada	1920
Março	Corretiva	1686
	Programada	2600
Abril	Corretiva	2776
	Programada	0
Maior	Corretiva	773
	Programada	1672

Fonte: Adaptado de Santos; et. al. (2019).

As paradas corretivas foram levadas em conta para os cálculos de MTTR, MTBF, disponibilidade e confiabilidade. A tabela 8 refere-se ao cálculo de MTTR em seis tipos de paradas: programada, elétrica, manutenção, por queda de velocidade, operacional e utilidade.

Tabela 8 – Cálculos de MTTR da caldeira

Mês	Minutos	Número de Falhas	Tempo de Reparo – MTTR (Min.)
Fevereiro	1037	11	94,27
Março	1686	18	93,67
Abril	2776	22	126,20
Maior	773	9	85,89

Fonte: Adaptado de Santos; et. al. (2019).

O MTTR determina o tempo médio que a caldeira ficou parada, ou seja, quanto menor o MTTR, mais eficiente é a equipe de manutenção. Logo, nota-se que os números apresentados indicam uma ótima disponibilidade, com baixos índices de equipamento parado por mês, apesar

de se manterem estáveis, houve um leve pico no mês de abril, apontando uma excelente eficiência dos mantenedores.

Os cálculos do MTBF também foram realizados em minutos, porém pelo fato de ser um indicador cumulativo é necessário a soma dos resultados anteriores. Logo, entre os meses levantados o somatório resultou em 10.768 minutos, como apresentado na tabela 9:

Tabela 9 - Cálculos de MTBF da caldeira

Mês	Tempo Disponível (Caldeira/Min.)	Nº de Falhas	Possibilidade de Falhas
Fevereiro	39.283	11	3.571
Março	42.274	20	2.114
Abril	40.424	22	1.837
Mai	42.195	13	3.246

Fonte: Adaptado de Santos; et. al. (2019).

O MTBF são os períodos que se leva na operação da máquina, ou seja, mede a confiabilidade de um sistema. Percebe-se que os níveis ao longo dos meses são altos, o que pode indicar que os métodos de manutenção possuem uma credibilidade, porém, houve um intervalo de queda nos índices entre os meses de março e abril, podendo ser justificado por prováveis falhas no processo de manutenção.

De acordo com o cálculo de disponibilidade inerente, ou seja, a disponibilidade de estado estável quando se considera apenas o tempo de inatividade do equipamento por paradas para manutenções corretivas. A média da caldeira foi superior a 96%, o que é considerado ótimo, como pode ser observado na tabela 10:

Tabela 10 - Disponibilidade inerente da caldeira

	Fevereiro	Março	Abril	Mai
Tempo de reparo	94,27	93,67	126,2	85,89
Possibilidade de falha	3.571	2.114	1.837	3.246
Disponibilidade (%)	97,43	95,76	93,57	97,42
Média de disponibilidade (%)	96,04			

Fonte: Adaptado de Santos; et. al. (2019).

Por fim, o cálculo de confiabilidade da caldeira foi estimado para um período de 90 dias. Segundo a NBR-5462/1994, a confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas durante um dado intervalo de tempo, ou seja, é a

probabilidade de um equipamento não falhar no espaço de tempo sob certas circunstâncias de operações. Primeiramente, calculou-se a taxa de falhas, como mostrado na tabela 11:

Tabela 11 - Taxa de Falhas

	Fevereiro	Março	Abril	Maió
Taxa de Falha	0,00028	0,00047	0,00054	0,00030
Total	0,00159			

Fonte: Adaptado de Santos; et. al. (2019).

Em seguida, a confiabilidade foi calculada a partir da soma das taxas de falha. Resultou-se que a probabilidade da caldeira não falhar dentro dos 90 dias estimados foi de 86,66%, o que é considerado um ótimo resultado.

Deste modo, afirma-se que as pesquisas de Cardoso; Regattieri (2020) e Santos; et. al. (2019) convergem em seus resultados obtidos. Os estudos apontam que as empresas apresentam bons valores para os indicadores de MTTR e MTBF, o que presumidamente destaca o papel da gestão da manutenção como área estratégica, promovendo valores por meio da disponibilização dos ativos para a linha de produção, portanto, os indicadores de manutenção são norteadores para a elaboração de planos de melhoria e tomadas de decisão.

Salienta-se que o estudo de Santos; et. al. (2019) mostra-se complementar ao de Cardoso; Regattieri (2020), pois possui uma avaliação mais completa dos indicadores, exibindo além do MTTR e MTBF, também a taxa de falhas e as porcentagens de disponibilidade e de confiabilidade.

Em Rosa; Leitão; Silva (2020) foi realizada uma análise da gestão da manutenção com foco no estudo sobre a manutenção em injetoras de polímeros em uma indústria do ramo polimérico. A coleta de dados foi efetuada em 24 injetoras durante 4 meses de estudo. A ferramenta MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) foi a base da pesquisa.

A primeira etapa foi a elaboração do modelo de registro de manutenção juntamente com os gestores e mantenedores da empresa. A equipe iniciou um *brainstorming* sobre o possível conteúdo do registro, seguido da criação de um 5W2H. As questões formuladas foram:

- Tipo de manutenção (O que?);
- Tipo e descrição do equipamento (Onde?);
- Dia da realização da manutenção (Quando?);
- Técnico mecânico responsável (Quem?);

- Horário de início e fim da intervenção (Quanto?);
- Problema do equipamento (Por quê?);
- Tipo e explicação da ação realizada (Como?).

Em seguida, as informações foram registradas de modo manual semanalmente por dois mantenedores responsáveis pelas manutenções corretivas e preventivas da injetora. Os dados coletados pelo INJET (*Software* de Monitoramento da Produção), no qual a produção computa o tempo total de equipamento parado em manutenções corretivas, registrou um tempo total de 2408 horas e 11 minutos em ações corretivas no conjunto injetora + molde.

Baseado nos registros de manutenções nas injetoras, levantou-se que o tempo total de manutenções corretivas foi de 309 horas e 36 minutos, com um tempo médio de 2 horas e 33 minutos e em preventivas totalizou-se 169 horas e 55 minutos com uma média de aproximadamente 30 minutos por ação executada. Portanto, o percentual de manutenção corretiva é de 65% e 35% de preventiva.

Conforme a tabela 12, detectou-se que as avarias nas injetoras que precisavam de intervenções corretivas eram:

Tabela 12 - Problemas nas injetoras

Problemas	% do total
Vazamento de óleo	36,77%
Falha elétrica/eletrônica	20,84%
Quebra	19,16%
Desalinhamento	5,17%
Vazamento de material	4,15%
Temperatura alta	3,28%
Não injeta	2,83%
Interferência	2,38%
Contaminação	1,29%
Não aquece	1,18%
Não refrigera	1,08%
Motor não funciona	1,02%
Folga	0,85%

Fonte: Adaptado de Rosa; Leitão; Silva (2020).

Vazamento de óleo, falha elétrica/eletrônica e quebra foram apontados como os principais problemas, segundo a tabela 12. Com base nisso, os gestores e mantenedores

elaboraram diagramas de Ishikawa para cada problema. Posteriormente, a Matriz GUT foi usada para encontrar as causas raízes referentes a cada causa fundamental constatada no diagrama, como pode ser observado na tabela 13.

Tabela 13 - Matriz GUT por grupo de causa raiz

Grupo de causa raiz	Vazamento de óleo		Falha elétrica/eletrônica		Quebra	
	GUT	% total	GUT	% total	GUT	% total
Falta de planejamento	162	27%	54	8%	81	11%
Falta de padronização	24	4%	72	10%	24	3%
Falta de controle de tarefas	320	52%	400	58%	560	76%
Falta de treinamento	90	15%	162	24%	72	10%
Falta de suporte	12	2%	0	0%	0	0%
Total	608	100%	688	100%	737	100%

Fonte: Adaptado de Rosa; Leitão; Silva (2020).

Nota-se que para o problema de vazamentos de óleo, as principais causas raízes são falta de controle de tarefas e de planejamento. Já em falhas elétricas/eletrônicas ocorrem por falta de controle de tarefas e de treinamento. E por fim, a falta de controle de tarefas é predominante em situações de quebras.

Planos de ação foram criados como proposta de solução para os grupos de causas raízes, sendo demonstrados nos quadros 5, 6 e 7.

Quadro 5 - Plano de ação (Falta de controle de tarefas)

5W2H	Falta de controle de tarefas
O que?	Implementação controle informatizado de tarefas
Por quê?	Solucionar falta de controle de tarefas por meio de controle informatizado
Quando?	Prazo de implementação estipulado de 6 meses
Como?	<i>Software</i> de gestão da manutenção
Onde?	Setor de TI da manutenção
Quem?	Gestor da manutenção
Quanto?	Orçar <i>software</i> de gestão da manutenção

Fonte: Adaptado de Rosa; Leitão; Silva (2020).

Quadro 6 - Plano de ação (Falta de treinamento)

5W2H	Falta de treinamento
O que?	Treinamento de boas práticas
Por quê?	Solucionar falta de treinamento de operação/instalação e limpeza dos equipamentos
Quando?	Quinzenalmente
Como?	Treinamento presencial sobre os temas
Onde?	Apresentação na sala de treinamento
Quem?	Gestor da manutenção explana para mantenedores e operadores
Quanto?	2 horas de parada mensais

Fonte: Adaptado de Rosa; Leitão; Silva (2020).

Quadro 7 - Plano de ação (Falta de planejamento)

5W2H	Falta de planejamento
O que?	Revisão de planejamento de demandas preventivas
Por quê?	Solucionar falta de planejamento em atividades preventivas
Quando?	Bimestral
Como?	Revisão do planejamento preventivo de equipamentos
Onde?	Reunião na sala da manutenção
Quem?	Gestor da manutenção com analista de manutenção
Quanto?	4 horas de reunião de planejamento a cada 2 meses

Fonte: Adaptado de Rosa; Leitão; Silva (2020).

Já em Silva; et. al. (2017) o objetivo da pesquisa foi analisar a gestão da manutenção com base em entrevistas e dados disponibilizados em uma indústria de embalagens plásticas na cidade de Castanhal, no estado do Pará. Para o objeto de estudo uma máquina foi escolhida para a realização de cálculos de índices de manutenção e através de análises foi detectado a falha de maior índice e sua causa raiz.

O setor de manutenção é integrado pelo chefe de manutenção que possui nível técnico e dois mantenedores, porém sem qualquer tipo de qualificação. A rebobinadora foi o equipamento selecionado para a análise por se tratar da última máquina do processo. Segundo os registros, as falhas mais recorrentes da rebobinadora são:

1. Desalinhamento de corte;
2. Falha do rolamento do sensor;
3. Lâmina de corte não amolada.

Durante um período de 90 dias foram coletados para a análise dos indicadores o número, intervalo e duração das falhas, tempo e quantidade de reparo. Foram registradas 208 falhas, e com base no cálculo de confiabilidade constatou-se que a máquina tinha 9,71% de probabilidade de não falhar, o que representa um índice de confiabilidade baixíssimo.

O tempo médio de manutenção apontado foi de 0,127 horas e o intervalo entre as ocorrências foi de 1,267 horas, portanto foi calculado uma disponibilidade de 90,88%. A taxa de reparos encontrados foi de 7,86 horas. A partir do tempo de manutenção, levantou-se 63,14% de manutenibilidade.

A Análise do Modo e Efeito de Falha (FMEA) das falhas mais recorrentes foram apresentadas nas tabelas 14, 15 e 16, com base no anexo II, que classifica as falhas de acordo a probabilidade de ocorrência, severidade dos efeitos, detecção de falhas e índice de risco NPR.

Tabela 14 - FMEA para o desalinhamento de corte

Componentes NPR	Classificação	Peso
Probabilidade de ocorrência	Alta	9
Severidade dos efeitos	Pouca importância	2
Detecção de falhas	Alta	1
Índice de risco NPR	Baixo	18

Fonte: Adaptado de Silva; et. al. (2017).

Tabela 15 - FMEA para o sensor com a bobina

Componentes NPR	Classificação	Peso
Probabilidade de ocorrência	Pequena	5
Severidade dos efeitos	Grave	8
Detecção de falhas	Alta	1
Índice de risco NPR	Baixo	40

Fonte: Adaptado de Silva; et. al. (2017).

Tabela 16 - FMEA para a lâmina desamolada

Componentes NPR	Classificação	Peso
Probabilidade de ocorrência	Pequena	5
Severidade dos efeitos	Moderadamente grave	5
Detecção de falhas	Alta	1
Índice de risco NPR	Baixo	25

Fonte: Adaptado de Silva; et. al (2017).

A falha do sensor com a bobina foi eleita para a análise da causa raiz devido seu indício maior de risco, como observado no quadro 8:

Quadro 8 - Análise da causa raiz (falha do sensor com a bobina)

Causa	Acontece quando o rolamento que alinha a bobina maior por meio do sensor trava e não movimentada a bobina até o exato local de alinhamento;
Efeito	A máquina não inicia o corte e alinhamento;
Modo de falha	O sensor não consegue ler a bobina descentralizada.

Fonte: Adaptado de Silva; et. al. (2017).

A seguir, utilizou-se a ferramenta dos cinco porquês, como apontado no quadro 9:

Quadro 9 - Análise dos cinco porquês (falha do rolamento do sensor)

Pergunta	Resposta
Por que a máquina não inicia o corte e o alinhamento?	O sensor não conseguiu ler a bobina
Por que o sensor não conseguiu fazer a leitura da bobina?	A bobina estava desalinhada
Por que a bobina estava desalinhada?	O operador não alinhou a bobina com o sensor
Por que o operador não alinhou a bobina com o sensor?	O operador não recebeu treinamento para utilizar a máquina
Por que o operador não recebeu treinamento para utilizar a máquina?	A empresa não investe em treinamento para seus funcionários

Fonte: Adaptado de Silva; et. al. (2017).

Por fim, elaborou-se um quadro de 5W2H para a análise de resultado (MASP), como mostrado no quadro 10:

Quadro 10 - 5W2H para capacitação do operador da máquina

5W2H	Falha do rolamento do sensor
O que?	Capacitação do operador da rebobinadora
Por quê?	Devido às falhas de descentralização da bobina ocasionada pelo mau manuseio do operador na máquina
Quando?	O mais breve possível
Como?	Treinamentos acerca da máquina rebobinadora
Onde?	Centro de capacitação e treinamento
Quem?	Especialistas em manuseio de máquinas
Quanto?	-

Fonte: Adaptado de Silva; et. al. (2017).

Assim, entende-se que os trabalhos de Rosa; Leitão; Silva (2020) e Silva; et. al. (2017) tendem para uma linha semelhante, fazendo uso de metodologias um pouco parecidas, onde ambos utilizaram a ferramenta de Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) com a elaboração de quadros 5W2H para sugestões de melhorias.

Destaca-se que Rosa; Leitão; Silva (2020) aplicaram o gráfico de Pareto para levantar os principais problemas, enquanto Silva; et. al. (2017) empregou a Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA) para identificar as falhas mais recorrentes.

Entre os planos de ações elaborados, sobressai-se que a falta de capacitação foi um problema em comum, pressupondo o pouco ou nenhum investimento em qualificações e treinamentos dos colaboradores, implicando diretamente na ocorrência de falhas dos equipamentos, paradas não planejadas e atrasos no processo produtivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se que os índices elevados de manutenções corretivas e preventivas são bem comuns, assim como o déficit de operadores e mantenedores qualificados que somados a falta de planejamento e controle, resultam em paradas inesperadas, atrasos, baixas na produção e aumento dos custos, o que reflete negativamente nas ações globais da empresa, causando, por exemplo, a redução de lucros e o menor poder de competitividade no mercado.

Com base na avaliação crítica de indicadores de manutenção é possível determinar o real estado da área e projetar direcionamentos, traçando métricas de melhorias, tendo um *feedback* e uma visibilidade positiva ou negativa do processo. Os indicadores têm seu papel enriquecido à medida que os resultados garantem a disponibilidade e a confiabilidade dos ativos no momento de exigência.

Conclui-se de forma panorâmica, que os gestores, os mantenedores e os operadores das indústrias necessitam enxergar de maneira consciente e com uma visão mais ampla as metodologias e ferramentas de gestão da manutenção, minimizando as adversidades típicas vivenciadas pelo setor. Com investimento, planejamento e controle adequados é possível coletar dados confiáveis, analisar, propor e implantar melhorias, viabilizando o crescimento dos resultados e metas globais da organização, sendo um direcionador para tomadas de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção). Disponível em: <<http://www.abraman.org.br>>. Acesso em: 1 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5461: **Confiabilidade e Mantenabilidade**. Rio de Janeiro, 1994, 37 p.

BECHTOLD, M. J. **Manutenção mecânica**. Florianópolis: SENAI/SC, 2010, 73 p.

BEN-DAYA, M.; RAOUF, A. A revised failure mode and effect analysis model. **International Journal of Quality & Reliability Management**, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 43-47, 1996.

CARDOSO, E. V.; REGATTIERI, C. R. Indicadores de manutenção industrial: Um estudo de caso da gestão estratégica impactando nos resultados corporativos do ramo de equipamentos agrícolas. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 17, n. 1, 2020. **Tecnologia em Produção Industrial**, p. 603-612. DOI <<http://dx.doi.org/10.31510/infa.v17i1.761>>. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/761>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

EIDELWEIN, F. et. al. Avaliação sistêmica do modelo de gestão da manutenção em uma empresa petroquímica brasileira. **Espacios**, Caracas, v. 37, n. 5, p. 4-16, 2016. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a16v37n05/16370504.html>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

FABRO, E. **Modelo para planejamento de manutenção baseada em indicadores de criticidade de processo**. 2003. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FARACO, N. N. T. **Estudo do cenário das atividades e políticas de manutenção adotadas no segmento de ferramentarias da região de Joinville/SC**. 2010. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Instituto Superior Tupy, Joinville, 2010.

GARCIA, Fabiano Luiz; NUNES, Fabiano de Lima. Proposta de implantação de manutenção preventiva em um centro de usinagem vertical: um estudo de caso. **Tecnologia e Tendências**, [s.l.], v. 10, ed. 2, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistatecnologiaetendencias/article/view/1342/2075>>. Acesso em: 6 nov. 2021.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 311 p.

MEIRA, D. N. **Melhoria das práticas de gestão da manutenção numa empresa produtora de espumas sintéticas**. 2019. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade) - Universidade do Minho, Braga, 2019.

OLIVEIRA, J. C. S.; SILVA, A. P. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. **GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 8, n. 3, p. 53-69, jul./set. 2013. Disponível em: <<http://www.revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/download/1021/501>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

OLIVEIRA, M. A. **Sistema de gestão da manutenção baseada no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção**. 2017. 255 p. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial e Sistemas) - Universidade do Minho, Braga, 2017.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

PASCHOAL, D. R. S. et.

al. **Disponibilidade e confiabilidade: Aplicação da gestão da manutenção na busca de mais competitividade**. 2009. Disponível em: <http://www.fsma.edu.br/EP/Artigos/REV_ENG_3_artigo_3.pdf> Acesso em: 21 out. 2020.

PINTO, J. P. **Manutenção Lean**. Lisboa: LIDEL, 2013. 304 p.

REIS, A. C. B.; COSTA, A. P. C. S.; ALMEIDA, A. T. Diagnóstico da gestão da manutenção em indústrias de médio e grande porte da região metropolitana de Recife. **Produção**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 226-240, abr./jun. 2013. DOI <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000079>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/prod/a/McBjtFWgVn7ywnvqSLmGpCN/?lang=pt>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

ROSA, S. C. F; LEITÃO, J. O. M.; SILVA, A. L. E. Análise da gestão da manutenção em uma empresa de transformação de polímeros. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa, v. 6, n. 3, 2020. DOI <<http://dx.doi.org/10.18540/jcecvl6iss3pp0377-0382>>. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/10618>>. Acesso em: 5 jul. 2021.

SANTOS, L. M. A. et. al. A importância da manutenção industrial e seus indicadores. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s. l.], v. 1, n. 11, p. 108-128, nov. 2019. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/manutencao-industrial>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

- SELLITTO, M. A.; FACHINI, S. J. Análise estratégica da gestão da manutenção industrial de uma empresa de metal-mecânica. **E-Tech: Tecnologias Para Competitividade Industrial**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 49-66, 2014. DOI <<http://dx.doi.org/10.18624/e-tech.v7i1.400>>. Disponível em: <<https://etech.sc.senai.br/edicao01/article/view/400>>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007.
- SILVA, G. A. et. al. Análise e proposição de melhorias na área de manutenção: Um estudo de caso em uma fábrica de embalagens plásticas. *In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2017, Joinville. **Anais eletrônicos[...]**. DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/enegep2017_tn_sto_238_381_34542>. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2017&c=34542>>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- SOUZA, V. C. **Organização e gerência da manutenção – planejamento, programação e controle da manutenção**. 3.ed. revisada. São Paulo: All Print, 2009.
- TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT: Manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993, 322 p.
- TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio**. 1ª edição. Rio de Janeiro: NAT, 2005. 164 p.
- TOAZZA, G. F.; SELLITO, M. A. Estratégia de manutenção preditiva no departamento gráfico de uma empresa do ramo fumageiro. **Revista Produção Online**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 783-806, 2015. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1623/1298>>. Acessado em: 29 out. 2021.
- VIANA, H. R. G. **PCM: Planejamento e controle de manutenção**. 1 ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2002. 167 p.
- XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.

ANEXO I

Tabela 17 - Modelo de Avaliação da Maturidade da Gestão da Manutenção

Classes de Medidas	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Cultura Organizacional	Mudanças não são bem aceitas. Não existe orientação para melhoria contínua e para o trabalho em equipe.	Mudanças são aceitas com relutância. Identificada a necessidade de melhoria contínua, mas ainda não adotada. Limitado trabalho em equipe.	Mudanças são aceitas e consideradas importantes. Implementação de ações para melhoria contínua. Trabalho em equipe.	Mudanças são aceitas e consideradas importantes. Ações para melhoria contínua com metodologias definidas. Trabalho em equipe. Espírito de equipe.	Existe comprometimento com a nova mudança, adaptando-se as novas prioridades estratégicas. Ações para melhoria contínua com metodologias definidas. Trabalho em equipe. Espírito de equipe.
Política de Manutenção	Manutenção é considerada um mal necessário, focando-se na resolução de avarias no menor tempo possível	Manutenção é considerada um mal necessário, mas reconhece-se a necessidade em atuar preventivamente.	Manutenção é considerada importante para atingir os objetivos da organização. Atuação da manutenção de forma preventiva com vista ao aumento de produtividade e redução de custos.	Manutenção é considerada importante para atingir os objetivos da organização. Atuação da manutenção de forma proativa (incluindo melhoria do equipamento) com vista ao aumento da produtividade, redução de custos e melhoria da qualidade.	Manutenção é considerada uma função estratégica. Atuação da manutenção de forma proativa (incluindo melhoria do equipamento) e eficiente com vista ao aumento de produtividade, redução de custos, melhoria da qualidade e redução de acidentes e impacto ambiental.
Gestão de Desempenho	Não existem indicadores definidos.	Indicadores de desempenho calculados esporadicamente, com incidência nos indicadores técnicos determinados para toda a produção e/ou ao nível da linha de produção.	Indicadores de desempenho calculados periodicamente, com incidência nos indicadores técnicos e econômicos, determinados para toda a produção, ao nível da linha e do equipamento.	Indicadores técnicos, econômicos e organizacionais calculados e analisados periodicamente, apoiando a tomada de decisão dando origem esporadicamente a projetos de melhoria. Resultados confiáveis.	Indicadores técnicos, econômicos e organizacionais alinhados com os objetivos estratégicos da organização, calculados e analisados periodicamente, apoiando a tomada de decisão e dando origem a projetos de melhoria. Resultados confiáveis.

Análise de Falhas	Análise de falhas sem método definido, realizada quando ocorrem falhas com impacto significativo.	Análise de falhas sem método definido, realizada esporadicamente e quando ocorrem falhas com impacto significativo.	Análise de falhas periódica, baseada num método definido.	Identificação de equipamentos críticos e falhas críticas de forma esporádica. Implementação de medidas baseadas na análise metódica de falhas, que causam uma baixa reincidência de falhas.	Informação atualizada de equipamentos críticos e falhas críticas. Implementação de medidas baseadas na análise metódica de falhas, que levam à ausência de reincidência de falhas.
Planejamento e Programação das Atividades de Manutenção Preventiva	Atividades preventivas definidas depois da ocorrência de eventos críticos.	Planejamento realizado com base nos manuais do fabricante abrangendo alguns equipamentos. Atrasos e ações programadas não concluídas.	Planejamento realizado com base nos manuais do fabricante abrangendo todos os equipamentos. Atrasos e ações programadas não concluídas.	Planejamento das atividades revisto em função da taxa de falhas e da monitorização do equipamento. Desvios pontuais no cumprimento dos planos.	Planejamento das atividades revisto em função da taxa de falhas e da monitorização do equipamento. Programação definida em função do planeamento da produção.
CMMS	Não há registro eletrônico de dados da manutenção.	Utilização de aplicações informáticas para a gestão da manutenção, não integradas com os demais sistemas informáticos da empresa.	Sistema informático para planeamento e controle da manutenção, com algumas funções não utilizadas, não integrado com os demais sistemas informáticos da empresa.	CMMS onde nem todas as funções disponíveis são amplamente ou adequadamente utilizadas, não integrado com os demais sistemas informáticos da empresa.	CMMS para apoio em todas as funções da gestão da manutenção, com elevado grau de automatização, cujas funções disponíveis são efetivamente utilizadas, integrado com os demais sistemas informáticos da empresa.
Gestão de stocks	Materiais não classificados. Não há previsão de necessidade futura.	Materiais classificados com base num único critério (preço ou padrão de consumo). Necessidade prevista com base no histórico de consumo.	Materiais classificados com base num único critério (preço ou padrão de consumo). Necessidade prevista empiricamente e com base no histórico de consumo.	Materiais classificados com base em um ou mais critérios relacionados com características de fornecimento (prazo de entrega, fornecedores) e/ou características de inventário (preço, obsolescência). Necessidade prevista com base nos históricos de consumo, tempo de vida dos materiais e estratégia de manutenção.	Materiais classificados com base nas suas funcionalidades, características de fornecimento e características de inventário. Estratégia de gestão de <i>stocks</i> definida para cada grupo classificado. Níveis de <i>stock</i> revistos regularmente com base no tempo de vida dos materiais e estratégia de manutenção.

Normalização e Controle dos Documentos	Documentação dos equipamentos indisponível ou desatualizada. Processos e atividades não normalizados.	Documentação de equipamentos e processos não organizada. Alguns processos e atividade normalizados, mas não revistos.	Documentação de equipamentos e de processos organizada. A maioria dos processos e atividades normalizados, mas não revistos.	Documentação de equipamentos e de processos organizada, de fácil e rápido acesso. Processos e atividades normalizados e revistos.	Documentação de equipamentos e de processos sistematicamente atualizada e de fácil e rápido acesso. Processos e atividades normalizados e sistematicamente revistos.
Gestão de Recursos Humanos	Formação pontual motivada por problemas de grande impacto. Colaboradores possuem baixa competência.	Plano de desenvolvimento de competências dos colaboradores de manutenção não alinhado com as necessidades da área.	Plano de desenvolvimento de competências alinhado com as necessidades da área.	Plano de desenvolvimento de competências alinhado com as necessidades da área. Colaboradores multifuncionais, com envolvimento dos colaboradores da produção em certas atividades.	Plano de desenvolvimento de competências alinhado com os objetivos da área. Colaboradores da manutenção multifuncionais e envolvidos em atividades de melhoria. Envolvimento dos colaboradores da produção em certas atividades. Planos de reconhecimento e recompensa.
Gestão de Resultados (Custos e Qualidade da Manutenção)	Custo elevado e sem controle. Desperdício de material elevado e reincidência de falhas elevada.	Custo elevado e sem controle, com ações empreendidas esporadicamente para redução do desperdício e reincidência de falhas.	Ações para controle dos custos implementados, com nível de desperdício e reincidência de falhas medidos, mas não alinhados.	Custos controlados, com nível de desperdício e reincidência de falhas medidos e analisados.	Custos controlados, baixo desperdício e baixa reincidência de falhas.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2017).

ANEXO II

Quadro 11 - Número de prioridade de risco - NPR

Classificação	NPR	Crítérios para classificação de prioridade
Prioridade zero	Alto (acima de 100)	Sistema extremamente vulnerável e que requer ações corretivas e/ou preventivas imediatas
Prioridade um	Médio (51 a 100)	Sistema vulnerável e que requer ações corretivas e/ou preventivas a curto e/ou médio prazo
Prioridade dois	Baixo (1 a 50)	Sistema pouco vulnerável e que requer ações corretivas e/ou preventivas a longo prazo

Fonte: Adaptado de Ben-Daya; Raouf (1996).

Tabela 18 - Probabilidade de ocorrência

Probabilidade de ocorrência	Chances de ocorrência	Escore
Remota	0	1
Baixa	1 / 20.000	2
	1 / 10.000	3
Moderada	1 / 2.000	4
	1 / 1.000	5
	1 / 200	6
Alta	1 / 100	7
	1 / 20	8
Muito alta	1 / 10	9
	1 / 2	10

Fonte: Adaptado de Ben-Daya; Raouf (1996).

Tabela 19- Severidade dos efeitos

Severidade	Crítérios	Escore
Mínima	O cliente provavelmente não tomará conhecimento	1
Baixa	Leve aborrecimento	2
		3
Moderada	Insatisfação do cliente	4
		5
		6
Alta	Alto grau de insatisfação	7
		8
Muito alta	Atinge as normas de segurança	9
		10

Fonte: Adaptado de Ben-Daya; Raouf (1996).

Tabela 20- Índice de detecção das falhas

Probabilidade de não detectar a falha	Probabilidade de um defeito individual alcançar o cliente (%)	Escore
Remota	0 – 5	1
Baixa	6 - 15	2
	16 – 25	3
Moderada	26 – 35	4
	36 – 45	5
	46 – 55	6
Alta	56 – 65	7
	66 – 75	8
Muito alta	76 – 85	9
	86 - 100	10

Fonte: Adaptado de Ben-Daya; Raouf (1996).